

目錄

壹、摘要.....	1
貳、研究動機.....	1
參、主題與課程之相關性或教學.....	2
肆、研究方法.....	2
一、研究流程.....	2
二、研究理論.....	4
(一) NI myRIO 硬體概述.....	4
(二) LabVIEW 概述.....	4
(三) 萬向倫.....	4
(四) 5A 75W DC-DC 電壓可調 降壓模組 帶電壓表顯示模組.....	5
(五) 無刷直流馬達驅動器 AQMD3605BLS PWM RS485.....	6
(六) SHARP GP2Y0A41SK0F 紅外線距離感測器.....	7
(七) 黑白線尋跡識別感測器/循線感測.....	8
(八) KS-103 超音波模組.....	9
(九) 一路繼電器模組.....	9
(十) 影像辨識.....	10
(十一) 3D 列印模組.....	10
伍、研究成果.....	11
一、製作過程圖.....	11
二、接線圖.....	12
三、車體結構圖.....	13
四、實際安裝圖.....	14
五、成品功能流程圖.....	15
六、程式撰寫結果.....	15
陸、討論.....	17
一、影像辨識.....	17
二、自動補貨機器人有無差異比較.....	18
柒、結論.....	18
捌、參考資料.....	19

圖示及表格目錄

圖 1 專題與課程之相關性內容.....	2
圖 2 專題製作流程圖.....	3
圖 3 NI myRIO 正面圖.....	4
圖 4 萬向輪.....	5
圖 5 麥克納姆輪移動示意圖.....	5
圖 6 大功率降壓板.....	6
圖 7 無刷直流馬達驅動器.....	7
圖 8 紅外線感測器正面圖.....	7
圖 9 紅外線距離感測器電壓圖.....	8
圖 10 黑白線尋跡識別感測器.....	8
圖 11 超音波感測器.....	9
圖 12 一路繼電器模組.....	9
圖 13 Microsoft LifeCam Cinema.....	10
圖 14 Onshape 繪製杯架草圖.....	10
圖 15 利用珍珠板製成櫃子.....	11
圖 16 測試飲料罐硬度.....	11
圖 17 櫃子前貼黑色膠帶.....	11
圖 18 3D 列印成品及鎖上機器人上.....	11
圖 19 接腳佈線圖.....	12
圖 20 X 軸機構.....	13
圖 21 夾具機構.....	13
圖 22 Z 軸機構.....	13
圖 23 成品照片.....	13
圖 24 繼電器模組正面圖.....	14
圖 25 探照燈裝上機器人.....	14
圖 26 LifeCam 網路攝影機上機.....	14
圖 27 超音波感測器安裝在機器人.....	14
圖 28 黑白線尋跡感測器裝在機器.....	14
圖 29 紅外線距離感測器裝在機器.....	14
圖 30 機器人過程流程圖.....	15
圖 31 紅外線感測器 LabVIEW 程式撰寫.....	15
圖 32 循跡感測器 LabVIEW 程式撰寫.....	15
圖 33 超音波感測器 LabVIEW 程式撰寫.....	16
圖 34 影像辨識 LabVIEW 程式撰寫.....	16
圖 35 影像辨識 Vision Assistant 程式撰寫.....	16
圖 36 影像辨識採樣樣本.....	17
表 2 自動補貨機器人比較表.....	18

壹、摘要

近年來，無人商店崛起，也使各大商家開始發展無人商店，但是實際上，無人商店還是存在著店員，並不是完全無人管理的，在此，我們也發現無人商店的商品大多還是以人力來補上商品櫃架上，因此我們想從這塊開始改善。

本作品以 myRIO 單晶片操作補貨機器人，並且結合了影像視覺辨識、感測器整合運用、撰寫程式進行控制及運作。在自動化機器人運作下，此補貨機器人的運作方式，是每隔一固定時間，自動前往貨品區判斷商品架上的那些商品缺貨，再自動前往備貨區取貨，將所有缺貨的商品上架；透過此方式運作，完全不需人力進行補貨，可以有效的降低人事成本，並提升商店的補貨效率，讓無人商店實際達到完全由機器運作的營運方式。

本作品的主要功能及優點：

1. 可一次性補齊商品櫃上所缺的產品，可減少機台執行路程。
2. 定時巡視是否需要補貨，達到最高效率。
3. 可取代一般超商人力上貨，減少人事成本開銷。

貳、研究動機

現今的社會上，不到幾條街就可以看到便利超商，當時想到每間超商都需要兩三個員工負責結帳、補貨、打掃時，就想到世界上有沒有無人超商，查到時發現無人超商對於一般超商，擁有更便捷、成本更低的優勢，但是無人商店的門檻並不低，被市場淘汰的店鋪是因為經營程序不夠正規和完善。

大部的無人商店，目前只做到了收款以及保安工作不需人力，其他的工作仍然需要人力來完成，例如，像是補貨的動作就一定要依賴人力來進行，而且每一、二天就一定得派員工檢視並進行補貨，這也造成了無人商店營運成本的負擔。

因此，本次的專題製作想出用機器人來進行自動補貨的動作，這樣就可以完全不需要人力，而且利用精準的影像辨識來進行商品來補貨，將特定的商品準確的送達特定的商品櫃中，完全不需員工定期來巡視物品缺貨狀況以及補貨，可以大大的節省人力成本，也往無人商店的發展更邁進一步。

參、主題與課程之相關性或教學

專題課程為高三上的，初期是 3D 列印，後期為 myRIO 介紹與應用。電子電路為高一上就開始持續教學，電子學與數位邏輯則是高二開始。單晶片微處理機實習與電腦繪圖實習為高二的選修課程。圖 1 為專題與課程之相關性內容圖

