

國立數學暨資訊教育學系人工智慧與資訊教育組

人工智慧教育專題製作(一) 期末報告

題目：資源回收分類結合影像辨識（鋁箔包、寶特瓶、紙餐盒）

專題指導教授：周建興教授

班級：數資三 AI 資教組

學號：111013210

姓名：洪郁涵

日期：113 年 1 月

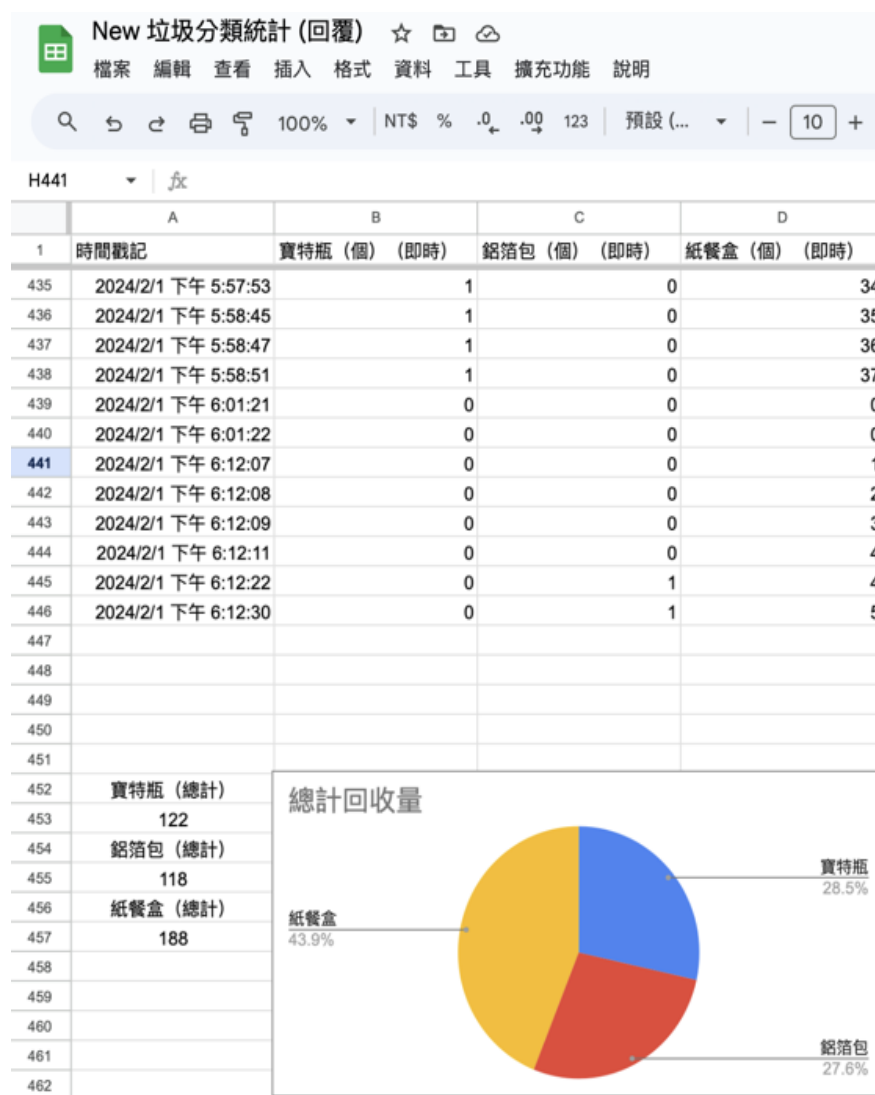
一、簡介：

以 MIT App Inventor 的 Personal Image Classifier (PIC) Tools 自訂神經網路視覺辨識系統來訓練以下三種資源回收物（鋁箔包、寶特瓶、紙餐盒），可透過 [kaggle](https://www.kaggle.com/) 下載資源回收物的資料庫圖片，並進行訓練，最後把訓練好的模型上傳到 MIT App Inventor 2 專案中。編寫 MIT App Inventor 2 程式後，再透過 MIT App Inventor 2 的 microbit_Uart 元件發送控制字元給 micro:bit，並編寫 micro:bit 程式，然後 micro:bit 接到指令字元之後就會執行對應的動作（控制對應垃圾桶的開與關），再透過 App Inventor 上傳辨識的資料到 Google 試算表。

專題成果影片連結及辨識資料的統計結果如下：

1. 專題成果影片：<https://youtu.be/P4mDqdWVWiI>

2. 辨識資料的統計結果：



二、專題材料與工具：

- Android 手機 * 1
- BBC micro:bit 微控制板 _ 新版 V2.21 * 1
- [DFRobot] micro:bit 電機驅動擴充板 * 1
- 伺服馬達 SG90 TOWER PRO 1.8KG 扭力) * 3
- 紙盒 * 3
- 吸管 * 1 (剪成三段)
- 辨識圖卡 (鋁箔包、寶特瓶、紙餐盒) * 任意個

三、參考資料：

- <https://blog.cavedu.com/2019/12/25/microbit-mit-app-inventor-robot/>
- <https://blog.cavedu.com/2020/03/09/app-inventor-google/>

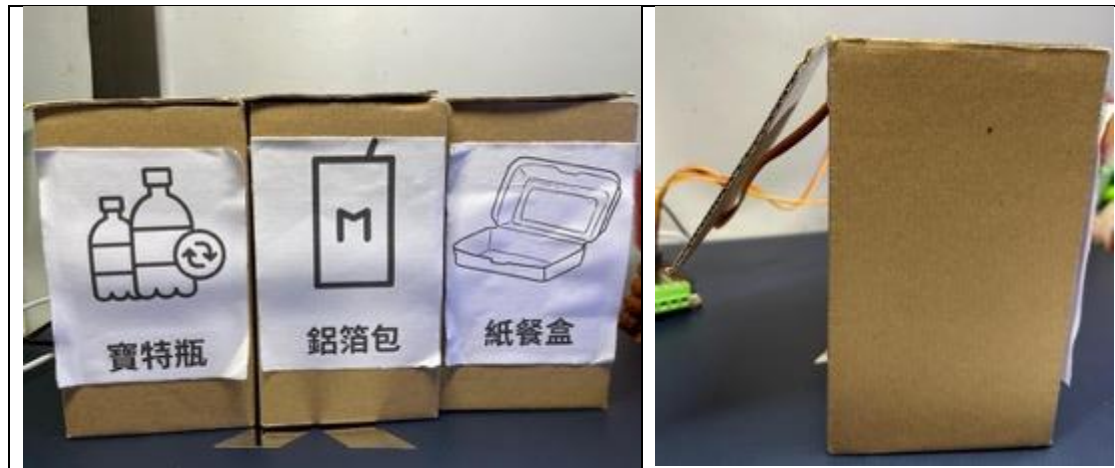
四、執行流程如下：

1. App inventor 透過藍芽連接 micro:bit
2. PIC 影像辨識準備完成
3. 拍照取得圖片並進行辨識
4. 回傳辨識結果並顯示於畫面
5. 透過藍芽傳送指令到 micro:bit，並藉由 micro:bit 控制對應的伺服馬達開啟與關閉
6. App inventor 上傳辨識資料到 Google 試算表

