

臺北市立大安高級工業職業學校專題實作競賽  
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：意料之外零食機

關鍵詞：驚喜機制、隨機出貨、LINE NOTIFY

# 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單元之說明 .....	2
一、硬體製作 .....	2
二、電路雕刻 .....	2
三、程式撰寫 .....	3
四、成品外觀 .....	3
肆、研究方法(過程) .....	4
一、研究流程 .....	4
(一)、研究步驟 .....	4
(二)、操作步驟 .....	5
二、使用材料及工具 .....	5
(一)、零件介紹 .....	5
(二)、機構原理 .....	9
(三)、軟體介紹 .....	9
伍、研究結果 .....	12
一、運作結構 .....	12
二、出貨判定 .....	12
三、發送訊息 .....	13
四、驚喜機制 .....	13
陸、討論 .....	13
一、馬達選用 .....	13
二、單晶片處理器 .....	14
三、通訊處理 .....	14
柒、結論 .....	15
捌、參考資料及其他 .....	16
一、書籍資料 .....	16
二、電子網路資料 .....	16

## 表目錄

表 1	時間分配表 .....	4
表 2	Arduino Mega 2560 .....	6
表 3	Esp 8266 .....	6
表 4	MG-996R .....	6
表 5	TW130B .....	7
表 6	RFID-RC522 .....	7
表 7	R16-503 .....	7
表 8	DC5V/3A 電源供應器 .....	8
表 9	液晶顯示器 .....	8
表 10	HC-SR04 .....	8
表 11	8Ω/1W 喇叭 .....	9
表 12	馬達比較圖 .....	13
表 13	電路板比較 .....	14

## 圖目錄

圖 01	意料之外零食機.....	1
圖 02	Inventor 繪製圖 .....	2
圖 03	Tinkercad 繪製圖.....	2
圖 04	電路板.....	2
圖 05	Arduino 程式撰寫 .....	3
圖 06	使用展示圖 .....	3
圖 07	研究步驟.....	4
圖 08	動作流程圖 .....	5
圖 09	Arduino mega 2560.....	5
圖 10	Atmega2560 .....	5
圖 11	Esp 8266.....	6
圖 12	MG-996R .....	6
圖 13	TW130B.....	7
圖 14	RFID-RC522 .....	7
圖 15	R16-503.....	7
圖 16	DC5V/3A 電源供應器 .....	8
圖 17	液晶顯示器 .....	8
圖 18	HC-SR04.....	8
圖 19	8Ω/1W 喇叭.....	9
圖 20	Autodesk Inventor Professional Logo .....	9
圖 21	Inventor 3D 圖繪製 .....	9
圖 22	Arduino logo .....	10
圖 23	Arduino 程式編寫 .....	10
圖 24	Altium Designer logo.....	10
圖 25	成品電路圖 .....	11
圖 26	Tinkercad logo .....	11
圖 27	3D 列印成品.....	11
圖 28	Line notify Logo .....	11
圖 29	Line Notify 通知.....	11
圖 30	RD Works logo.....	12
圖 31	雷切成品.....	12
圖 32	連接實際圖 .....	12
圖 33	超音波感測商品出貨.....	12
圖 34	LCD 顯示.....	13
圖 35	中獎示意圖 .....	13
圖 36	MG90S .....	14

圖 37	MG996R.....	14
圖 38	直流減速馬達.....	14
圖 39	Arduino mega 2560.....	14
圖 40	Esp 8266.....	14
圖 41	Line 訊息接收圖 .....	14
圖 42	成品展示圖.....	15

## 【意料之外零食機】

### 壹、摘要

在成品上，我們設計成使用者只要投入 10 元，並按下按鈕，就可以獲取一包零食，在這過程中，我們使用的是隨機出貨的機制，讓機器替我們做決定；除了使用硬幣付款，也可以利用線上支付功能，來進行付款動作；在進行出貨的過程中，可能觸發我們的驚喜機制，讓原本只會出貨一包零食變成兩包；當貨物不足，會自動發送訊息提醒人員進行補貨。