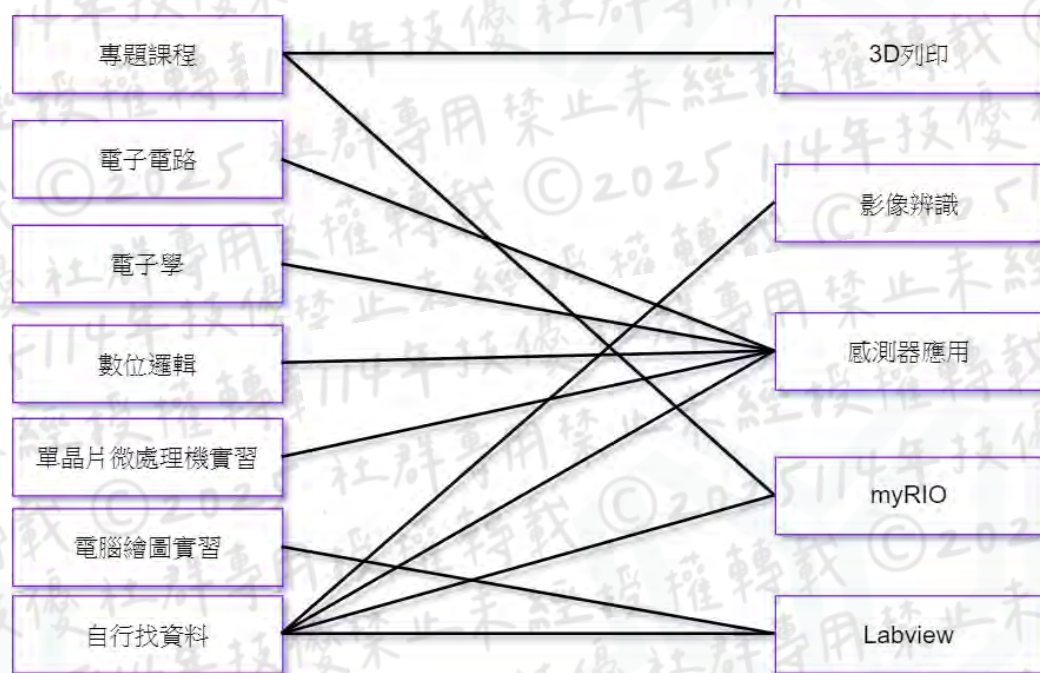


圖 1 專題與課程之相關性內容

肆、研究方法

一、研究流程

一開始，我們先用鋁箔罐來當作實驗夾取的材料，過程中發現每種飲料罐的硬度和厚度都不一樣，所以買了各種不同飲料罐來測試，並用了珍珠板來做成櫃子，讓每一種飲料罐可以放得進去，用壓克力板子來當作門。

第一次用機器人測試夾鋁箔罐時，發現機器人夾取的力道太大，怕把飲料罐夾扁，就先用空罐子慢慢地測試，直到空罐子可以不會有擠壓及變形後才使用裝飲料的罐子來測試，並且成功，使用網路上的軟體 onshape 來製作飲料罐的杯架及構圖，並實際用 3D 列印技術設備來製作飲料罐的放置杯架。

當在模擬商店補貨的時候，發現有幾次從補貨區運到商品櫃上時，會有機器的結構誤差的狀況，甚至無法上架，為了解決問題，就在網路找到尋跡感測器，並且裝在機器人的前端，而櫃子的中心點貼一段黑色的的電工膠帶來讓機器行駛至櫃子前可以再一次的矯正，這樣來回多次反覆測試及實驗。圖 2 為專題製作流程圖。