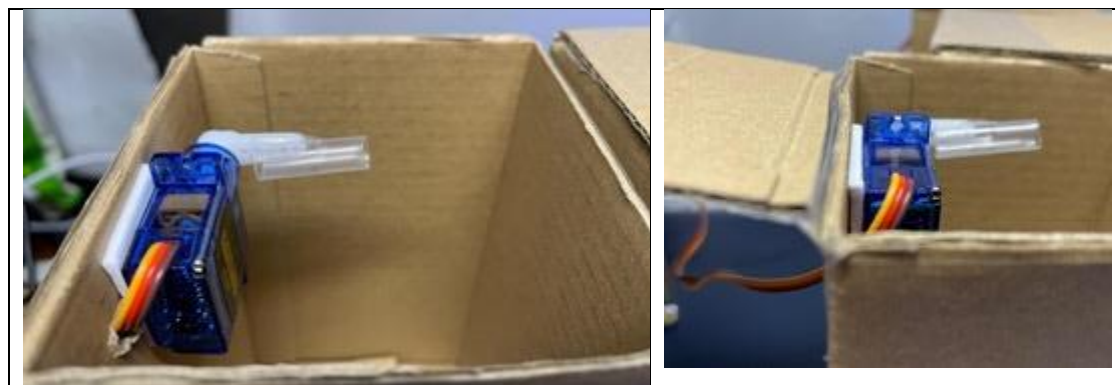
五、實際操作

Step 1：硬體組裝

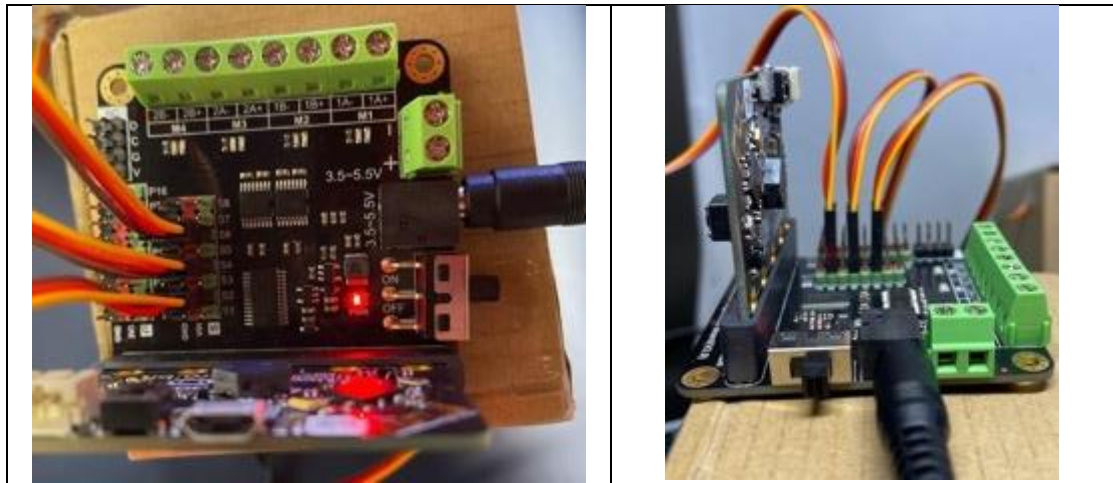
1. 三個紙盒，並另外裁剪一個紙板當蓋子，用膠帶黏貼上去。



2. 將伺服馬達安裝上去，並將吸管貼在半邊舵柄上（延伸其長度）（長度可適時地調整），並將線穿洞從後方繞出。



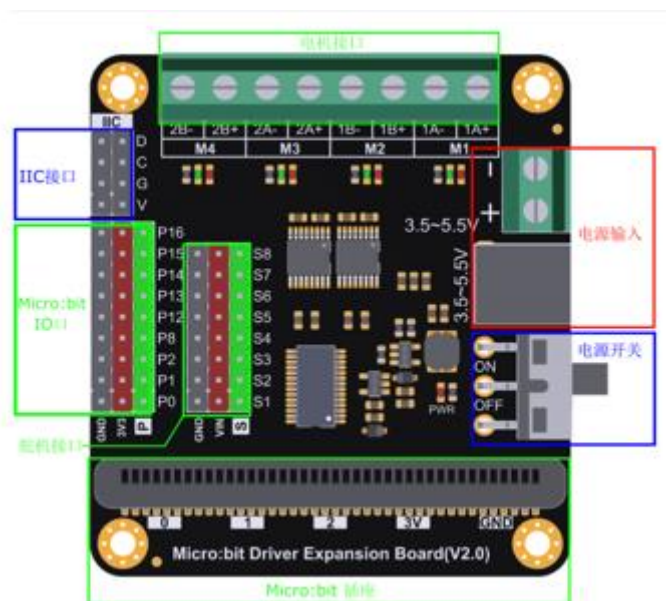
3. 馬達的線分別接在 S2、S4、S6，然後將 micro:bit 插上去，並接上電源線，打開其開關。



