全國高級中等學校專業群科 108 年專題及創意製作賽

「專題組」作品說明書

群 別：電機與電子群

作品名稱：智能回收桶

關 鍵 詞：環保、自動分類

目錄

壹、 摘要

貳、 研究動機

參、 研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

(二)、時間規劃

(三)、操作步驟

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、伺服馬達(MG996R)

2、超音波模組(HC-SR04)

3、LCD 點陣液晶模組(I2C 1602)

4、ATMEGA328(Arduino 微控制器)

5、光耦合 IC(EL817C)

6、紅外線感測器

7、對照式光電開關

8、近接金屬開關

(二)、軟體介紹

1、Arduino

2、Tinkercad

3、Altium Designer

(三)、電路介紹

1、光耦合電源轉換電路

2、ATMEGA 單晶片控制電路

肆、 研究結果

一、硬體結構

二、成品展示

伍、 討論

一、限定條件

二、結論電源轉換

三、馬達啟動電流

陸、 參考資料及其他

表目錄

表 1、MG996R 規格

表 2、HC-SR04 規格及腳位

表 3、LCD 點陣液晶模組連接腳位

圖目錄

圖一、傳統捷運站回收桶

圖二、智能回收桶

圖三、研究流程圖

圖四、時間分配

圖五、開啟電源

圖六、分類回收物

圖七、檢測垃圾多寡

圖八、伺服馬達(MG996R)

圖九、超音波模組(HC-SR04)

圖十、LCD 點陣液晶模組(1602 I2C)

圖十一、ATMEGA328

圖十二、光耦合 IC(EL817C)

圖十三、紅外線感測器

圖十四、對照式光電開關

圖十五、近接金屬開關

圖十六、上層蓋

圖十七、內部轉盤

圖十八、馬達和鐵條

圖十九、底部分隔和馬達

圖二十、外殼設計圖

圖二十一、智能回收桶

圖二十二、Arduino 程式語法

圖二十三、Tinkercad

圖二十四、Altium Designer

圖二十五、光耦合電源轉換電路及 ATMEGA 單晶片控制電路

全國高級中等學校專業類群 108 年專題及創意競賽

【智能回收桶】

壹、 摘要

傳統的回收桶不僅體積龐大不易搬運且需要大量人力及時間進行垃圾處理；若以自動化分類回收及利用圓周運動改善體積龐大問題，不但能夠節省時間也能節省人力，同時也達到保護地球的目的。

我們利用 ATMEGA328 單晶片控制馬達、超音波模組、液晶螢幕顯示以及燈泡的明滅，並透過紅外線感測器、近接金屬開關、對照式光電開關判斷鐵鋁罐、寶特瓶以及鋁箔包這三類。硬體部分利用 3D 列印印製齒輪以及設計垃圾桶圓筒外型交給廠商加工，讓智能回收桶動作流程更完備。

貳、 研究動機

許多人因一時的方便而隨意分類垃圾，在現今資源匱乏的時代中，此行為不僅是浪費寶貴的回收資源，同時造成不必要的汙染，且增加處理垃圾的時間也浪費了許多不必要的人力資源，所以智能回收桶的製作目的就是改善傳統垃圾桶分類不清的問題及避免人為回收的疏失，以達到回收的目的。

