

自動組：隊名：浪漫箱型車

機器人名：服務員一號

指導老師：林其禹教授

參賽同學：楊羽銘、陳林楊、江建翰、趙柏棠

國立台灣科技大學 機械工程學系

一、機器人簡介

我們的機器人前兩輪採用附有 Encoder 的直流馬達作為動力輸出輪，而後輪為兩個自由度的惰輪。利用紅外線感應模組循跡，並搭配 webcam 鏡頭偵測前方路況，達到即時的速度轉換。

手臂機構採用輕量化鋁擠作為結構，以圓柱座標系統 (r 、 θ) 以及 Z 軸獨立上下，包含齒輪齒條帶動的 r 軸、皮帶帶動的 z 軸與直接馬達相連的 θ 軸。

在「茶水區」，為了分辨未知的水杯擺放，我們使用 kinect 做作為判斷水杯擺放的工具，並安裝在 r 軸末端上。

另外為了因應比賽的場地與主題，我們為機器人分離出獨立的杯架系統，利用離心力使杯子內部的水能夠不受地形限制。

而本機器人之控制核心係由 c 語言為主，提供視覺運算與 Arduino 的控制，最後輸出訊號於各外部馬達及致動器。

二、設計概念

我們的機器人名「服務生一號」，啟發理念在於取水、倒水、送水這三個動作所構成，看到關卡任務後，我們直覺想到高級餐廳服務生的桌邊服務，這就是我們取名的由來，期望我們的機器人能為您送上最好的服務體驗。

我們的機器人最初希望模仿真人概念，設計出兩手臂的架構，跳脫以往 TDK 競賽都只有一隻手臂的情況，但在最後測試階段發現兩手臂控制難度太高且機構過重，最後採用單手臂進行所有關卡動作，而在改進後關卡運作也得到了大大的改善。

而視覺系統可分為兩大類：上方 kinect 與下方 webcam。kinect 固定在手臂的分支架上，跟隨著手臂的移

動而移動，就如同人類做事情時，總是用眼睛凝視著自己的手，專注且小心的確認眼前的事物有無出差錯，手臂及攝影鏡頭就如有著默契一般的共同體存在著，誰也離不開誰。Webcam 用來輔助機器人循跡，藉由鏡頭，我們可以知道目前的大略位置是在直線上還是準備要轉彎，如果是直線，則加速前進，若為轉彎處，則減速準備過彎，如此一來可以讓機器人隨時處在高效率的前進狀態。

而輪子方面，前輪外表採用越野橡膠輪，輪子內部為實心硬化塑膠材質，外部橡膠輪提供了良好的摩擦及穩定性，內部硬塑膠材質提供了十分堅固的架構且耐壓的抗震性，非不會因為機構的重量問題導致輪子有變性狀況發生。後輪為兩個萬向輔助輪，提供支撐及旋轉方向的方便性。對機器人行走選擇的輪子來說，如同人類需要一雙良好的運動鞋，若鞋子底部沒有優良的橡膠溝槽設計，要登高而行是非常困難的，我們的輪子如同提供了一雙良好的運動鞋，讓我們的服務生機器人能通過任何障礙順利前進，並且在經過減速坡時，擁有足夠的摩擦力能讓機器人順利跨越障礙物，完成服務您的任務。

在底盤部分，我們採用鋁擠拼作出一個長方形的車底的架構，如同我們的隊名「浪漫箱型車」一般，希望它有像汽車般的穩重性。我們把大部分的重量都壓在機器人的底部，也類似於人們遇到不穩定或搖晃狀況時總是習慣把重心壓低的狀況，期望它遇到困難或不穩時也能像人們一樣把重心壓低讓自己穩住，不失優雅。

避震設計是我們機器人最重要也是最大的特點，有別於一般使用彈簧、陀螺平衡儀、奇形怪狀的分支架構來進行減震或是分散震動的方法，我們採用一個非常像玩具且具趣味性的離心力機構取代之，當需要進行避震時，機器人立刻將杯子進行旋轉動作，使杯子內的水結實的被壓在

杯壁上，這就像是有著特別桌邊服務的服務生一般，在運送餐點到客人桌子前總是會秀一下自己獨特的桌邊特服務，讓客人有著更深刻的印象，讓送水的過程不再是這麼制式化的枯燥乏味。