（寶特瓶垃圾桶的伺服馬達的線我接在 S2、鋁箔包垃圾桶的伺服馬達的線我接在 S4、紙餐盒垃圾桶的伺服馬達的線我接在 S6）

補充介紹：

[DFRobot] micro:bit 電機驅動擴充板功能介紹



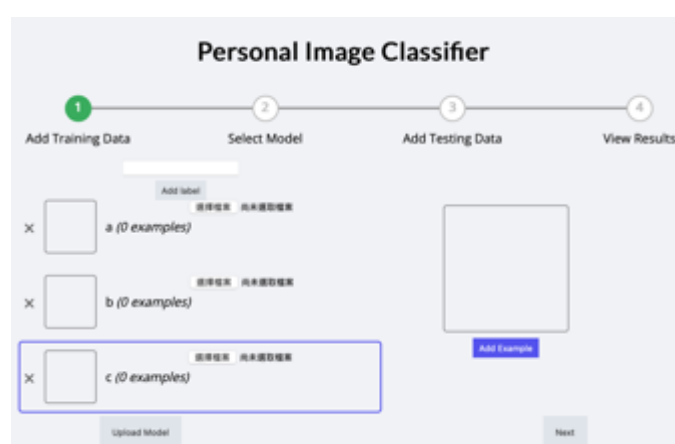
（圖片來源為 DFROBOT 官網：

https://wiki.dfrobot.com.cn/_SKU_DFR0548_micro_bit_电机驱动扩展板#.E7.AE.80.E4.BB.8B）

Step 2：訓練模型

使用 MIT App Inventor 的 [Personal Image Classifier](#) 網站來訓練以下三種資源回收物（鋁箔包、寶特瓶、紙餐盒），可透過 [kaggle](#) 下載資源回收物的資料庫圖片，並進行訓練，最後把訓練好的 .model 檔上傳到 App Inventor 專案中。

1. 新增並命名標籤，並把圖片匯入進去（在此 a 類別我設為寶特瓶，b 類別為鋁箔包，c 類別為紙餐盒）



2. 可以根據需求調整數值，接著按下 train model 開始訓練模型



- (1) 訓練週期 (Epochs)：當一個完整的數據集通過神經網絡一次並且返回了一次，這個過程稱為一個「訓練週期 (Epochs)」。訓練愈多次理論上會有更好的準確度，但是所需的時間也會愈久。

(2) 訓練數據分數 (Training Data Fraction)：用於訓練的數據集比例。

3. 可增加模型內沒有的照片並進行測試，接著看辨識結果如何

The interface is titled "Personal Image Classifier". At the top, a progress bar shows four steps: 1. Add Training Data, 2. Select Model, 3. Add Testing Data, and 4. View Results. Step 3 is currently active. Below the progress bar, there is a large empty square box for adding testing examples. Below this box is a blue button labeled "Add Example". Below the button is the text "Done adding testing examples?" followed by a dark grey button labeled "Predict". At the bottom left is a light grey button labeled "Back", and at the bottom right is a light grey button labeled "Next".

4. 訓練完成後，按下 download model(下載模型)

The interface is titled "Label Correctness". At the top, a progress bar shows four steps: 1. Add Training Data, 2. Select Model, 3. Add Testing Data, and 4. View Results. Step 4 is currently active. Below the progress bar, there are two empty square boxes side-by-side. Below each box is a light grey button labeled "Clear". At the bottom left is a light grey button labeled "Back", and at the bottom right is a light grey button labeled "Download Model".

Step 3 : app inventor 編寫影像辨識程式

- 手機介面



- 元件說明如下：

- 擴充元件：

- personalImageClassifier 元件(簡稱PIC 元件) (需另外匯入 .aix 檔)
- micro:bit_Uart 元件，用於發送訊號給 microbit(需另外匯入 .aix 檔)
- BluetoothLE 元件，用於進行藍牙通訊 (需另外匯入 .aix 檔)
- 連結藍芽連線的按鈕(connect)
- 中斷藍芽連線的按鈕(Button_Disconnect)
- 手動直接控制三個垃圾桶的開與關。(open 和 close 按鈕)
- 用於照相辨識 (ButtonTake)
- 切換前後鏡頭的按鈕 (Switch_Camera)
- WebView 用來即時預覽相機的畫面
- 顯示結果用的標籤 (Label_result)
- 提醒拍攝者將照片拿近一點的標籤 (如果拍攝者拿太遠，可能導致辨識結果的準確值較小) (Label_result2)
- 告知使用者是否將記錄寫入試算表中的標籤 (標籤1)
- 網路1 (Web)，用於上傳資料到 Google 試算表

流程如下：

1. PIC 相關設定：

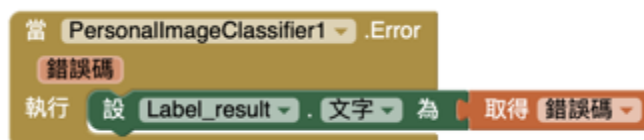
(1) 將訓練好的模型匯入



(2) 當 PIC 元件準備完成之後，把在 PIC 網站上訓練好的模型的 ModelLabel 顯示在 Label 上。

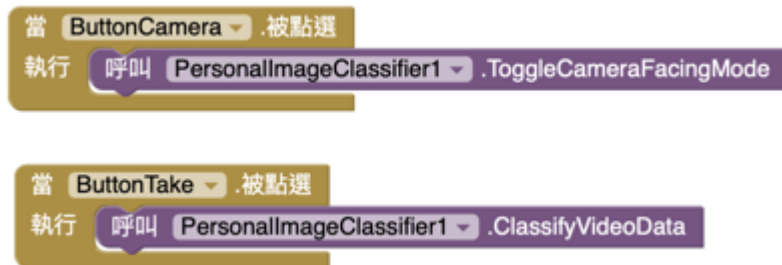


(3) 如果 PIC 元件發生錯誤的話，把 errorCode 顯示出來



(4) 辨識影像資料與切換前後鏡頭

- 按下 ButtonTake 按鈕，呼叫 PIC 元件的 ClassifyVideoData 方法來辨識
- 按下 ButtonCamera 之後，切換前後鏡頭。