（圖一）、傳統捷運站回收桶

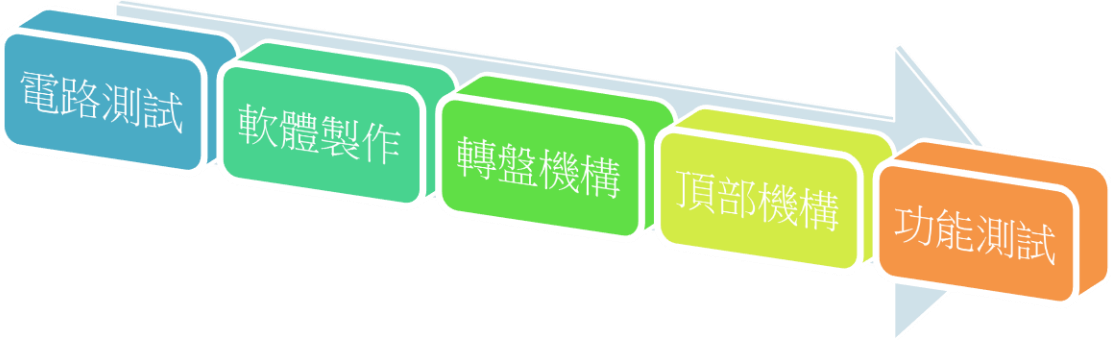
（圖二）、智能回收桶

參、 研究方法

一、研究流程

(一)、研究步驟

專題的研究步驟如下（圖三）：



（圖三）、研究流程圖

(二)、時間規劃

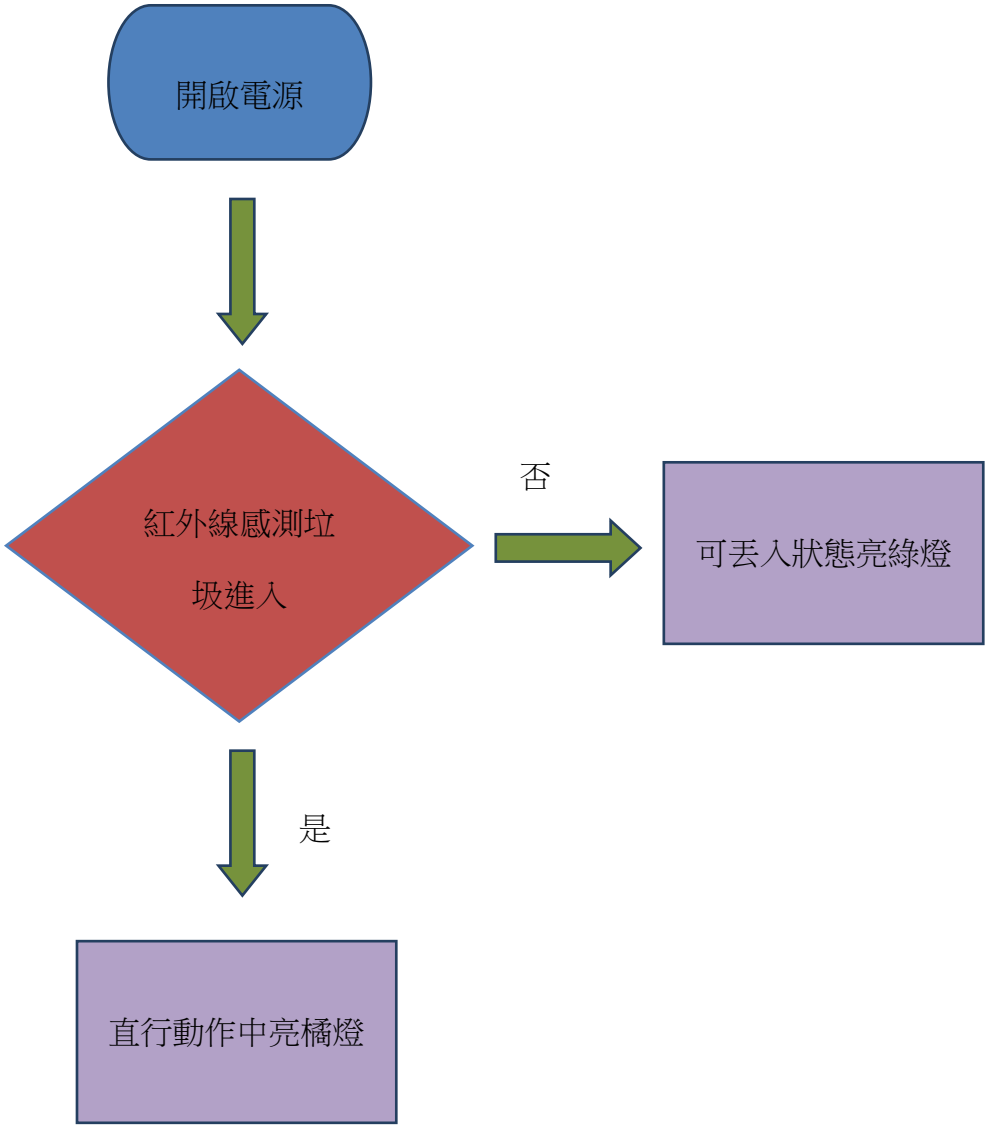
專題的時間分配如下（圖４）:

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
1.蒐集資料							
2.購買材料							
3.電路設計							
4.程式設計							
5.初版機構							
6.終版機構							
7.外部設計							
8.內部設計							
9.成品測試							