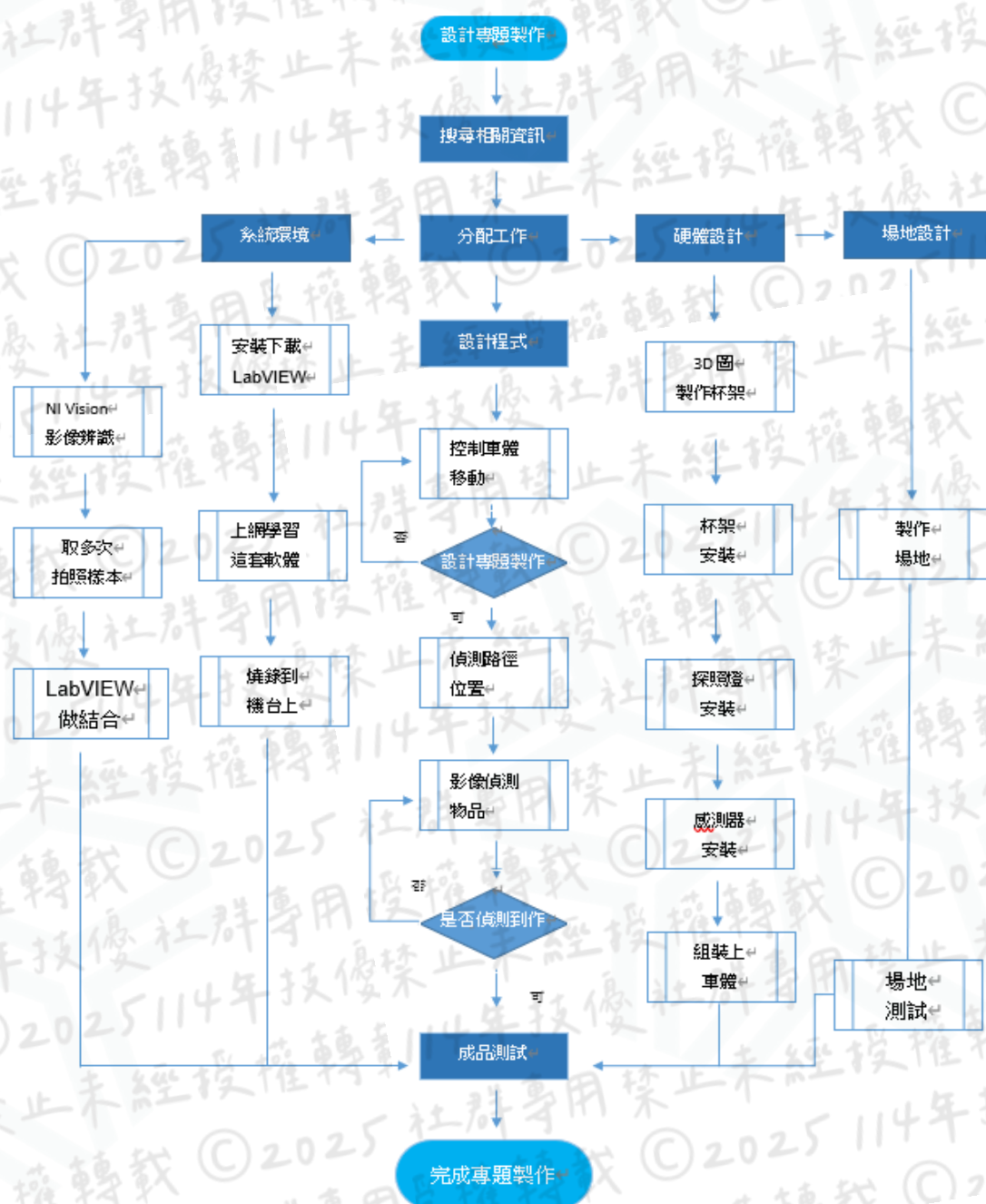


圖 2 專題製作流程圖

二、研究理論

(一) NI myRIO 硬體概述

NI myRIO 是一種創新的軟硬體平台，可以幫助我們更快設計出實用的系統。NI myRIO 搭載最新的 Zynq 整合式系統單晶片，同時配備雙核心 ARM® Cortex™-A9 處理器與 FPGA，myRIO 共有 28,000 個可設定的邏輯單元、10 個類比輸入通道、6 個類比輸出通道、音訊 I/O 通道，以及高達 40 個數位輸入/輸出 (DIO) 通道。NI myRIO 的設計與價位非常適合學術使用者，此外還有堅固的機殼版本，其中配備內建 WiFi、3 軸式加速規與數個可設定的 LED。圖 3 為 NI myRIO 正面圖



圖 3 NI myRIO 正面圖

(二) LabVIEW 概述

LabVIEW 是由美國國家儀器公司所開發的圖形化程式編譯平台，LabVIEW 早期是為了儀器自動控制所設計，至今轉變成為一種逐漸成熟的高階程式語言。圖形化程式與傳統程式語言之不同點在於程式流程採用"資料流"之概念，使得程式設計者在流程圖構思完畢的同時也完成了程式的撰寫。

LabVIEW 率先引入了特別的虛擬儀表的概念，使用者可透過人機介面直接控制自行開發之儀器。此外 LabVIEW 提供的函式庫包含：訊號擷取、訊號分析、機器視覺、數值運算、邏輯運算、聲音震動分析、資料儲存等。由於 LabVIEW 特殊的圖形程式簡單易懂的開發介面，縮短了開發原型的速度以及方便日後的軟體維護，因此逐漸受到系統開發及研究人員的喜愛。

(三) 萬向倫

在競賽機器人和特殊工種機器人中，全向移動經常是一個必需的功能。「全向移動」意味著可以在平面內做出任意方向平移同時自轉的動作。

麥克納姆輪由兩大部分組成：輪轂和輓子 (roller)。輪轂是整個輪子的主體支架，輓子則是安裝在輪轂上的鼓狀物。麥克納姆輪的輪轂軸與輓子轉軸呈 45° 角。圖 5 為萬向輪圖，圖 6 為麥克納姆輪模擬移動示意圖



圖 4 萬向輪

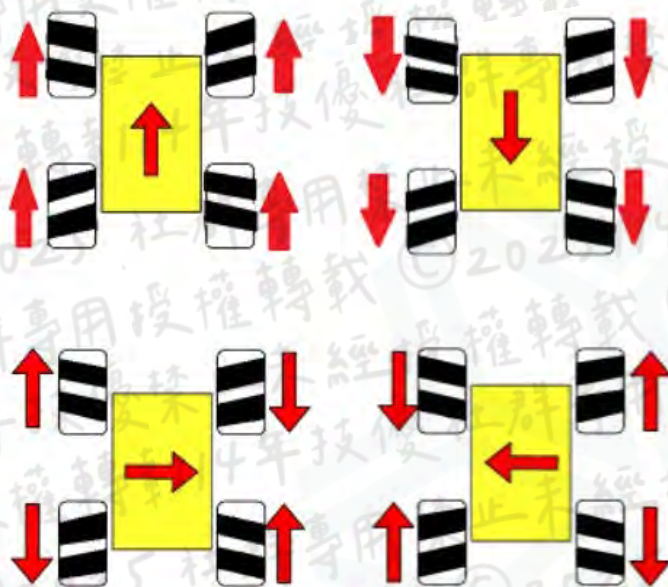


圖 5 麥克納姆輪移動示意圖

(四) 5A 75W DC-DC 電壓可調 降壓模組 帶電壓表顯示模組

大功率 降壓板可以應用在輸入電壓高於輸出電壓的降壓領域，如蓄電池、電源變壓器、DIY 可調穩壓電源、24V 車載筆記型電腦電源、工業設備降壓、12V 轉 3.3V，12V 轉 5V，24V 轉 5V，24V 轉 12V，36V 轉 24V，圖 6 為大功率降壓板電路。