2. BLE 藍牙連線/斷線設定：

在此為直接綁定 micro:bit 藍牙連線的地址，可根據您的實際藍牙地址進行修改。



3. 取得辨識結果與信心指數並發送控制字元給 micro:bit

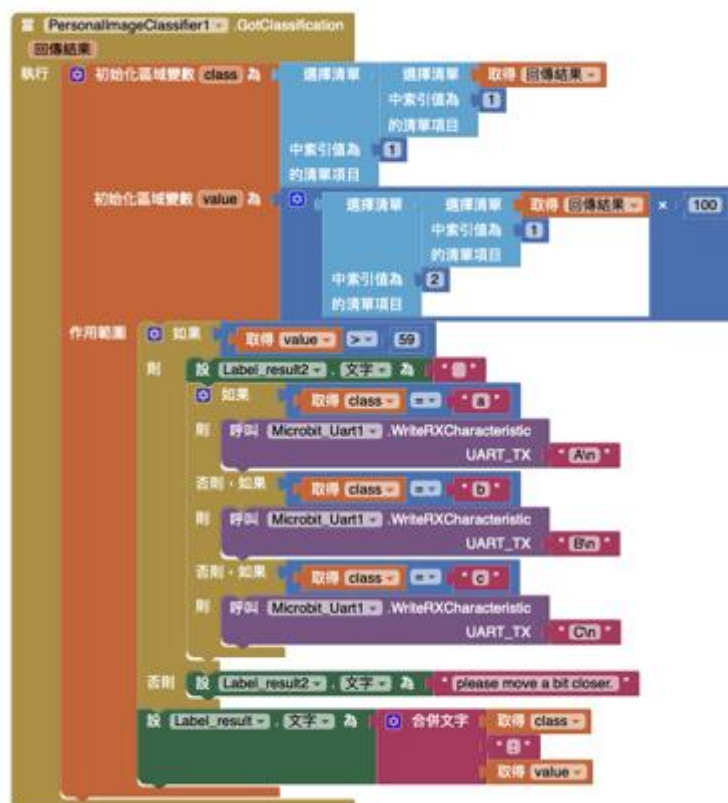
(1) 辨識結果與信心指數

PIC 元件的 GotClassification 事件中，所回傳的 result 是（類別名稱，信心指數）的清單，例如 (a, 0.763)。信心指數原為 0 到 1 之間的小數，在此 $\times 100$ 轉換為百分比。(a 類為寶特瓶，b 類為鋁箔包，c 類為紙餐盒)

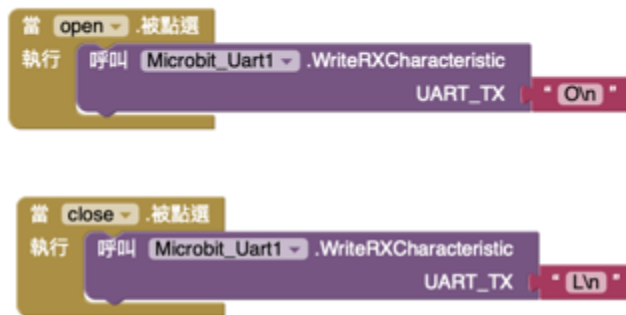
在此設定如果信心指數 (value) > 59 的話（可以自行調整適合的信心指數），就把結果顯示出來，並進一步根據辨識結果來執行對應的動作，反之則顯示 “please move a bit closer.”。

(2) 發送控制字元給 micro:bit

透過 microbit_Uart 元件的 WriteRXCharacteristic（寫入 RX 字元）指令送出一個字元與換行符號，例如 “A\n” 或 “B\n”。這裡的 “\n” 是換行符號，作為一段指令的結束標誌，micro:bit 會讀取到 \n 為止。micro:bit 接到指令字元之後就會執行對應的動作（控制對應垃圾桶的開與關）。



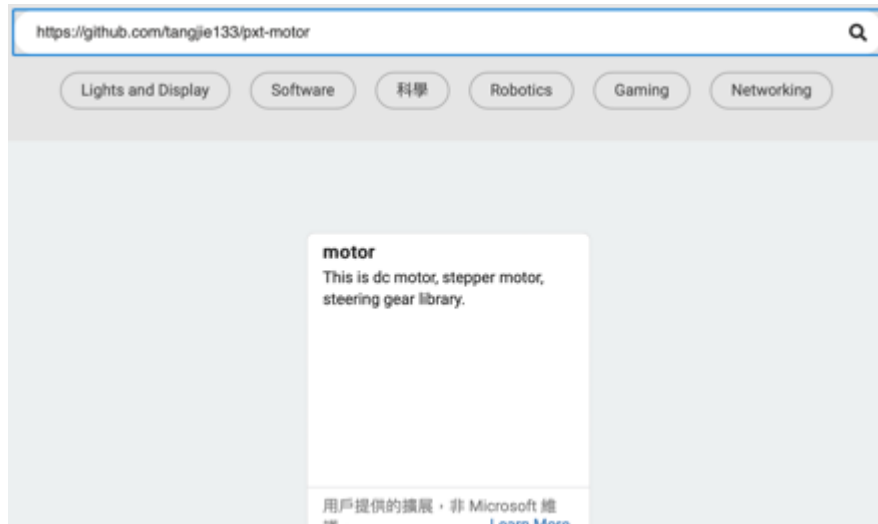
(3) 新增 open 和 close 按鈕，按下時發送控制字元給 micro:bit，以便倒垃圾時，能手動直接控制三個垃圾桶的開與關。



Step 4：編寫 micro:bit 程式

1. 匯入 DF-Driver：馬達擴充板程式

(<https://github.com/tangjie133/pxt-motor>)



2. 開機時啟動藍牙服務

micro:bit 在啟動時會顯示“BLE”訊息提示使用者，並執行藍牙溫度服務與 UART 服務。在此宣告一個文字變數 RX_Data 來接收從手機發送過來的藍牙訊息。