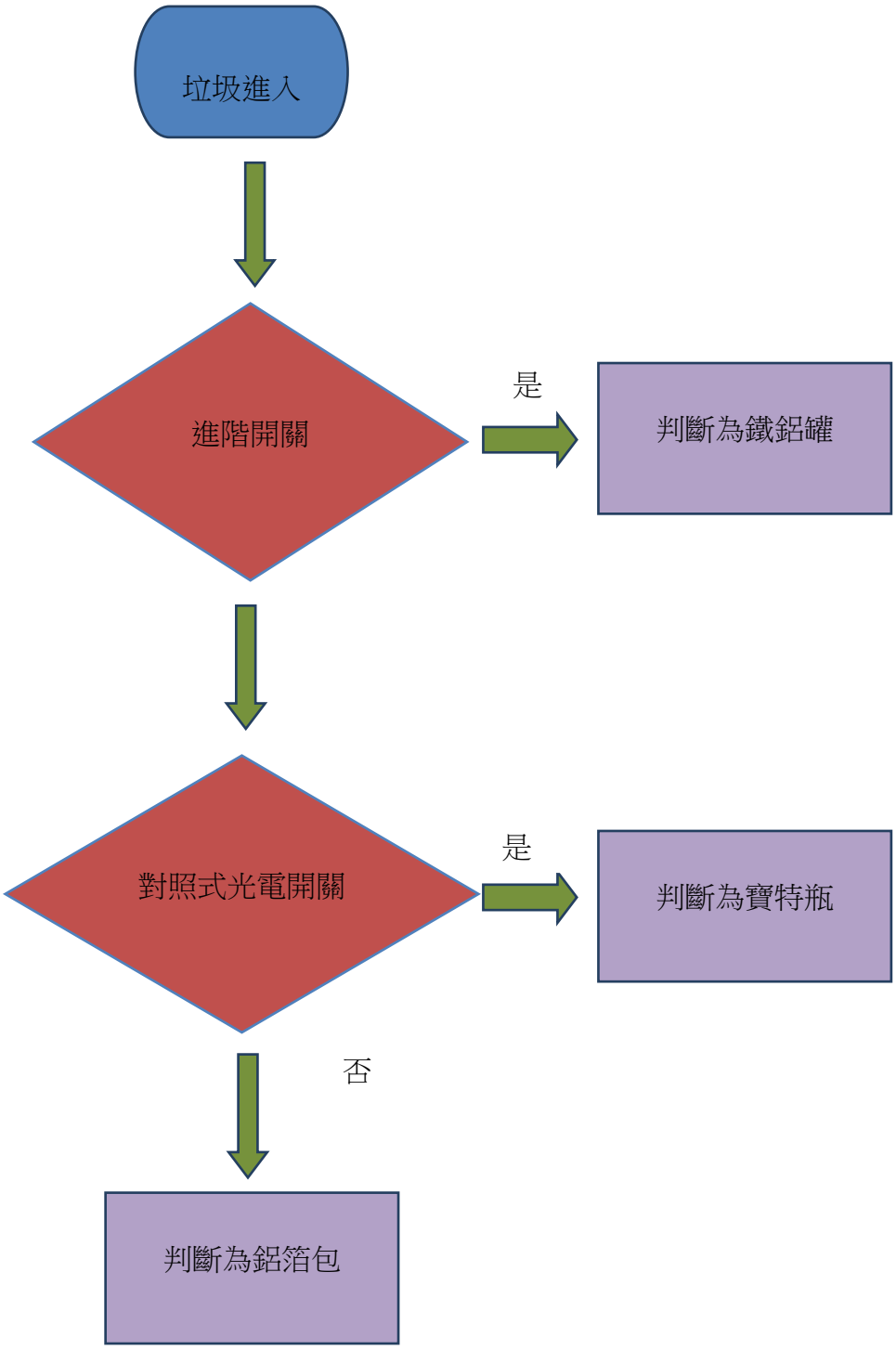
（圖四）、時間分配

（三)、操作步驟

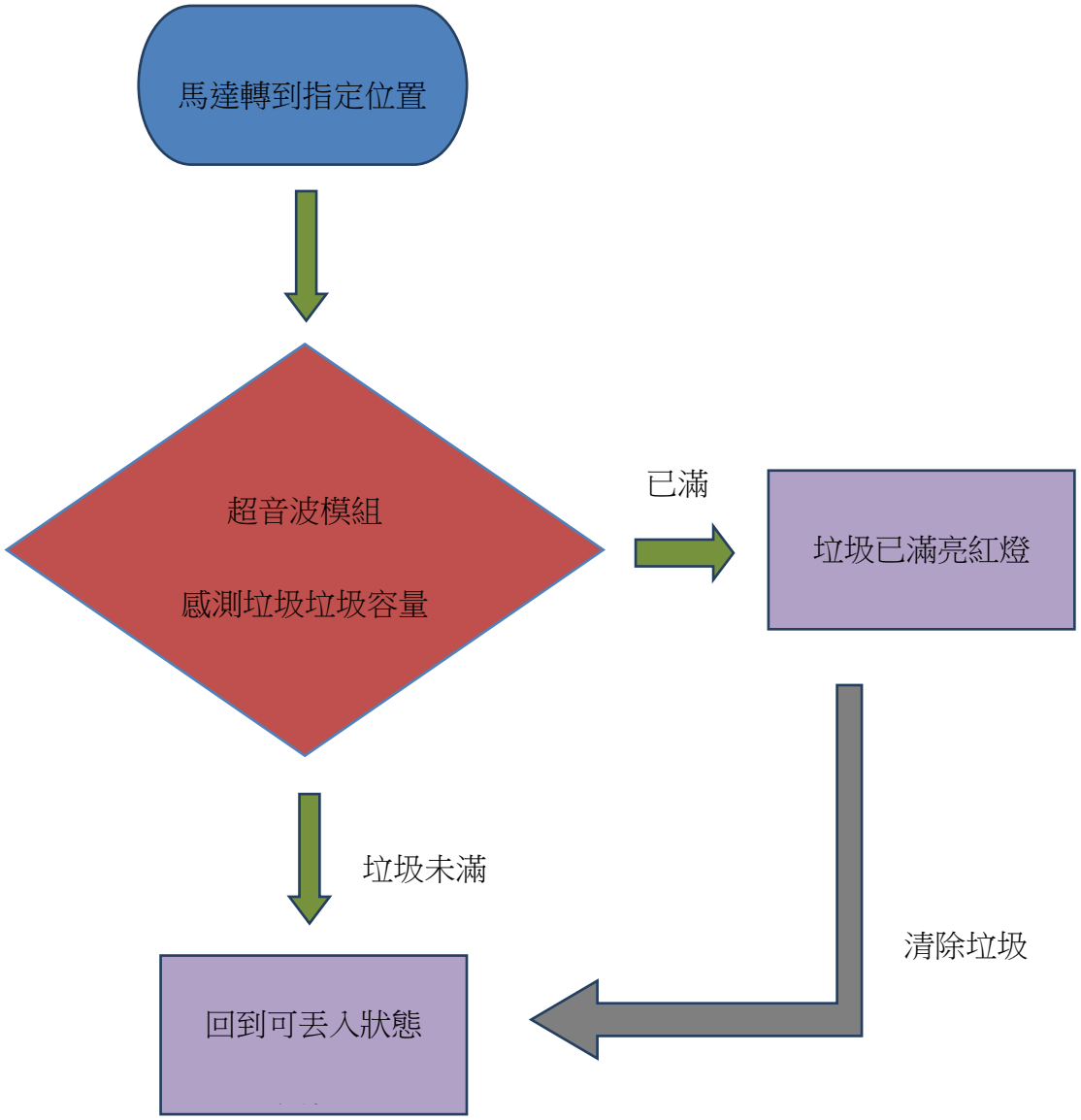
智能回收桶的操作步驟如下（圖五、六、七）



（圖五）、開啟電源



（圖六）、分類回收物



（圖七）、檢測垃圾多寡

二、使用材料及工具

(一)、零件介紹

1、伺服馬達(MG996R)

MG996R 伺服馬達(如圖八)伺服系統採用金屬齒輪傳動裝置，經由 Arduino 內建程式庫控制轉軸的停止角度，控制範圍為 0 到 270 度。利用伺服馬達配合齒輪及齒條控制上層轉盤轉動以及閘門開關。MG996R 規格如下（表 1）。

（表 1）、MG996R 規格

尺寸	40.7×19.7×42.9mm
堵住轉矩	9.4kg/cm(4.8V);11kg/cm(6V)
運行速度	0.19sec / 60degree（4.8v） 0.15sec / 60degree（6.0v）
工作電壓	4.8~6.6v
溫度範圍	0-55deg

（圖八）、伺服馬達(MG996R)

2、超音波模組(HC-SR04)