本次選用的產品規格如下：

■輸入電壓 4.0~38V。(輸入的電壓須比輸出電壓高 1.5v 以上)

■可調輸出電壓範圍 1.25V~36V 連續可調。

■輸出電流可達 5A，建議在 4.5A 內使用

- 輸出功率 75W
- 轉換效率高，可達 96%
- 負載調整率 $S(I) \leq 0.8\%$ ，電壓調整率 $S(u) \leq 0.8\%$
- 具有過熱保護和短路保護功能

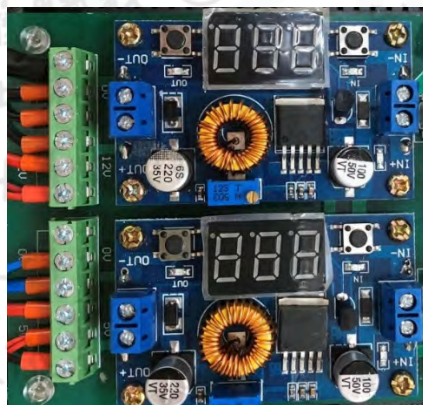


圖 6 大功率降壓板

(五) 無刷直流馬達驅動器 AQMD3605BLS PWM RS485

AQMD_BLS 系列電機驅動器使用領先的電機電流精確檢測技術、有感無刷電機自測速、有感無刷電機轉動位置檢測、再生電流恒電流制動(或稱剎車)技術和強大的 PID 調節技術可完美地控制電機平穩正反轉、換向及制動，輸出電流實時調控防止過流，精準控制電機轉速和轉動位置，電機響應時間短且反沖力小，圖 7 為無刷直流馬達驅動器圖。

本次選用的產品規格如下：

- 電壓範圍：9-36V
- 額定電流：5A
- 最大電流：7A
- 最大匹配電機：36V-125W、24V-85W，12V-30W
- 使用 ARM CorteX-M3@72MHz 處理器。
- 控制信號：電位器、模擬量、PWM、脈沖、頻率、開關、RS485



圖 7 無刷直流馬達驅動器

(六) SHARP GP2Y0A41SK0F 紅外線距離感測器

SHARP GP2Y0A41SK0F 紅外線距離感測器是許多需要精確距離測量的項目的流行選擇。這種紅外傳感器比聲納測距儀更經濟，但它比其他紅外線替代品具有更好的性能。與大多數微控制器的接口非常簡單：單個模擬輸出可以連接到模數轉換器以進行距離測量，或者輸出可以連接到比較器以進行閾值檢測，一般的檢測範圍約為 4 厘米至 30 厘米。圖 8 為紅外線感測器正面圖。

本次選用的產品規格如下：

- 輸出類型：類比電壓輸出
- 消耗電流：Typ. 30mA
- 電源電壓：4.5~5.5 V



圖 8 紅外線感測器正面圖

SHARP GP2Y0A41SK0F 是一款距離測量傳感器模塊。它由 PSD(position sensitive detector) 和 IRED (infrared emitting diode) 以及信號處理電路三部分組成。由於採用了三角測量方法，被測物體的材質、環境溫度以及測量時間都不會影響傳感器的測量精度。傳感器輸出電壓值對應探測的距離。通過測量電壓值就可以得出所探測物體的距離，所以這款傳感器可以用於距離測量、避障等場合。

圖 9 都是紅外線距離感測器的電壓圖，其中，圖(b)是沒有平均的線

性圖，而圖(a)是由每二十五個數值來平均呈現的線性圖，兩者的差異，如果沒有平均數值呈現出來的話，會很不穩定。

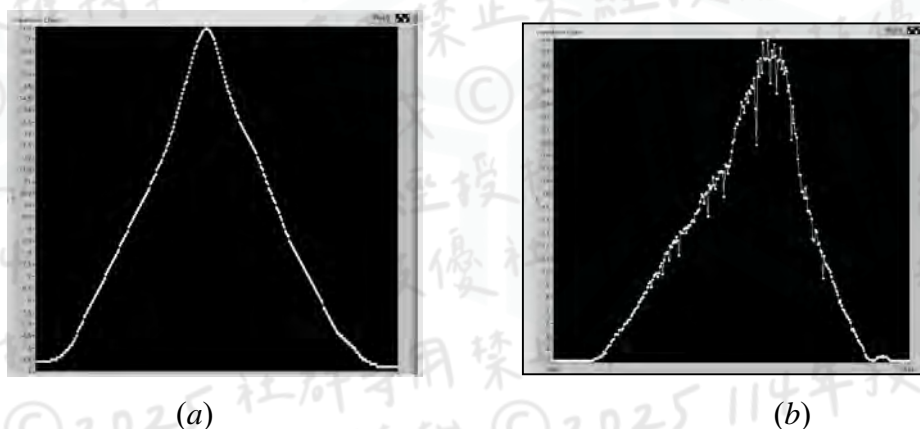


圖 9 紅外線距離感測器電壓圖

(七) 黑白線尋跡識別感測器/循線感測

利用顏色對光線的反射率，來判斷傳感器的輸出端是 0 或者是 1，就能檢測到黑線和白線。適用於智能小車或機器人循線(包括黑線和白線)、避懸崖、防跌落、避障礙，也能做反光材料檢測，如紙張、磁帶卡、非接觸式 IC 卡等等。傳感器接口有 3 根排針，分別是 VCC、OUT、GND。VCC 和 GND 為供電端，OUT 是信號輸出端。當檢測到物體，信號端便會輸出低電平；反之未檢測到物體，信號端輸出高電平。判斷信號輸出端是 0 或者 1，就能判斷物體是否存在，圖 10 為黑白線尋跡識別感測器圖。