並在藍牙成功連線與斷線的事件顯示對應訊息（“Con” / “Dis”）



3. 宣告副函式，控制伺服馬達的角度，執行垃圾桶的開與關

A0 函式：控制 A（寶特瓶）垃圾桶的開

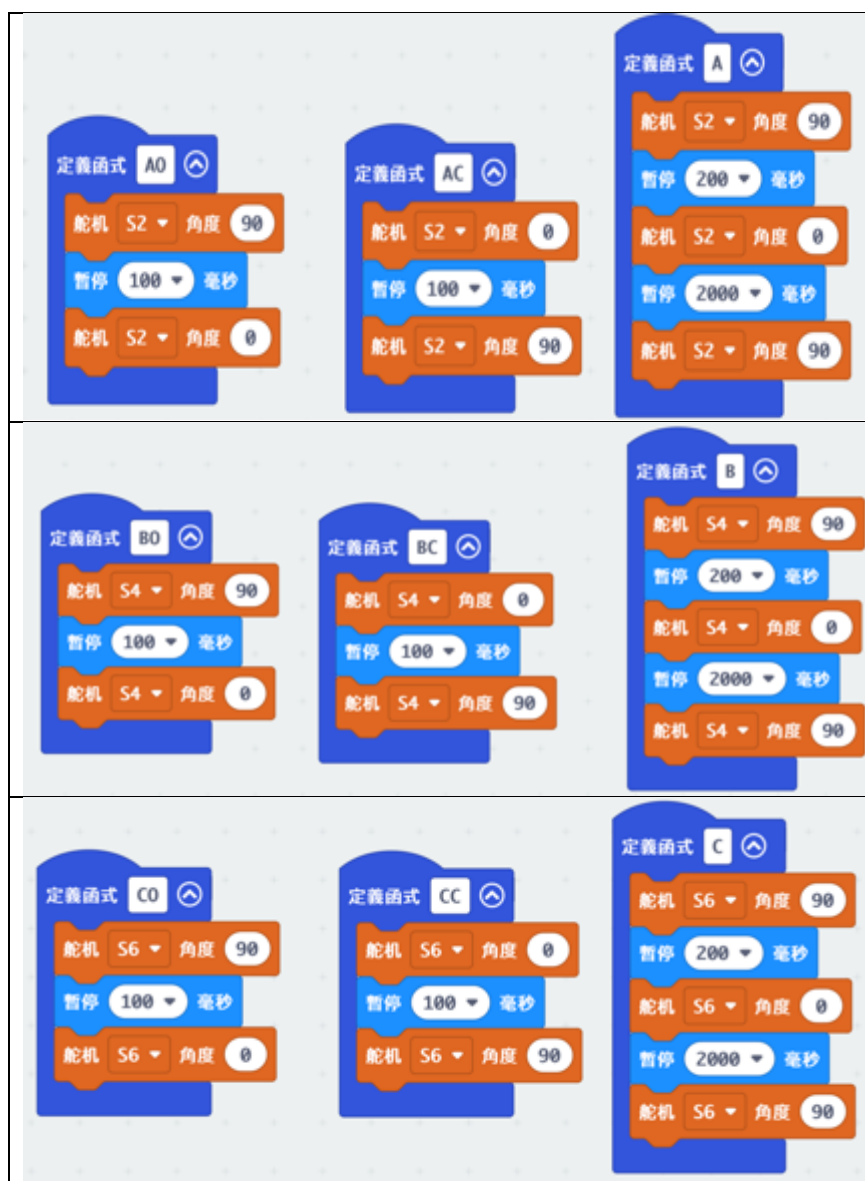
AC 函式：控制 A（寶特瓶）垃圾桶的關

A 函式：控制 A（寶特瓶）垃圾桶的開，然後隔兩秒後關閉

B0 函式：控制 B（鋁箔包）垃圾桶的開

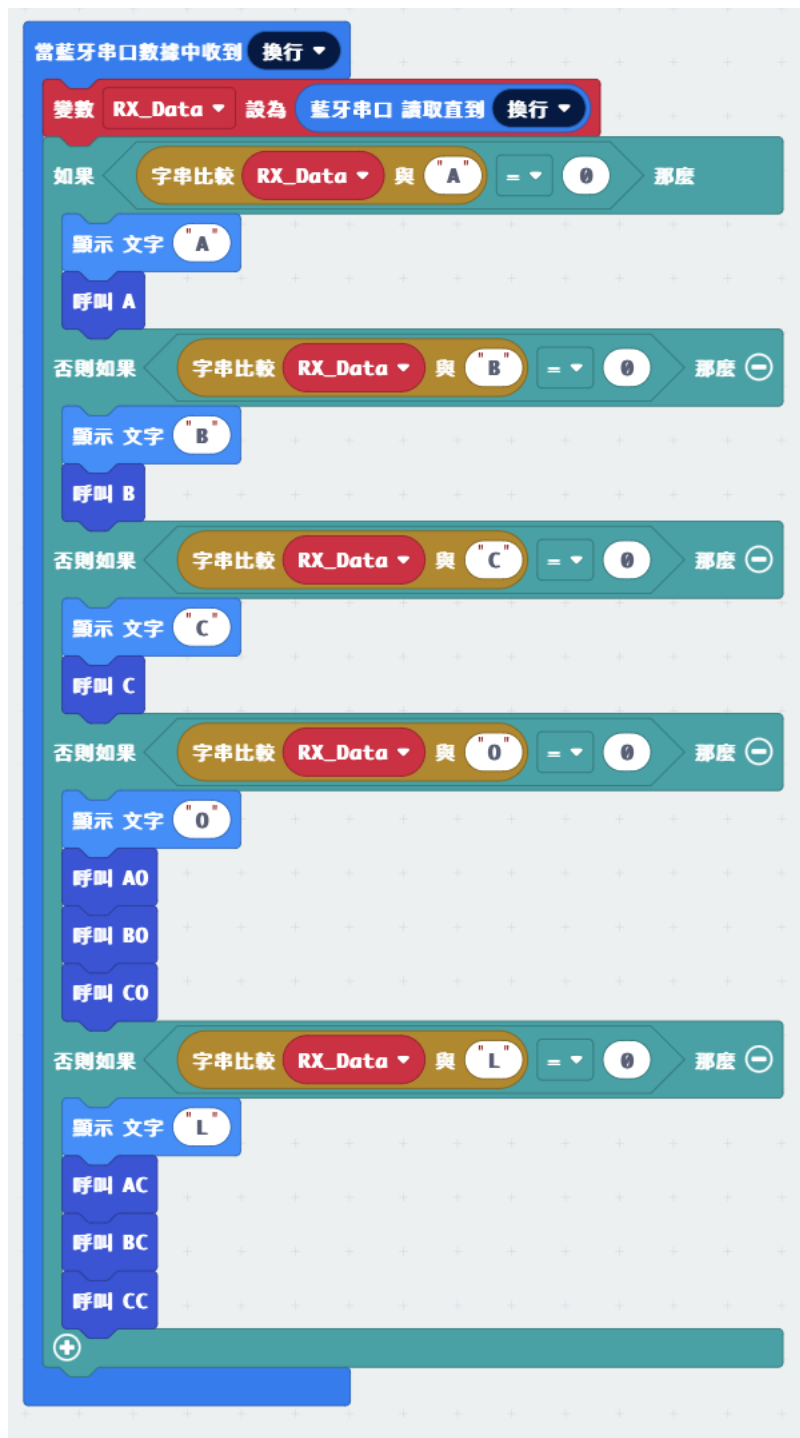
BC 函式：控制 B（鋁箔包）垃圾桶的關

B 函式：控制 B（鋁箔包）垃圾桶的開，然後隔兩秒後關閉。……以此類推



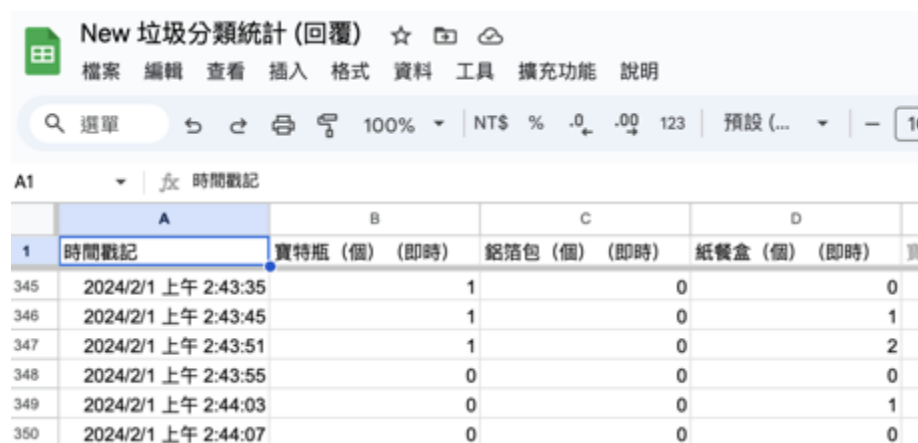
4. 根據收到字元執行對應的動作

接下來就是等是否收到新的藍牙訊號，在此以換行符號作區別，當一個訊號被接收時，micro:bit 會逐字元讀取這個訊號，直到遇到換行符號（"\n"）。換行符號在這裡作為訊號結束的標記，告訴 micro:bit 一條完整的訊息或指令已經被接收完畢，並把讀取結果放在 RX_Data 變數中。最後比較變數內容並呼叫對應的副函式。



Step 5：由 App Inventor 將辨識結果上傳到 Google 試算表