### 貳、研究動機

一個人的生活中，無時無刻不在做決定，過多的選項經常使人猶豫不決，讓人時常在別人幫你做好決定之後，才知道自己接下來應該要去做什麼。長久下來，面對選擇時，會越來越不了解自己真正想要的是什麼，這就是所謂的「選擇障礙」。

隨者科技的進步，現代人有越來越多的選擇障礙衍生而出，而這問題必須被克服。

在現在這科技發達的時代裡，所有的行業都在往自動化，甚至是人工智慧的方向發展，以往那些需要多人同時工作的行業，也逐漸被機械取代，進化成了全自動化流程，讓人的生活更加的方便。

結合以上兩個要點，我們做出一個全自動的隨機零食販賣機，「意料之外零食機」，如（圖 1）所示，是我們為了同時解決選擇障礙以及肚子餓的問題並配合自動化的機器，在使用的同時，給予使用者驚喜感。



圖 1 意料之外零食機

## 參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

### 一、硬體製作

在高三的創客自造實習中，學到了如何繪製 Inventor Professional，(圖 2)，以及 Tinkercad (圖 3) 讓我們在構思上有更好的立體圖做初步構思，並將我們所需要，把市面上買不到的特製零件，用 3D 列印的方式呈現出來。

利用高一基本電學實習所教的盤面組裝與基礎配線，在我們的硬體上進行組裝與配線，讓我們所需要的零件及功能透過線連結在一起。



圖 2 Inventor 繪製圖

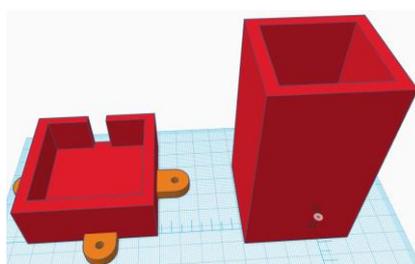


圖 3 Tinkercad 繪製圖

### 二、電路雕刻

在高二的電子學實習課與數位邏輯課，我們學習使用麵包板拉線，並且配合儀器檢查線路是否出錯，以及紀錄元件特性。在專題裡，因為空間要素的，需要的是一個體積更小、更穩定的工作電路，於是我們使用高三專題製作課接觸到的 Altium Designer 繪製電路板。

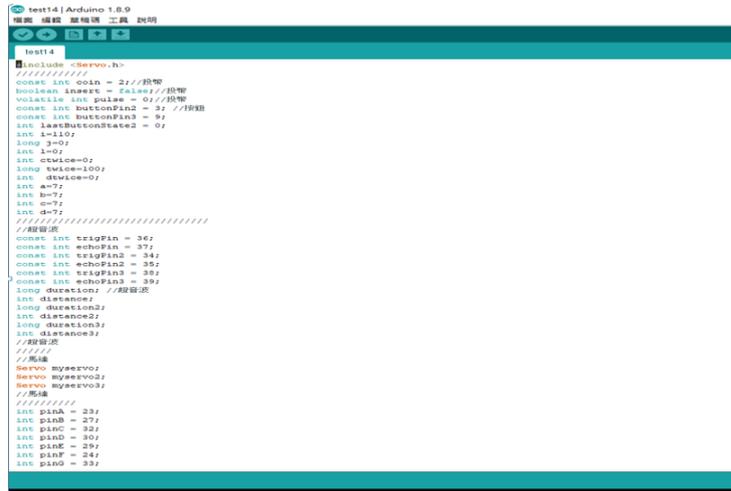
首先我們在 Altium Designer 中，繪製出電路圖和 PCB 電路板，接著生成雕刻時需要的鑽孔檔與成型檔，最後利用電路板雕刻機刻出所需的電路板進行焊接，焊接完成後，就可以獲得一塊既省空間又精準的電路板，如 (圖 4) 所示，避免用麵包板導致接線鬆脫。