本次選用的產品規格如下：

- 供電電壓：2.5V~12V。
- 工作電流，5V 時 18~20mA
- 傳感器輸出 TTL 電平，能直接與 3.3V 或者 5V 單片機 IO 口相連



圖 10 黑白線尋跡識別感測器

(八) KS-103 超音波模組

本次專題我們使用的超音波感測器是 KS103 的型號，KS103 超音波模組是較高質量且穩定的同類超聲波測距模組。3.3-5v，I2C 和 TTL 串口通信。直接輸出距離 mm。盲區 1 cm。測較大平面物體量程達 7-8 米，測人 3 為米左右。平均精度 2-3mm。有時達 1mm。有溫度補償功能，同時可以溫度和強光，圖 11 為超音波感測器圖。

本次選用的產品規格如下：

- 1ms 快速光強探測，即時探測即時光強
- 使用工業級配置，工作溫度 $(-30^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C})$
- 寬工作電壓範圍 $(3.0\text{V} \sim 5.5\text{V})$
- I2C 模式通信速率 50~100kbit/s
- 專利技術的探測模式，探測範圍 1cm~800cm 及 1cm~1000cm
- 探測頻率可達 500Hz，即每秒可探測 500 次
- 用 I2C/串口介面與主機通信，自動回應主機的 I2C/串口控制指令
- 採用獨特的可調濾波降噪技術，電源電壓受干擾或噪音較大時，仍可正常工作



圖 11 超音波感測器

(九) 一路繼電器模組

繼電器的內部構造有一個電磁鐵，在沒有訊號提供時，內部的簧片會在上方，這時候「常閉」與「公共端」是通路，「常開」和「公共端」是斷路，當電磁鐵透過訊號通電，就會將內部的簧片往下吸附，此時「常閉」與「公共端」變成斷路，「常開」和「公共端」變成通路，藉由這個方式，我們就可以很容易的控制電器用品的開和關。圖 12 為一路繼電器模組圖



圖 12 一路繼電器模組

(十) 影像辨識

我們的影像辨識系統是使用 LifeCam Cinema 網路攝影機，是 Microsoft 生產出來的產品，他的畫質可以達到 720p HD，此攝影機可以自動對焦，當機器人在任何地點拍攝傳回電腦時，影像依然可以銳利清晰，當初會選擇這攝影機鏡頭是因為可以支援 myRIO 軟體，圖 13 為 Microsoft LifeCam Cinema 圖。



圖 13 Microsoft LifeCam Cinema

(十一) 3D 列印模組

Onshape 是一種計算機輔助設計 (CAD) 軟件系統，。於 Internet 的服務器上執行計算密集型處理和渲染，並且用戶能夠通過 Web 瀏覽器或 iOS 和 Android 應用程序與系統進行交互。

Onshape 軟體是很好學習又容易上手的，做出來的構想圖用 3D 列印機就可以製作出成品，在做杯架時，必須要和機台上的鎖孔來作對齊，才可以將螺絲鎖上，所以一開始的測量準確。圖 14 為 Onshape 繪製杯架草圖

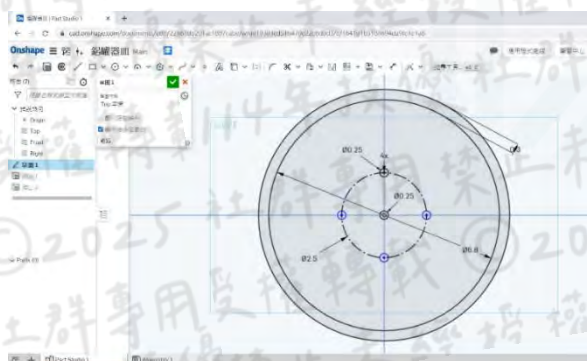


圖 14 Onshape 繪製杯架草圖

伍、研究成果

這次的專題使用 myRIO、多種感測器來結合成自動上架機器人，並且成功的分類及放置，透過機器人來讓無人化商店可以更完整的實施，未來可以讓商店的營運成本降低，讓無人商店的規劃更完善。