作法：透過 Google 表單來寫入接受這個表單回覆的試算表



New 垃圾分類統計(回覆) ☆ 📁 ☁

檔案 編輯 查看 插入 格式 資料 工具 擴充功能 說明

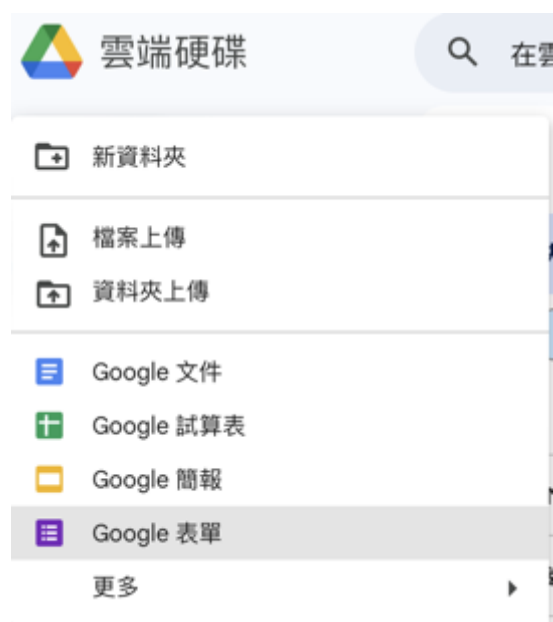
🔍 選單 100% NT\$ % .0 .00 123 預設 (...)

A1 fx 時間戳記

	A	B	C	D	
1	時間戳記	寶特瓶 (個) (即時)	鋁箔包 (個) (即時)	紙餐盒 (個) (即時)	頁
345	2024/2/1 上午 2:43:35	1	0	0	
346	2024/2/1 上午 2:43:45	1	0	1	
347	2024/2/1 上午 2:43:51	1	0	2	
348	2024/2/1 上午 2:43:55	0	0	0	
349	2024/2/1 上午 2:44:03	0	0	1	
350	2024/2/1 上午 2:44:07	0	0	0	

1. Google 表單與接受回覆的試算表

請從 Google 頁面（例如 雲端硬碟），新增一個 Google 表單



2. 新增六個欄位（如下圖），分為即時數量與統計數量，以利後續分開紀錄。每個欄位的內容都選擇簡答。請不要選必填，否則如果有幾個欄位沒有填，會因為必填欄位無內容而使得表單無法送出。