三、競賽或關卡得分策略

第一關，夾爪設計方面，對於誤差方面有很大的容忍度，因此在此關卡動作部分也是寫死，瓶子放在冰箱的位置也不用太準確，只要不要離寫死的位置差太多，夾爪都能將瓶子收進操作半徑內。

第二關，利用視覺鏡頭先判斷哪邊有杯子哪邊為空的位置，由於最後我們發現兩邊杯子都倒水會影響最終我們其他關卡作動的時間，因此最後考慮僅倒入我們要夾取的杯子，並且甩水機構總共作動兩次，分別是走廊區一次，以及戶外區一次。

第三關，只要機器人循著線走，我們機器人的長寬並不會撞到或碰觸到告示牌，唯一一個是手臂的長度，因此在這關卡從第二關結束後我們將手臂上升到安全位置，且因為甩水機構已開啟因此可以將行進速度加快，通過此寬卡。

第四關調配區我們發現，其實後面的調配和最後一關所要擺放的位置都是相同的(高度以及深度)，因此在這兩部分我們將位置寫死，較不同的是最後一關桌子的方位跟前面幾關不太一樣，一般都是關卡在機器人行進的方向的左側，為了避免由底盤旋轉產生定位不準的問題，採用直接將手臂 Z 軸方向轉 90 度。

四、機構設計及理念

(一) 機器人之三視圖重點解析

由視圖可以看到，我們機器人的架構有 80% 是用鋁擠組成。由正視圖(圖 1)看到，前方與後方分別放置了六個與兩個紅外線感應器，利用前排傳送回的布林控制循跡方向，後排作為定點的校正。由上視圖(圖 3)可以看到，我們將手臂安裝在車體的正中心，提供最大的穩定性並支撐整隻手臂的重量。另外也能從上視圖(圖 3)看到杯架安裝在機器人的前方，一方面水杯的作動需要寬廣的空間，放置在前方也能突顯出水杯的創意，亦維持美觀的優點。右

視圖(圖 2)部分，kitnect 安裝在 r 軸末端上，一方面能增加畫面擷取的範圍，一方面是使之能隨著手臂上下移動。



圖 1 機器人正視圖

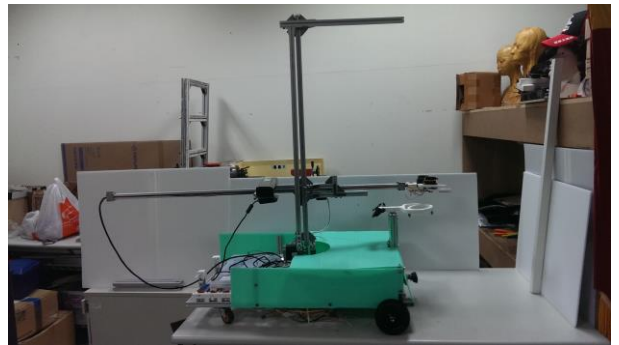


圖 2 機器人右側視圖

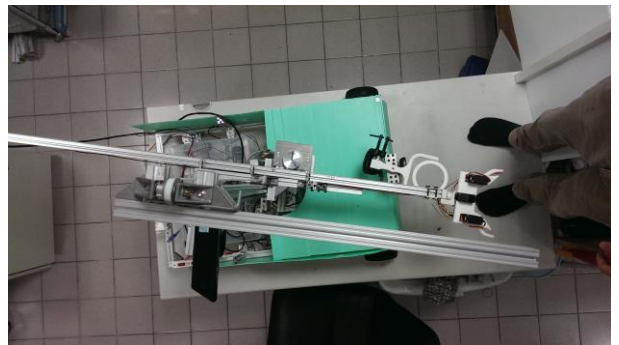


圖 3 機器人俯視圖

(二) 機器人各功能機構介紹

1. 手臂機構:

手臂機構提供了三個自由度，能伸縮、升降與轉動，並使用圓柱座標系統(r 、 θ 、 Z)。 Z 軸與 r 軸皆以步進馬達帶動定時皮帶來帶動，如圖 4，但在 r 軸上是使用如齒輪齒條般的方式運動。 θ 軸則是直接與馬達軸相連帶動。

2. 夾持機構:

夾爪由 3D 列印製作完成，利用小型伺服馬達控制夾爪與腕關節，具備抓取水瓶、方糖、水杯及倒水的功能。夾爪形狀設計成大開口的圓弧形，如圖 5，讓爪子碰到瓶子之後能把瓶子順著圓弧滑進內部，使爪取可以容忍少量的偏差。

3. 底盤機構:

前兩輪使用大減速比的直流馬達驅動，配上 Encoder 調整兩輪馬達的輸出，而後輪為兩個自由度的惰輪。由於機器人本體基本上全部採用鋁擠製作完成，因此在馬達的拆裝上極為容易，能夠隨時做修改而拆卸。

4. 避震機構:

採用離心力的原理，如圖 6，將水杯放置於杯架上，並繞馬達中心旋轉，達到完全避震的防護，所以在機器人本體的避震系統上能夠省去多餘的設計。

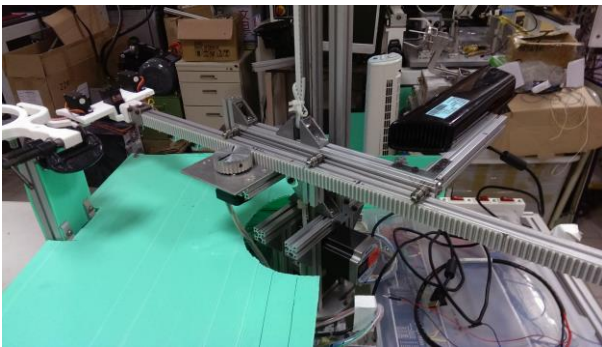


圖 4 手臂機構圖

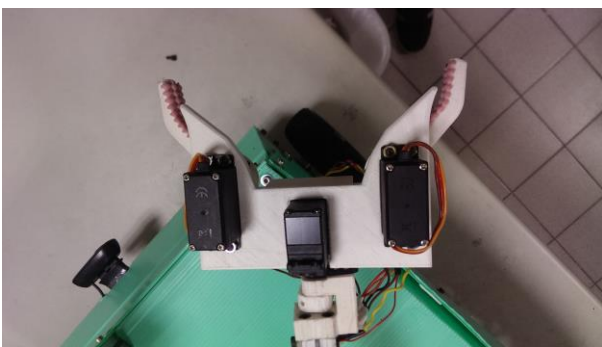


圖 5 夾持機構圖

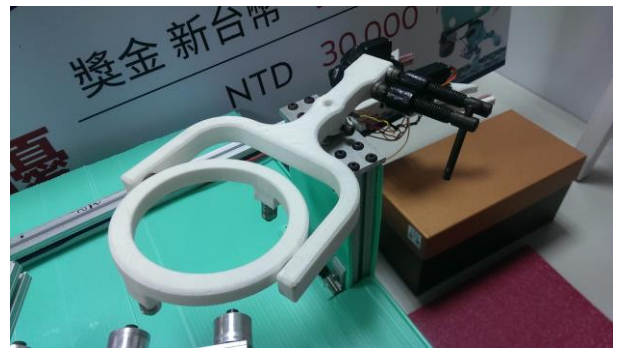


圖 6 避震機構圖

(三) 四部位的機構動作行為與關卡之關聯

我們將機器人分以頭、手、足三個部分與完成各關卡之關聯:

1. 頭部機構:

我們將依附在手臂上的 kitnect 鏡頭視為頭部。就像人類的眼睛一樣，能判斷出水瓶與杯子擺放的狀況，協助「冰箱區」與「茶水區」的完成。

2. 手部機構:

手臂機構加上夾持機構即為我們的手部機構，就像人類一樣進行拿水、倒水與放下等動作，「冰箱區」、「茶水區」、「調配區」及「吧檯區」皆由手部機構包辦下來。

2. 足部機構:

底盤機構與感測器的搭配即為我們機器人的足部，當機器人行走時能視前方的事物做速度調節，到達關卡時能對其循跡線。

五、電控系統

手臂部分:採用的步進馬達驅動器為 2 相 6 線式，在控制方面，位置採用相對坐標系，只要在初始端先設定好目前的位置，之後所有的位置皆相對於初始位置做計算，優點是很好操控只要輸入目前要的位置即可，但是缺點為重置的時候，必須要把機器人手臂的位置拉回到初始位置點上。