一、製作過程圖



圖 15 利用珍珠板製成櫃子



圖 16 測試飲料罐硬度



圖 17 櫃子前貼黑色膠帶



圖 18 3D 列印成品及鎖上機器人上

二、接線圖

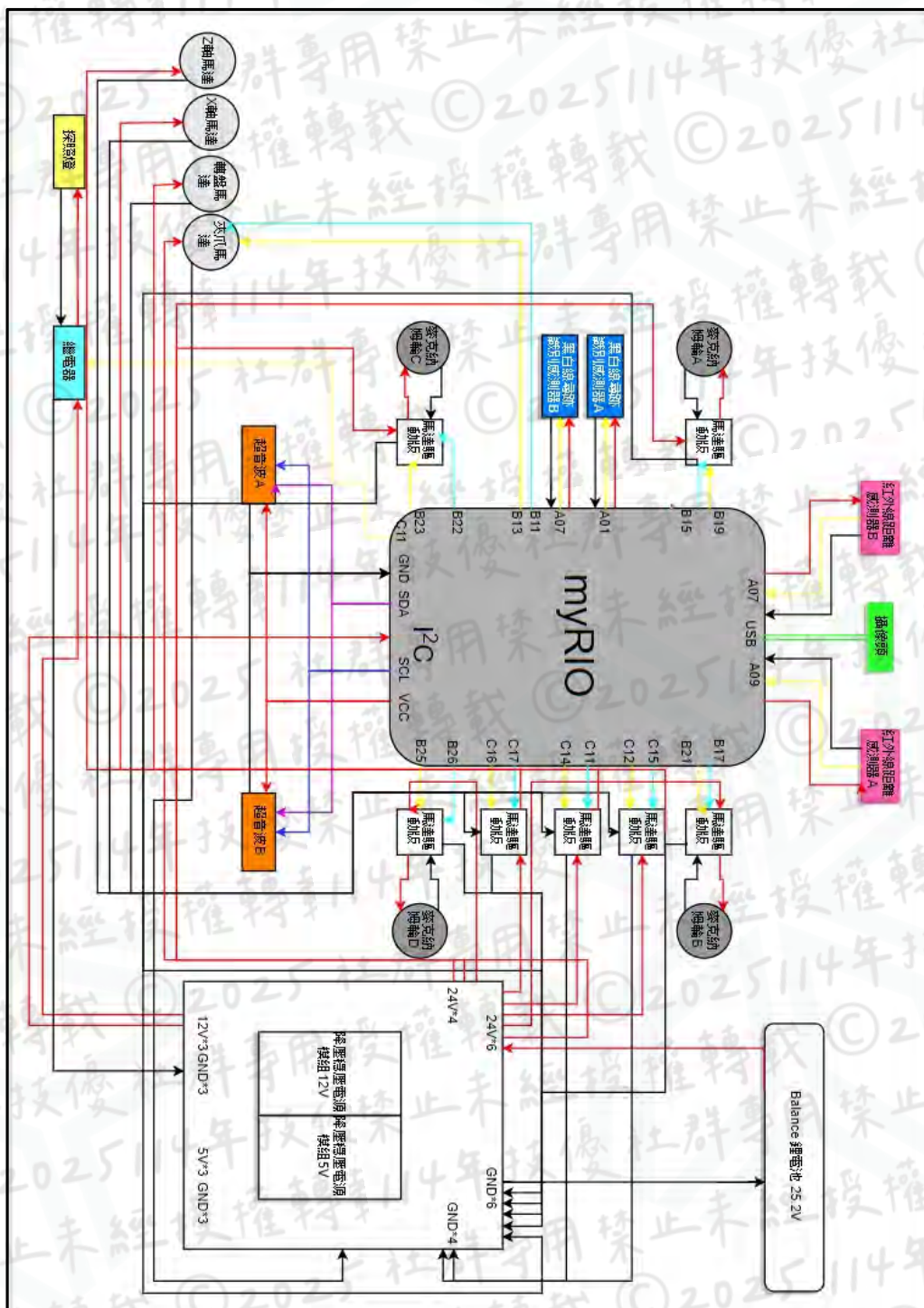


圖 19 接腳佈線圖

三、車體結構圖

在本車體架構中我們總共用了六個無刷直流馬達驅動器，以及五個無刷直流馬達。使用在 X 軸、Z 軸、四輪、夾具，因為我們搭配的無刷直流馬達驅動器已經解決了 PID 等等方面運算，因此我們在撰寫程式時也省下許多時間。