垃圾分類統計

表單說明

寶特瓶（個）（即時）

簡答文字

鋁箔包（個）（即時）

簡答文字

紙餐盒（個）（即時）

簡答文字

寶特瓶（個）（統計）

簡答文字

鋁箔包（個）（統計）

簡答文字

紙餐盒（個）（統計）

簡答文字

寶特瓶（個）（即時）

簡答

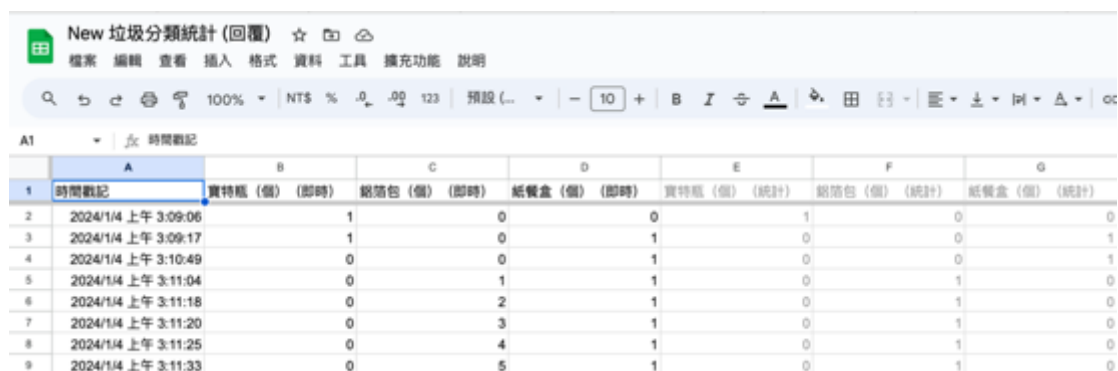
簡答文字

必填

3. 點選「回覆」，並打開「接受回應」，並在試算表中查看。

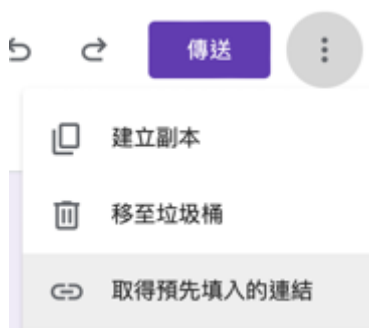


4. 首次打開試算表後，會是空白的，這裡由於已經測試過，所以已經有一些數據

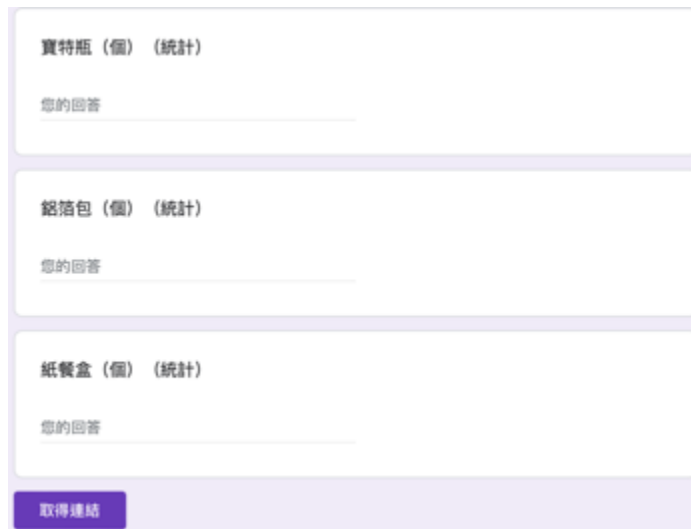


A1	A	B	C	D	E	F	G
	時間戳記	寶特瓶 (個) (即時)	鋁箔包 (個) (即時)	紙餐盒 (個) (即時)	寶特瓶 (個) (統計)	鋁箔包 (個) (統計)	紙餐盒 (個) (統計)
2	2024/1/4 上午 3:09:06	1	0	0	1	0	0
3	2024/1/4 上午 3:09:17	1	0	1	0	0	1
4	2024/1/4 上午 3:10:49	0	0	1	0	0	1
5	2024/1/4 上午 3:11:04	0	1	1	0	1	0
6	2024/1/4 上午 3:11:18	0	2	1	0	1	0
7	2024/1/4 上午 3:11:20	0	3	1	0	1	0
8	2024/1/4 上午 3:11:25	0	4	1	0	1	0
9	2024/1/4 上午 3:11:33	0	5	1	0	1	0

5. 回到表單，按一下右上角的三個小點，選擇[取得預先填入的連結]，會再開新的標籤，網址會長這樣：<https://docs.google.com/forms/d/XXX/prefill>，結尾與之前不一樣。(XXX 為省略)



6. 隨便填一些數字並送出，因為我們要拆解它所產生的連結，之後 App Inventor 就可以把其內容組合成正確的網址送出。



拆解如下：

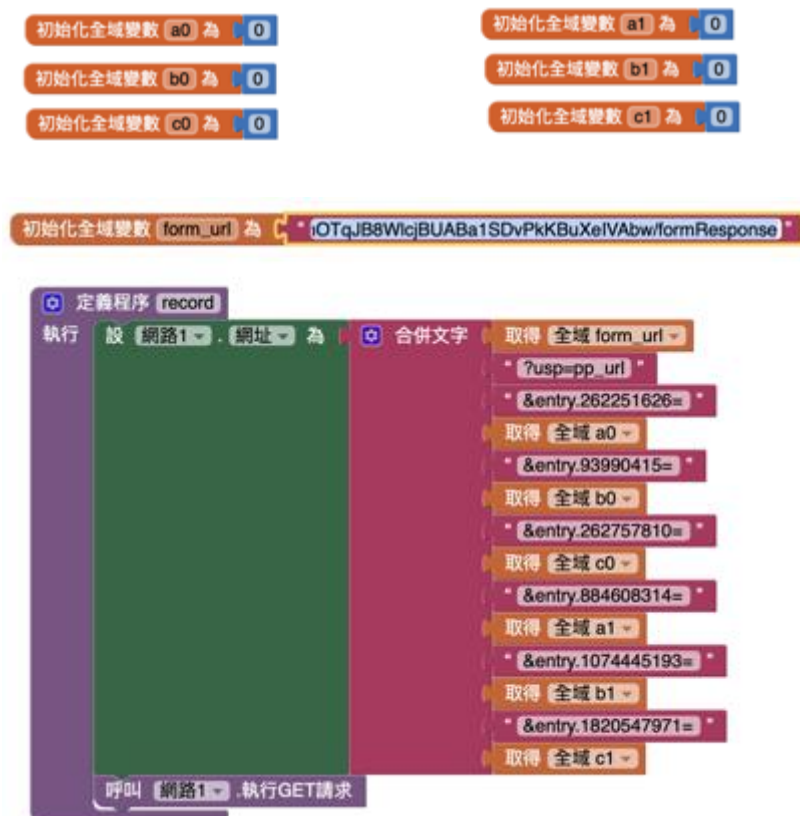
- 表單連結：<https://docs.google.com/forms/d/e/XXX/viewform> (XXX 為省略)
- 準備下參數：`?usp=pp_url`
- 欄位與值，欄位與值是由 `entry.***=值`，這樣的格式組合起來的，中間再用 `&` 隔開即可。以寶特瓶 (個) (即時) 來說，就是這樣：
 - ✧ `&entry.262251626=0` (在寶特瓶 (個) (即時) 中填入 0)
 - ✧ 有幾個欄位就有幾組

7. 新增變數並定義程序(record)用來記錄

初始化全域變數為 0，並定義程序 record，透過 web.get 去取得表單網頁。
注意表單網址中的 viewform 要改為 **formResponse**。