圖 4 電路板

### 三、程式撰寫

我們使用高二課堂上學到的 Arduino IDE 撰寫硬體控制程式，如(圖 5) 所示，並使用 Mega-2560 及 Esp8266 NodeMcu 做為硬體端程式的控制與網路訊息的發送，使用兩塊控制板的理由是為了結合這兩塊板的優點，藉由 Mega-2560 的多腳位，來方便我們連接控制零件所需的控制線，使用 Esp-8266 NodeMcu 進行網路資料庫的資料發送與訊號傳遞。



```
test14 | Arduino 1.8.9
編譯 編譯 上傳 工具 說明
test14
#include <Servo.h>
////////////////
const int coin = 21//投幣
boolean insert = false//投幣
volatile int pulse = 0//投幣
const int buttonPin1 = 31 //按鈕
const int buttonPin2 = 31
int lastButtonState = 0;
int i=100;
long j=0;
int i=0;
int twice=0;
long twice=100;
int device=0;
int a=7;
int b=7;
int c=7;
int d=7;
////////////////
//聲音源
const int trigPin = 36;
const int echoPin = 37;
const int trigPin2 = 34;
const int echoPin2 = 35;
const int trigPin3 = 38;
const int echoPin3 = 39;
long duration; //聲音源
int distance;
long duration2;
int distance2;
long duration3;
int distance3;
//聲音源
//////
//馬達
Servo myServo;
Servo myServo2;
Servo myServo3;
//馬達
//////
int pinA = 23;
int pinB = 27;
int pinC = 32;
int pinD = 30;
int pinE = 29;
int pinF = 24;
int pinG = 33;
```

圖 5 Arduino 程式撰寫

### 四、成品外觀

我們這次所做製作的成品大部分是由木板製作而成，少部分使用 3D 列印製造我們所需要的特殊零件，零食機的尺寸與大小是針對像是辦公室等小型場所而設計，在不占空間的情況下，為使用者提供一個簡易的零食供應機，如(圖 6) 所示。



圖 6 使用展示圖

## 肆、研究方法（過程）

### 一、研究流程

#### （一）、研究步驟

在六月底決定專題研究方向後，便開始採購零件與資料蒐集，同時配合硬體程式撰寫、外觀設計和硬體電路的雕刻後，就可以將元件功能電路與硬體電路完全整合，完成專題成品。專題的時間分配及研究步驟分別如下（表 1）與（圖 7）：

表 1 時間分配表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1.資料蒐集							
2.外殼設計							
3.元件採購							
4.程式撰寫							
5.電路製作							
6.成品測試							