HC-SR04(如圖九)是一種超聲波測距模塊，可提供遠距離非接觸式的測量功能，其 4 個接腳分別為:Vcc，Trig，Echo，Gnd。我們利用其量測垃圾與超音波的距離，藉由 Arduino 程式換算成垃圾容量。HC-SR04 規格及連接的腳位如下（表 2）。

（表 2）、HC-SR04 規格及腳位

量測範圍	2cm-400cm
測量角度	<15deg
高電位	Vcc
Trig	7
Echo	8
低電位	Gnd

（圖九）、超音波模組(HC-SR04)

3、LCD 點陣液晶模組(1602 I2C)

LCD(liquid-crystal display) 如（圖十）點陣液晶模組如（表 3)為常見的基本顯示裝置，像是電視、手錶、電腦、電子計算機.....；I2C 匯流排使用兩條線來進行通訊，一條數據線 (SDA) 及一條時脈線 (SCL) ，共 16 字x2 行。我們用此來顯示回收種類及容量。較為特別的地方是-因為我們採用 Arduino Uno 板，板子內本身具有 SDA、SDL 功能，因此不需自己定義接腳。LCD 點陣液晶模組連接腳位如下表 3

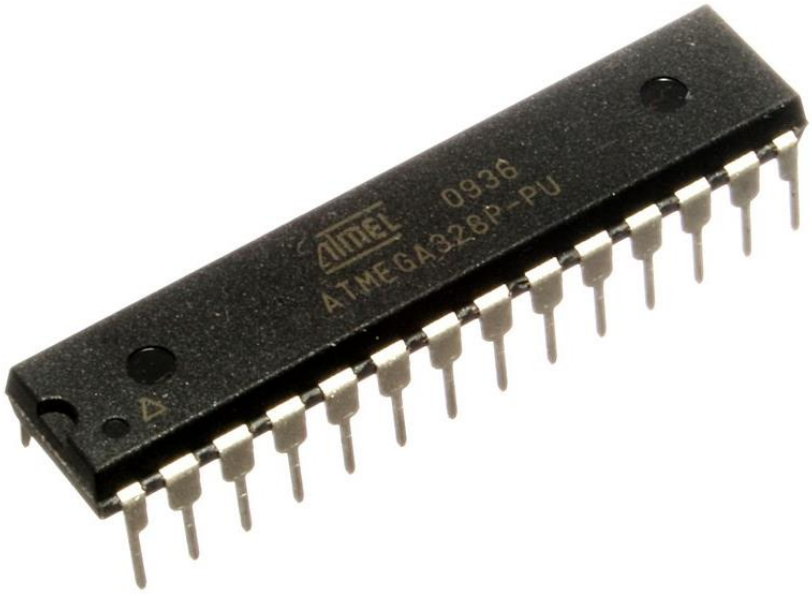
（表 3）、LCD 點陣液晶模組連接腳位

低電位	GND
高電位	VCC
SDA	A4
SDL	A5

（圖十）、LCD 點陣液晶模組(1602 I2C)