(1) a0 b0 c0 分別表示寶特瓶、鋁箔包、紙餐盒的即時數量（垃圾桶目前裡面含有的垃圾數量）

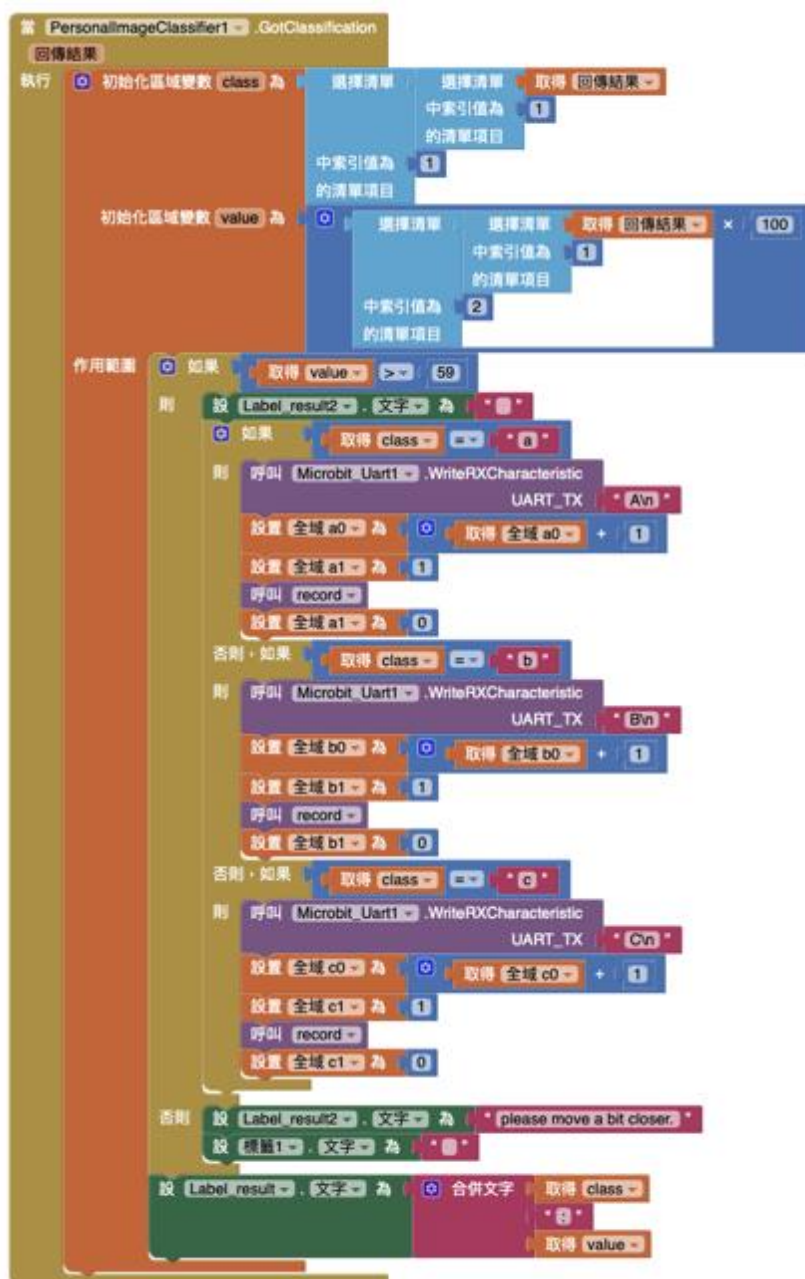
(2) a1 b1 c1 分別表示寶特瓶、鋁箔包、紙餐盒的總計數量



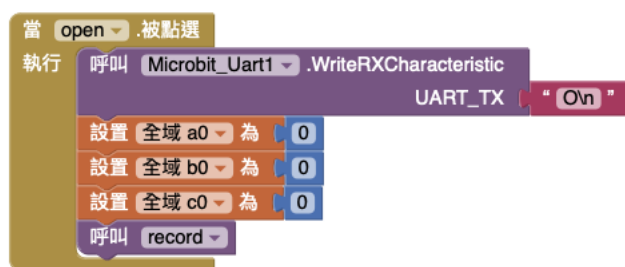
8. 根據判斷結果來決定變數的值

(1) 設置全域變數 a0 為 a0+1，此變數為寶特瓶的**即時**數量（垃圾桶目前裡面含有的垃圾數量，也就是說如果倒垃圾（手動開啟垃圾桶），則變數會設為 0），如果辨識第二次 class = a，則數量+1。

(2) 設置全域變數 a1 為 1，此變數的功能為統計寶特瓶的**總計**回收量，如果 class = a，則回傳 1，接著會由試算表的「=SUM(E:E)」來統計該行總計數量。每次辨識後，a1 會歸 0，準備下一次的辨識和統計。



9. open 按鍵被點選，表示手動控制三個垃圾桶打開（倒垃圾），表示裡面的垃圾都倒掉了，於是寶特瓶、鋁箔包、紙餐盒的即時數量設為 0



10. 回到試算表（灰色字體為我自己手動調整，較好分辨即時與統計）

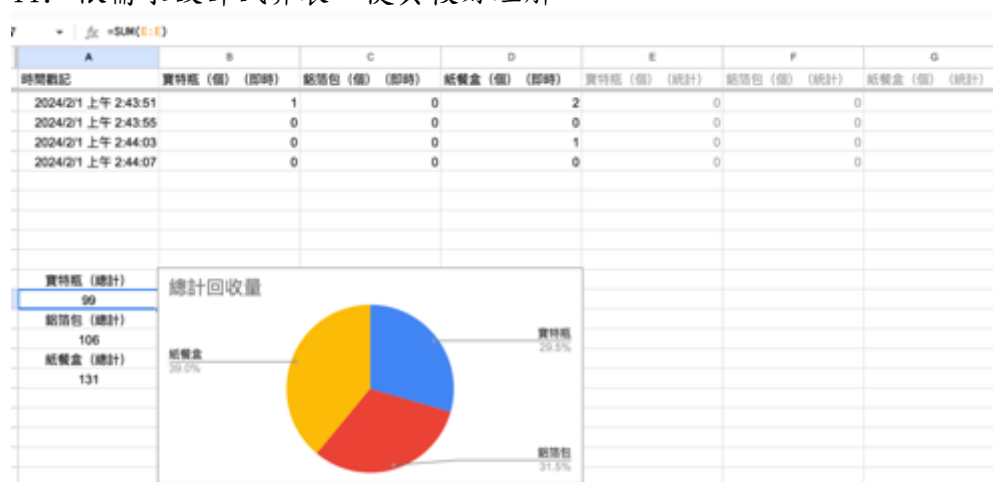
New 垃圾分類統計 (回覆) ☆ 圖 雲

檔案 編輯 查看 插入 格式 資料 工具 擴充功能 說明

100% 123 預設 (...

A1	A	B	C	D	E	F	G
1	時間戳記	寶特瓶 (個) (即時)	鋁箔包 (個) (即時)	紙餐盒 (個) (即時)	寶特瓶 (個) (統計)	鋁箔包 (個) (統計)	紙餐盒 (個) (統計)
339	2024/1/31 下午 6:16:39	3	7	3	1	0	0
340	2024/1/31 下午 6:16:42	1	0	0	1	0	0
341	2024/1/31 下午 6:17:43	4	0	0	1	0	0
342	2024/2/1 上午 2:41:49	0	0	0	0	0	0
343	2024/2/1 上午 2:41:58	1	0	0	1	0	0
344	2024/2/1 上午 2:43:29	0	0	0	0	0	0
345	2024/2/1 上午 2:43:35	1	0	0	1	0	0
346	2024/2/1 上午 2:43:45	1	0	1	0	0	1
347	2024/2/1 上午 2:43:51	1	0	2	0	0	1

11. 依需求設計試算表，使其較好理解



- (1) 新增寶特瓶 (總計) …等三個欄位，並將每個欄位的數值分別設計為統計 E、F、G 的總數 (例如：=SUM(E:E)、=SUM(F:F)、=SUM(G:G))。

(補充：如果回應持續增加，並不會覆蓋到此三個欄位，它會繼續往下一行跳。)

- (2) 也可以選取其中幾項並插入圓餅圖，比較好讀取數值等等。

六、專題成果

專題成果影片連結：

<https://youtu.be/P4mDqdWVWiI>

辨識資料的統計結果：