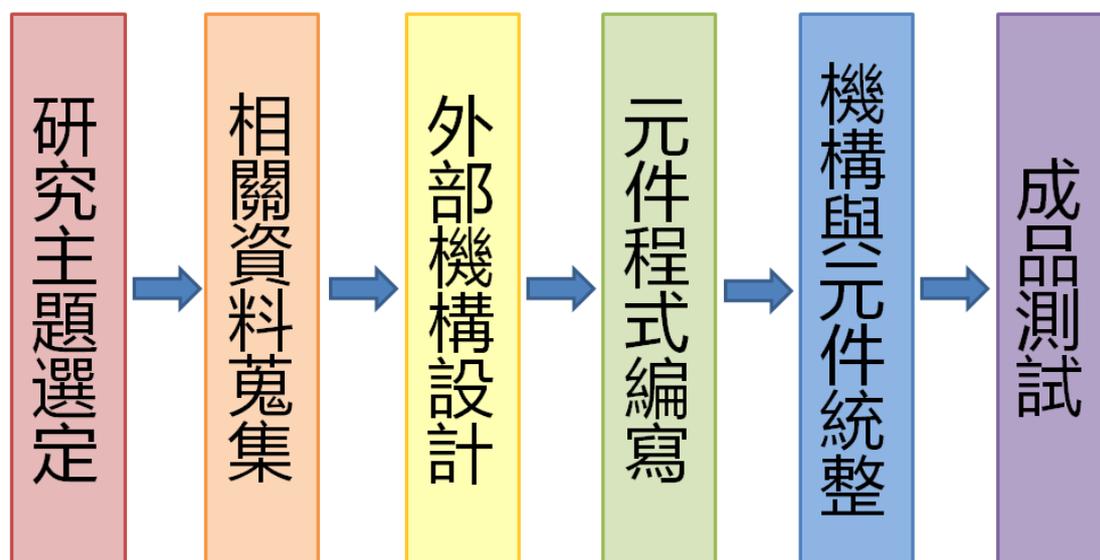


圖 7 研究步驟

## (二)、操作步驟

當電源接上時，TW130B 會持續判斷硬幣是否投入，若確認硬幣已投入，LCD 顯示觸發次數，使 4 格貨架中的其中 1 格的 MG-996R 帶動彈簧動作，將貨物往前送，當貨物被 HC-SR04 感測到時，MG-996R 停止動作，並且恢復到起始狀態。

詳細動作流程圖如（圖 8）。

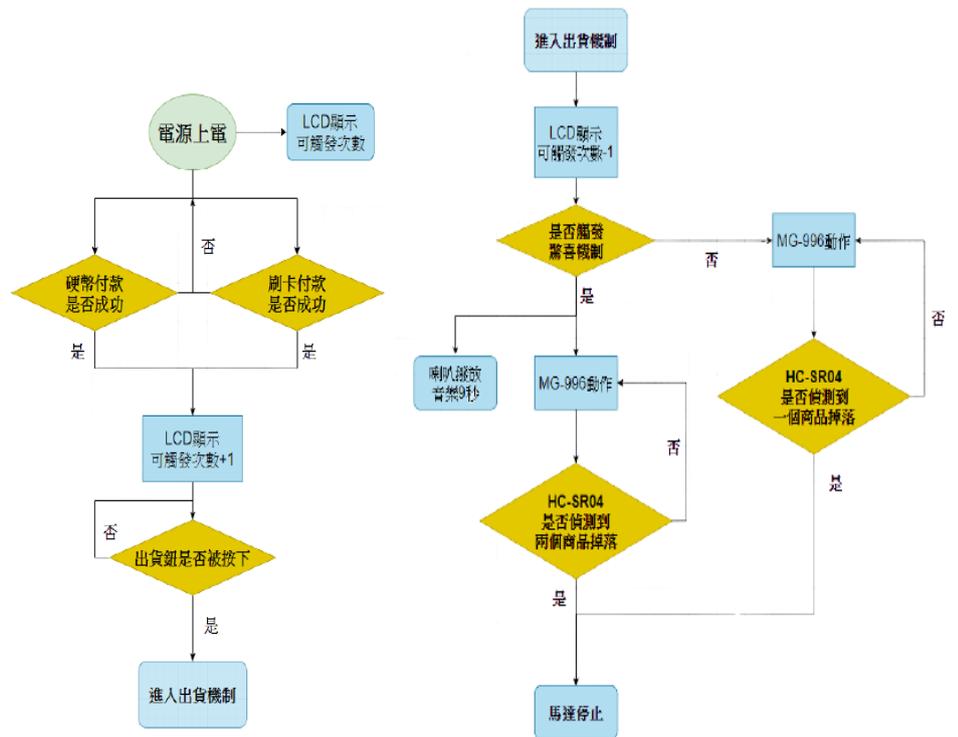


圖 8 流程圖

## 二、使用材料及工具

### (一)、零件介紹

#### 1、Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560（圖 9）基於 Atmega 2560（圖 10）的控制器板。只需通過 USB 線將其連至電腦或者通過 AC-DC 適配器或電池為其供電即可開始。Mega 與 Arduino Duemilanove 或 Diecimila 之類的擴充板大多都相容，其規格如下（表 2）。