4、ATMEGA328(Arduino 微控制器)

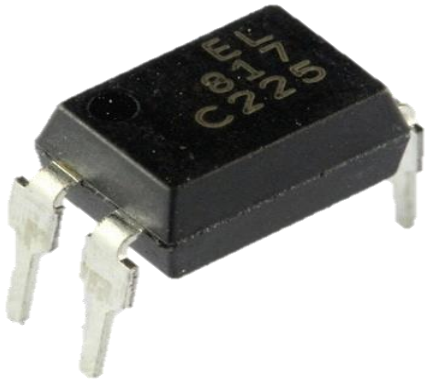
ATMEGA328 (如圖十一)是 Atmel 發展的 megaAVR 產品線其中一個單晶片產品。這個單晶片的工作電壓運作在 1.8V-5.5V 之間。其常見於許多專案之中，這些專案多半是簡單的、低功耗的以及低成本的。或許最多的應用是在流行的 Arduino 控制板上，有 Arduino Uno、Arduino Nano 和 Arduino LilyPad 等等。



（圖十一)、ATMEGA328

5、光耦合 IC(EL817C)

EL817C 光耦合 IC(如圖十二)輸入端配置發光二極體作發光源，輸出端配置光敏三極體作受光器，工作時以光作為媒介來傳遞信息，相較傳統繼電器具有體積小、抗干擾能力強、無接觸點及響應速度快等優點。



（圖十二)、光耦合 IC(EL817C)

6、紅外線感測器(量子型)

量子型紅外線感應器(如圖十三)主要動作原理是利用光電效應，例如光二極體，以及利用光電效應的 CdS、PbS 等元件，此類型最為一般所常見。利用其判定入口是否進入垃圾以進行光電開關及金屬開關的組合邏輯判定垃圾種類。

(圖十三)、紅外線感測器

7、對照式光電開關

對照式光電開關(如圖十四)主要是由傳送光線的投光部位和接收光線的受光部位所組成。利用被檢測物對光束的遮擋或反射，檢測物體有無。我們利用此原理發現寶特瓶在被感測時因為反射量較少因此光電開關視為無遮蔽狀態。

（圖十四)、對照式光電開關

8、近接金屬開關

近接金屬開關(如圖十五)檢測原理為透過外部磁場的影響，檢測出表面產生的渦電流所引起的阻抗變化，通常用於檢測金屬等導體。我們利用此原理判定鐵鋁罐類的金屬回收物。

(如圖十五)、近接金屬開關

(二)、軟體介紹

1、Arduino

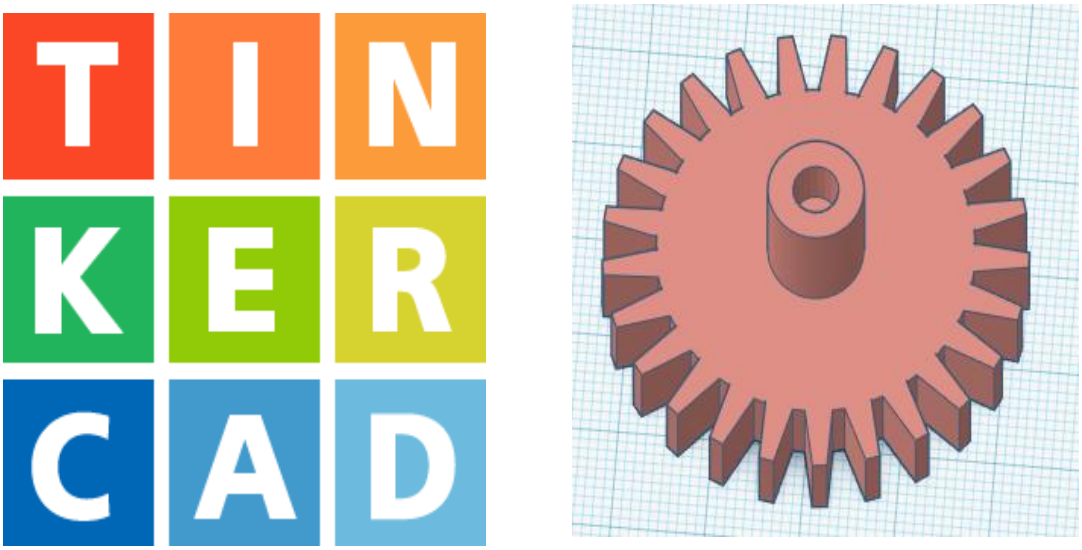
Arduino 是一種開放授權的互動環境開發技術，提供了簡單好用的 I/O 介面，並具可使用類似於 Java、C 語言等高階語言的開發環境，可在官網免費下載。Arduino 程式(如圖十六)主要 setup() 和 loop() 這兩個函式組成，編寫程式時，可直接點選 File > Examples > 1.Basics > Digital ReadSerial 這個範本檔，另存新檔後，然後再修改 setup()和 loop()兩個函式的內容即可。

```
void setup(){
  //setup 初始環境設定
}
void loop(){
  //loop 程式執行主體
}
```