杯架部分:採用直流馬達加上 Encoder 去做計算，求出從關卡紅點到目的地點所需轉的圈數和時間，並且嘗試過許多直流馬達後，最後選擇了較適合的齒輪減速比，我們發現速度不能太快也不能太慢，並且直流馬達利用 L298N 馬達驅動器可調整馬達旋轉速度，使速度時間圖呈

現向下開口的拋物線，讓初始和最終以慢速度選轉，中間過程為高速旋轉。

六、機器人成品

(一) 適應環境機制

我們希望機器人能精準的定位以及判斷水杯位子的能力，我們分別在兩處搭載了鏡頭。第一個是在機器人的正下方，其照著前方約 50cm 外的地面，在通過轉彎或是紅點時會調節機器人的移動速度，避免機器人在彎道處有衝過頭的狀況。另外一支鏡頭是安裝在手臂上，它能夠擷取茶水區桌面上的擺放狀況，透過影像處理來得知水杯的位置。

(二) 關卡得分特色或達陣設計

1. 第一關-冰箱區

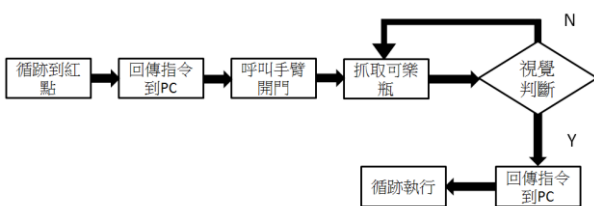


圖 7 關卡一流程圖

第一關冰箱區，主要的兩個重點在開門和抓取可樂瓶，由於冰箱擺放於固定位置，因此開門的程式部分討論後寫死，至於可樂瓶因為是在賽前準備時間才由人工自行擺放，所以多一套視覺判斷修正的程式偵錯。

2. 第二關-茶水區



圖 8 關卡二流程圖

第二關茶水區，此關卡因為空的裝水杯是由對手所擺放的，因此在手臂拿取的動作無法事先寫死，在一致討論後認為不同的擺放配置，與不同的倒水、取杯順序會影響到整體作業的時間，因此在視覺判斷程式中，我們分別依照可能出現的不同三種型式，個別整理出了三種不同的處理程序，也為了提高整體機器人操作的效率，使用兩隻手臂來執行。

3. 第三關-走廊區

此關卡為循著地上黑色的循跡線經過傾斜的道路，並且不能撞倒擺置在旁邊的止滑告示牌，由於機器人限制在 100x100cm 的範圍內，因此走在黑線的一半一半各為 50cm 的範圍，由場地配置圖來看，最小距離告示牌是 55cm 因此在走廊區並沒有多做程式上的修正。

4. 第四關-調配區



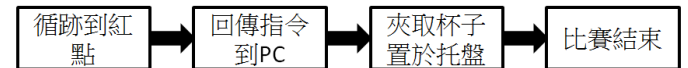
圖 9 關卡四流程圖

關卡四重點為抓取方糖，由於在第二關我們依據不同的擺放配置有不同的抓取動作規劃，因次兩隻手臂都有機率會抓取水瓶或是杯子，但是方糖是屬於方形狀的物體，再不更換手臂的情況下，設計了可以同時夾取方形和圓形狀物體的夾爪。

5. 第五關-戶外區

因為有了避震系統的設計，因此在戶外區的部分並沒有因為凹凹凸凸的情況而降低速度，而是一樣照全速行進，爭取最短的時間通過此關卡。

6. 第六關-吧台區



10 關卡六流程圖

由於托盤的位置是固定的，因此在程式控制上，也是寫死固定的方式，依舊依賴循跡定點執行動作完成。

七、團隊合作的說明

楊羽銘：機器人主體設計與製作，聯絡廠商購買零件。

陳林揚：視覺控制、循跡控制、系統整合。

江建翰：程式控制、循跡控制、手臂製作。

趙柏棠：循跡控制、底盤製作。

八、參考文獻

[1]<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2011/04/timedaction.html> 同時執行多個活動與 TimedAction 函式庫簡介

[2]<http://diy3dp.pixnet.net/blog/post/72289151> 步進馬達參數計算

[3]<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2011/12/arduino-10-serialevent.html> Arduino 1.0 的 serialEvent 介紹

[4]<http://playground.arduino.cc/Main/RotaryEncoder>
[s](#) Reading Rotary Encoders Contents