圖 20 X 軸機構



圖 21 夾具機構



圖 22 Z 軸機構



圖 23 成品照片

四、實際安裝圖



圖 24 繼電器模組正面圖



圖 25 探照燈裝上機器人

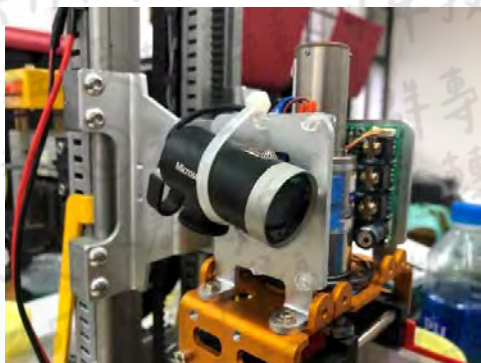


圖 26 LifeCam 網路攝影機上機



圖 27 超音波感測器安裝在機器人

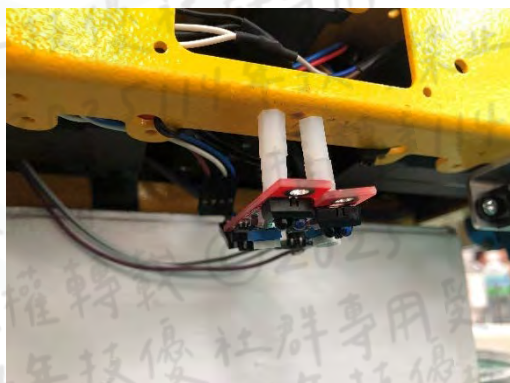


圖 28 黑白線尋跡感測器裝在機器

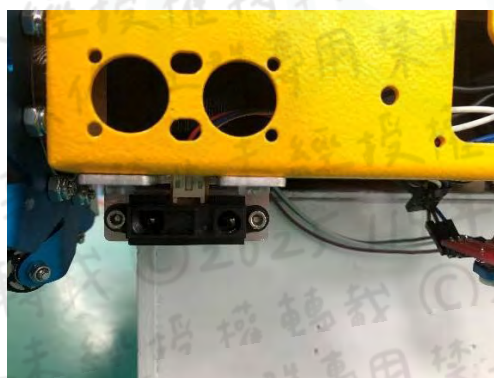


圖 29 紅外線距離感測器裝在機器

五、成品功能流程圖

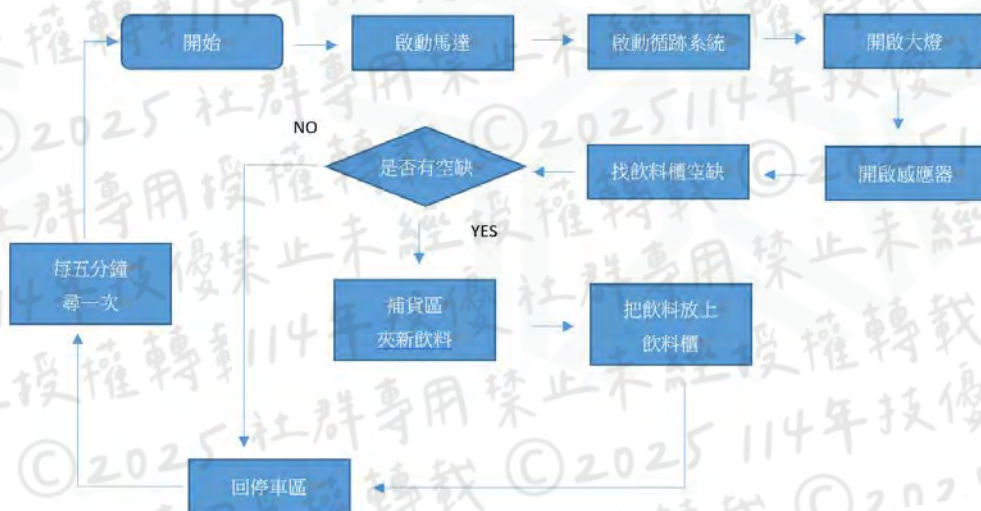


圖 30 機器人過程流程圖

六、程式撰寫結果



圖 31 紅外線感測器 LabVIEW 程式撰寫

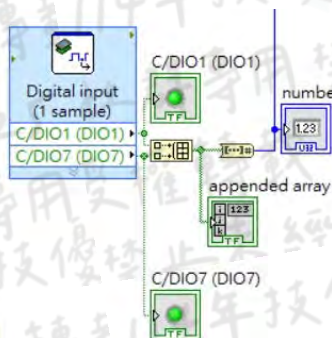


圖 32 循跡感測器 LabVIEW 程式撰寫

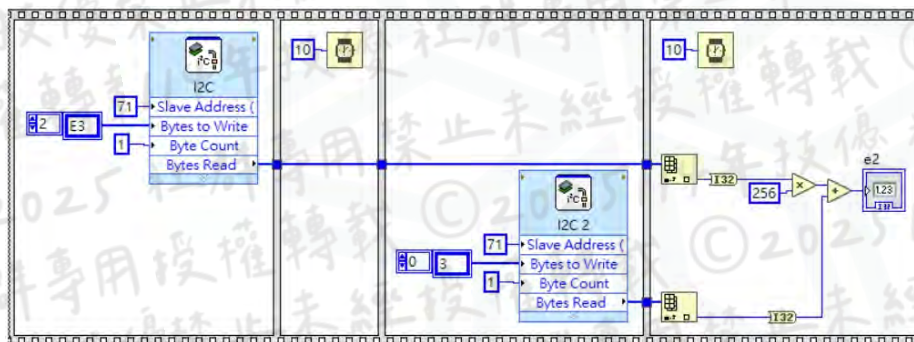


圖 33 超音波感測器 LabVIEW 程式撰寫

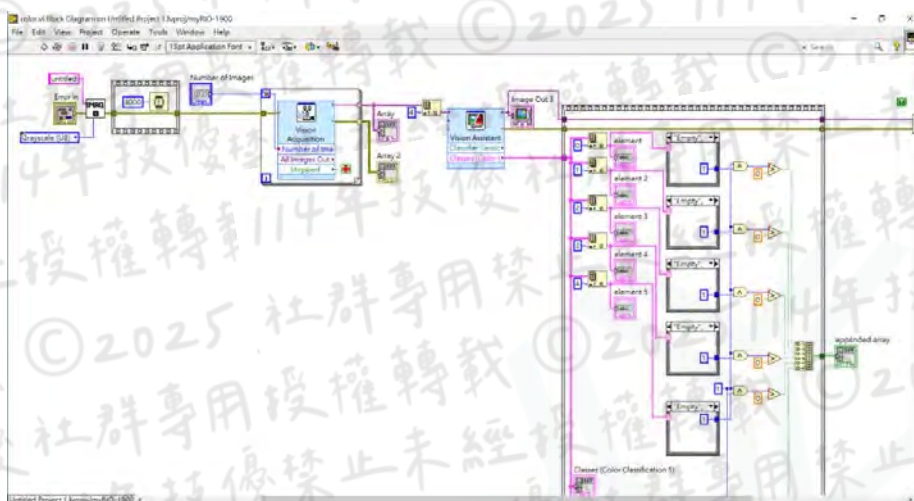


圖 34 影像辨識 LabVIEW 程式撰寫

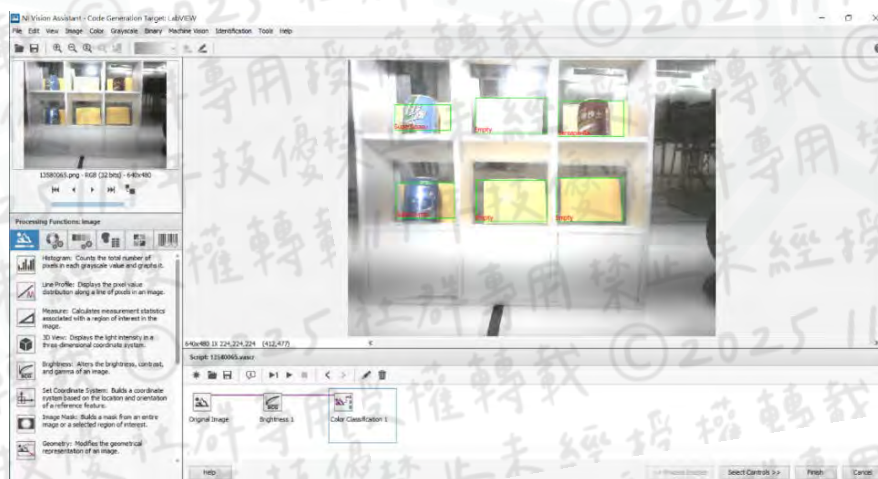


圖 35 影像辨識 Vision Assistant 程式撰寫



圖 36 影像辨識採樣樣本

陸、討論

在製作專題中，因為很多模組及元件是第一次使用，不是很了解怎麼安裝及撰寫程式，經過老師的細心教導以及隊友們一起上網查詢資料，最終，順利的把作品完成。以下為我們遇到的困難及解決方式。