圖 9 Arduino mega 2560



圖 10 ATmega2560

表 2  
Arduino Mega 2560 規格

核心晶片	Atmega2560
工作電壓	5V(7~12V)
數位接腳	54 個
類比接腳	16 個
I/O 電流	20mA
時鐘頻率	16MHz
重量	37g

### 2、Esp 8266 NodeMCU

MCU 是一個 IOT 專案，可使用在很多類型的單晶片開發流程，例如 lua-cjson、spiffs 等等，當然也包含了這塊 Esp8266 NodeMCU（圖 11）。

Esp8266 NodeMCU 不只提供充足的外接接腳，還能透過自帶的 micro USB 孔進行 Arduino IDE 程式的編寫，方便操作和優良的擴充性以及便利的 Wi-Fi 功能是我們選擇這塊開發版的主要原因，規格如（表 3）。

表 3 Esp 8266 NodeMCU 規格



核心晶片	Esp 8266
工作電壓	5V(4.5-10V)
數位接腳	10 個
類比接腳	10 個
工作模式	STA/AP/STA+AP
重量	7g

圖 11 Esp 8266 NodeMCU

### 3、MG-996R 馬達

MG-996R（圖 12）是一顆藉由脈波寬度控制馬達正反轉與轉速的連續旋轉馬達，提供大扭力的旋轉轉矩，帶動我們的貨物與彈簧，進行出貨，規格如（表 4）。

表 4 MG-996R 規格

型號	MG-996R
工作電壓	4.8-7.2V
尺寸	54 x 38 x 20 mm
轉速	6rpm
空轉電流	120mA
重量	55g

圖 12 MG-996R



#### 4、TW-130B

TW-130B (圖 13) 是一台由 CPU 控制的投幣機，適用於各種代幣，有防電磁干擾功能，可以解決硬幣判別功能，並提供確切投入數量給 Mega 2560，規格如 (表 5)。

表 5 TW130B 規格

型號	TW130B
適用硬幣直徑	20mm-30mm
適用硬幣厚度	1.7mm-2.4mm
工作電壓	DC12V±20%
重量	400g



圖 13 TW130B

#### 5、RFID-RC522

RFID-RC522 (圖 14) 是一種專門讀取磁卡 UID 的機器，藉由讀取專屬 UID，可以進行現上付款功能，亦或是進行身分確認，在此專題，使用刷卡付款功能，規格如 (表 6)。

表 6 RFID-RC522 規格

型號	RFID-RC522
工作頻率	13.56MHz
工作電壓	3.3V
工作電流	13-26mA
傳輸速率	10Mbit/s



圖 14 RFID-RC522

#### 6、按鈕開關

按鈕開關 (圖 15) 用來當作出貨系統的觸發開關。當可觸發次數還有剩時，按下按鈕開關，將啟動 mega 2560 的程式，進行出貨機制，規格如 (表 7)。

表 7 R16-503 規格

型號	R16-503
尺寸	2.3 X1.8 X1.8cm
電壓	220V
重量	22g



圖 15 R16-503

### 7、5V/3A 直流電源供應器

5V/3A 直流電源供應器（圖 16）將一般 110V 交流電轉換成 5V 的直流電，提供整個系統所需的電源，規格如（表 8）。

表 8 DC5V/3A 電源供應器

型號	DC5V 3A 電源供應器
輸入電壓	AC 110-240V/50-60Hz
輸出電壓	DC 5V
輸出電流	3A



圖 16 DC5V/3A 電源供應器

### 8、液晶顯示器 (LCD)

液晶顯示器（圖 17）為平面薄型的顯示裝置，由一定數量的彩色或黑白畫素組成，放置於光源或者反射環境光源。主原理是以電流刺激液晶分子產生點、線、面配合背部燈管構成畫面，規格如（表 9）。