（圖十六）、Arduino 程式語法

2、Tinkercad

Tinkercad (如圖十七)是簡易操作的 3D 建模平台，適合無 3D 繪圖概念的初學者使用。使用者可直接在網頁瀏覽器上開發模型，不需下載軟體到電腦上，只要經過 Tinkercad 設計，最後經由 3D 列印機印出，便能做出符合自己需求的形狀。對 3D 建模和 3D 列印新手來說，Tinkercad 是易學易用的入門建模工具。因此我們利用它來列印轉動圓盤的齒輪、中柱連接及固定上層電源結構。



（圖十七）、Tinkercad

3、Altium Designer

Altium designer(如圖十八）是 altium 公司開發的一款電子設計自動化軟件，提供基於 PC 的電子設計自動化（EDA）軟體，結合了原理圖設計、板級設計、FPGA 設計、交互式布線等等，最後將完成後的電路經由雕刻機刻出電路板，以方便各個元件接腳連接組合。

（圖十八）、Altium Designer

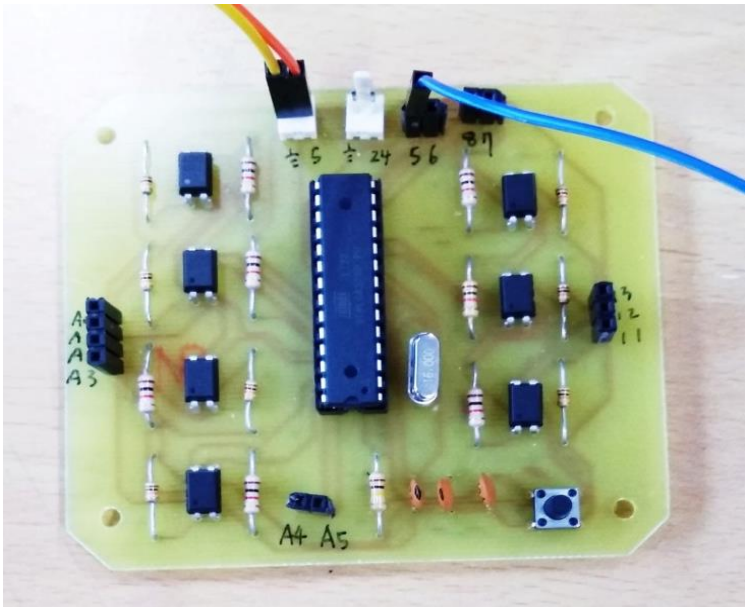
(三)、電路介紹

1、光耦合電源轉換電路(如圖十九)

因為我們利用的感測器輸出電壓為 24V，對 ATMEGA328 來說無法負荷，因此在光耦合 IC(EL817C)一次側輸入 24V 提供感測器電源，待感測器有訊號時藉由光媒介傳遞訊息到供應 5V 給 Arduino 的二次側；同理，燈泡輸入電壓也需 24V，因此將上述情形的一二次側電源轉換亦可避免 Arduino 無法驅動燈泡的問題。

2、ATMEGA 單晶片控制電路(如圖十九）

首先因為我們的電路需要雙電源，於是在圖上方分別有兩個電源 5V 及 24V 輸出腳；右下方為 ATMEGA328 所需具備的時脈訊號:為石英震盪器配合陶瓷電容提供的 16MHz；其餘分別式超音波、液晶顯示螢幕、伺服馬達、燈泡及感測器的輸出母座。將把寫好的 Arduino 程式燒錄到 ATMEGA328 單晶片中，最後透過實際接線驅動其它電路。