一. 影像辨識

在撰寫影像辨識程式碼過程中，因當初使用連續採集影像的方式，發現會使 myRIO 判斷常常出現錯誤，因此，我們更改為單張影像去做處理，也改善了此問題，提高影像辨識穩定度。

二. 探照燈放置

因探照燈體型較大也比較笨重，原本計畫室擺放在 Z 軸機構旁，但是為了安全性，我們更改至 Z 軸機構的頂部，使機台執行中探照燈也能屹立不搖。

三. 轉盤與杯架

在測試過程中，我們發現要使飲料罐成功放置在轉盤的杯架上是一件不容易的事情，我們反覆的測試，以及調整轉盤角度及杯架高度，最後，我們發現杯架若有一定的高度能使飲料罐放置成功率提升許多。

二、自動補貨機器人有無差異比較

表 1 自動補貨機器人比較表

作品名稱	補貨商店人員	無人商店補貨機器人
優點	1.可彈性調整物品擺放 2.可以做大量的工作 3.缺貨時可以標示該物品	1.有制式的時間補貨 2.節省人力經費成本 3.可一次補多樣商品
缺點	1.櫃台人員不足 2.需要花費大量體力 3.職缺較多	1.一台成本造價較高 2.每月定期保養 3.停電時電池就無法充電
車體結構		車輪使用的是萬象輪，可全方位移動，轉盤有六個杯架，可以夾取不同種類的飲料罐。

柒、結論

這次的專題，自動補貨機器人想法改進無人商店的確實性，並且落實無人商店的完整，當初測試時，買了不同總類的鋁箔罐飲料，測試材質硬度，開始用 3D 列印製作杯架，開始用機器人測試如何夾到指定的位子，利用影像辨識鏡頭，偵測到哪個販賣櫃上沒有飲料，到備貨區夾取飲料罐到指定的販賣櫃上，測試時發現機器人移動會發生結構上誤差，所以加裝了黑白循跡感測器，同時在販賣櫃前的地板中間點貼了一段黑色膠帶，讓機器人可以到販賣櫃前執行矯正的动作，可以讓影像辨識更清楚的判斷到是否有物品在販賣櫃上、夾取的物品是否正確。

本機器人製作過程當中，遇到最大的困難就是如果機器人沒有夾取好飲料罐會導致飲料罐沒有放在杯架中而掉落至地上，有可能會影響機器人的工作，機器人就無法正常的補貨及巡視，所以我們經由多次操作來回測試，讓機器人夾取飲料罐的成功率變高，並降低失敗率，其中補貨區的箱子上安裝固定架可以讓飲料罐不會因撞擊而偏移，減少機器人夾取時產生誤差而無法準確放入杯架中。

捌、參考資料

無人商店參考來源

<https://kknews.cc/zh-tw/tech/k989ozb.html>

MYRIO 介紹

<http://www.ni.com/product-documentation/14604/zht/>

LabVIEW

<https://zh.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

Onshape 介紹

<https://en.wikipedia.org/wiki/Onshape>

SHARP GP2Y0A710K0F 紅外線距離感測器 介紹

<https://www.taiwansensor.com.tw/product/sharp-gp2y0a710k0f-%E7%B4%85%E5%A4%96%E7%B7%9A%E8%B7%9D%E9%9B%A2%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8-100550cm-analog-%E5%A4%8F%E6%99%AE%E6%B8%AC%E8%B7%9D%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8/>

KS103 介紹

<https://www.taiwaniot.com.tw/product/ks-103-%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E6%A8%A1%E7%B5%84-%E8%B6%85%E8%81%B2%E6%B3%A2%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8-%E8%B6%85%E8%81%B2%E6%B3%A2%E6%B8%AC%E8%B7%9D%E6%A8%A1%E7%B5%84-1cm-8m-%E9%AB%98%E7%B2%BE/>

繼電器 介紹

https://easyeda.com/seedstudio/Grove_Relay-xuoGASa4m

國立台灣科技大學 機械工程系 實務專題報告 應用機器視覺於史都華平台的平衡控制 作者專題生：謝倫學 王泰毅 指導教授：李維楨 博士

<http://ir.lib.ntust.edu.tw/bitstream/987654321/67197/4/%E6%87%89%E7%94%A8%E6%A9%9F%E5%99%A8%E8%A6%96%E8%A6%BA%E6%96%BC%E5%8F%B2%E9%83%BD%E8%8F%AF%E5%B9%B3%E5%8F>

[%B0%E7%9A%84%E5%B9%B3%E8%A1%A1%E6%8E%A7%E5%88%B6+.pdf](#)

高質量 無刷直流馬達驅動器 12/24/36V 5A 180W AQMD3605BLS
PWM RS485

<https://goods.ruten.com.tw/item/show?21845939216156&fbclid=IwAR353Hfn6Q8KWVP5Nmu-d8kbVlj2EPk6JTUKc8QhsRgyUeaFJDjP0TeJNPw>

大功率 75W DC-DC 可調降壓模組

<https://m.ruten.com.tw/goods/show.php?g=21549268496882&tag=cd5c1395f8f7d2ff0757666ee5880179e0ce096c>

麥克納姆輪全向移動原理

https://www.itread01.com/content/1549544428.html?fbclid=IwAR3Xbz-UXN73DI6cCpncRMOevq_pOdVaD32FE1DTUoIPDBBckjzS7s3gPXw