（圖十九）、光耦合電源轉換電路及 ATMEGA 單晶片控制電路

肆、研究成果

一、硬體結構

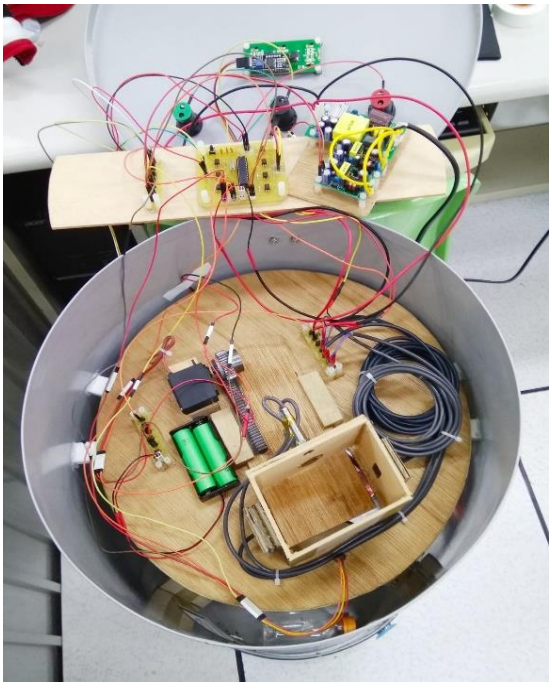
智能回收桶的外殼是以鐵製成，而整體結構可大致分成三層。

上層蓋放置綠、橙、紅提示燈及液晶螢幕(如圖二十)。採用上層蓋可掀設計方便觀察校正。

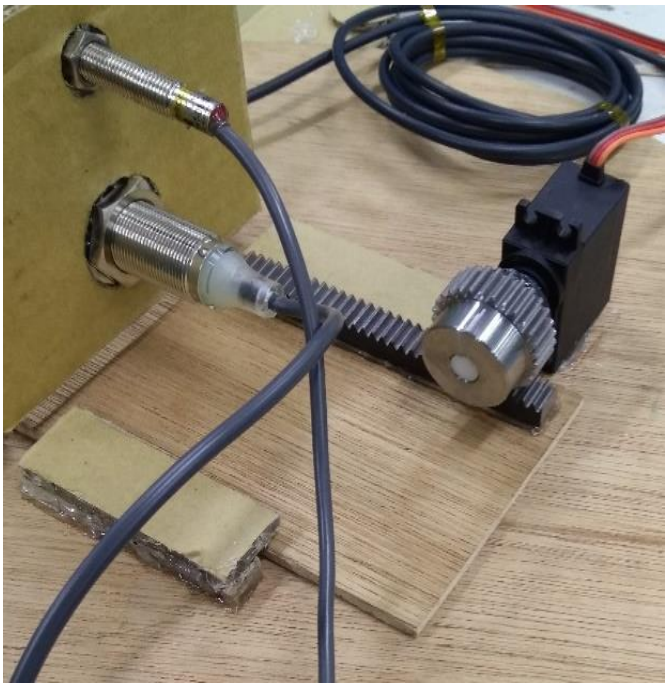
內部轉盤裝設電路及感測器(如圖二十一)，超音波模組則裝在轉盤下方。以較小的投入口設計，能讓感測器更接近感測物，更能達成有效的感測。而控制擋板的伺服馬達利用鐵條(如圖二十二)，使圓周運動轉換成直線運動，達成開關擋板的目的。使用熱溶膠及膠帶加固，使線路及各零件在快速旋轉時不脫落。

下層用木板均分成三個分類區域，中間是用擴管過的 PVC 管裝設培鈴，在旁的則是控制轉盤的伺服馬達(如圖二十三)。馬達帶動 3D 列印的齒輪再搭配上培鈴使轉盤轉動更為流暢。下方開三個擋門方便取出垃圾。

(圖二十)、上層蓋

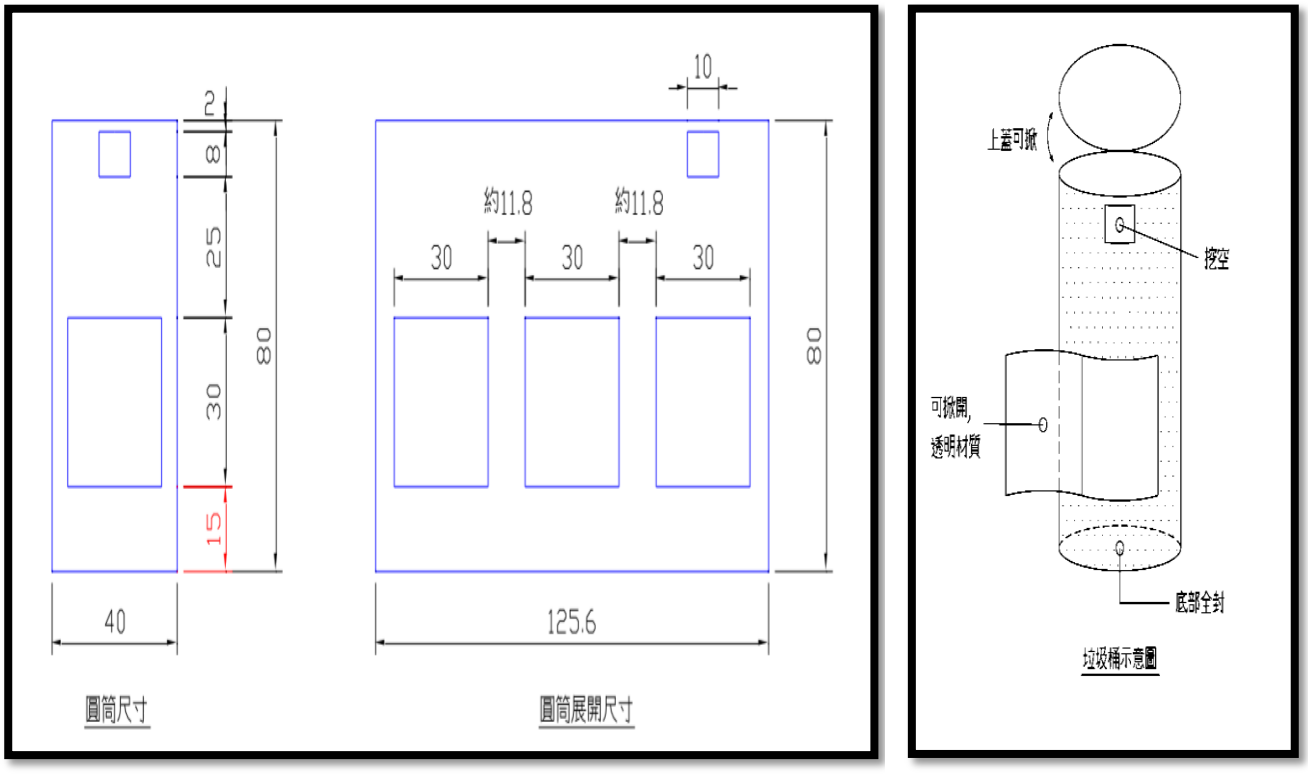


（圖二十一）、內部轉盤



（圖二十二）、齒輪和齒條

（圖二十三）、底部分隔板和馬達



（圖二十四）、外殼設計圖

二、成品展示

（圖二十五）、智能回收桶

伍、　討論

一、馬達啟動電流

在製作初版機構時只有使用電源模組當作電源。不知為何使用電源供應器測試功能都正確無誤，換上電源模組卻出現異常?經我們上網查詢資料後發現:「馬達啟動電流過大超過電源模組負荷容易使電路動作異常。」

因此我們決定馬達及電路使用獨立電源，電路主要是由電源模組供應，馬達使用鋰電池，最後再進行共接地。改裝完後功能終於能如期發揮。

二、限定條件

為使功能正常發揮仍須有限定條件:

１、垃圾不可壓扁再丟入:壓扁後會影響到「物品的透光性」及「與感測器接觸的面積大小」，可能造成錯誤感測。

２、寶特瓶須拆除包裝:利用對照式光電開關感測寶特瓶是否透光，如包裝未拆除講會影響其感測。

３、不可以一次投入多個垃圾:為求有效感應、正確分類，一次只能投入一種回收物。

陸、　結論

經過多次的測試、改造，最後終於製作出獨一無二的「智能回收桶」。

頂部燈號及液晶螢幕讓人更了解分類情形，且動作快速、分類準確、又不佔空間，成功地達成我們的製作目標。鐵外殼噴上銀灰色的漆使整個回收桶具科技感，而底下使用玻璃門方便觀察，也讓整體外觀更有質感不單調，期許智能回收桶能喚起環保意識，增加大眾回收的意願。

未來期許能一次性大量分類回收物，且加上語音功能，使整體更完善。

專題，讓我們知道我們是一個團隊，每個人缺一不可。從討論、分工或偶有的想法分歧，到最後的達成共識、互助合作。點點滴滴都是難能可貴的。最重要的是在過程中我們一起學習、一起思考、一起突破，並不是孤軍奮戰，這些，都超越了教科書裡的知識。「智能回收桶」——便是我們共同努力的成果。

柒、　參考資料及其他

（圖一）、傳統捷運站回收桶。取自：
https://bernhan.wordpress.com/2009/01/11/isle-de-formosa-%E4%B9%8B-%E5%9B%9E%E6%94%B6%E6%A1%B6/

（表 1）、MG996R 規格。取自：
http://www.towerpro.com.tw/product/mg995-robot-servo-180-rotation/

（表 2）、HC-SR04 規格及腳位。取自：
https://www.electroschematics.com/8902/hc-sr04-datasheet/

（表 3）、LCD 點陣液晶模組連接腳位。取自：
https://makerpro.cc/2017/02/how-arduino-use-i2c-to-control-lcd-module/

４、ATMEGA328(Arduino 微控制器) 。取自：
https://zh.wikipedia.org/wiki/ATmega328

５、光耦合 IC(EL817C) 。取自：
https://kknews.cc/zh-tw/news/ovyv9xq.html

６、紅外線感測器(量子型) 。取自：
http://jyhshin3.blogspot.com/2009/04/blog-post_22.html

7、對照式光電開關。取自：
https://www.omron.com.tw/solution/guideDetail/0119_1

8、近接金屬開關。取自：
https://www.omron.com.tw/solution/cautions/41/1/proximity_tg_tw_6_1.pdf

（圖二十二）、Arduino 程式語法。取自：
http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=2782

（圖二十三）、Tinkercad。取自：
https://www.g2crowd.com/products/tinkercad/reviews

（圖二十四）、Altium Designer。取自：
https://componentsearchengine.com/library/altium