表 9 液晶顯示器

型號	1602A 液晶顯示器
尺寸	80X36X17.8 mm
工作電壓	5V
輸入字元	16X2

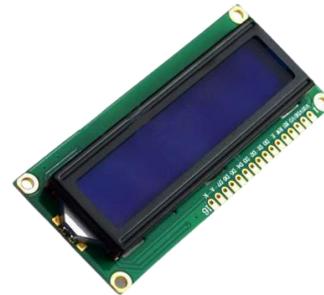


圖 17 液晶顯示器

### 9、HC-SR04

HC-SR04（圖 18）是由超音波發射器、接收器和控制電路所組成。當它被觸發時，會發射一連串 40kHz 的超聲波，並且從離它最近的物體接收反射過後的聲波，藉此推算距離，規格如（表 10）。

表 10 HC-SR04 規格

型號	HC-SR04
工作電壓	5V
偵測距離	2cm-450cm
尺寸	45mm X 20mm X18mm
重量	9g



圖 18 HC-SR04

## 10、喇叭

喇叭(圖 19)是根據通電導體在磁場中受力的原理發音的。喇叭有一個線圈在磁場的縫隙中，當線圈通過音頻電流時，線圈在磁場中受力，所受得力隨音頻電流變化，並帶動紙盆或塑料模震動，規格如(表 11)。

表 11 8Ω/1W 喇叭

型號	8Ω/1W 喇叭
阻抗	8Ω
功率	1W
直徑	40mm
厚度	5mm



圖 19 8Ω/1W 喇叭

### (二)、機構原理

當出貨機制啟動時，「Atmega 2560」啟動馬達帶動彈簧將貨物往前送，當貨物被「HC-SR04」偵測到時，將馬達停止旋轉。

### (三)、軟體介紹

#### 1、Autodesk Inventor Professional

Autodesk Inventor Professional (圖 20) 提供了專業級 3D 機械設計、模具建立與設計和產品模擬工具提供一套彈性且全方位的軟體，(圖 21) 為 3D 繪製圖。



圖 20 Autodesk Inventor Professional logo

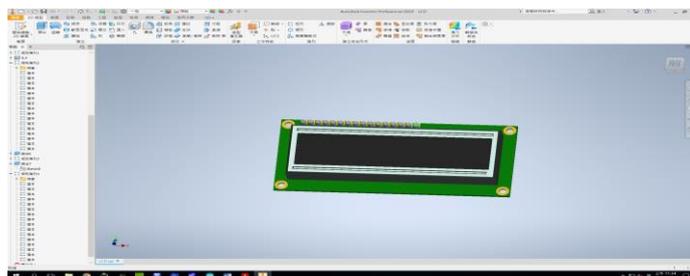


圖 21 Inventor 3D 圖繪製

## 2、Arduino

Arduino (圖 22) 是一個開放原始碼的硬體程式語言編寫軟體，它兼具類似 java、C 等後端伺服器語言的開發環境，且擁有許多已模組化的套件與函式庫，提供一個功能完善的編譯環境。由於它可以編寫的硬體元件多且容易編寫，所以我們選擇使用它進行程式的撰寫 (圖 23)。



圖 22 Arduino logo

```
test14 | Arduino 1.8.9
檔案 編輯 查看 工具 說明
test14
#include <Servo.h>
//*****
const int cPin = 2; // 蜂鳴
boolean insert = false; // 蜂鳴
volatile int pulse = 0; // 蜂鳴
const int buttonPin = 3; // 按鈕
const int lastButtonState = 0;
int i=10;
long j=0;
int l=0;
int ctwice=0;
long twice=100;
int dtwice=0;
int a=7;
int b=7;
int c=7;
int d=7;
//*****
// 蜂鳴器
const int trigPin = 36;
const int echoPin = 37;
const int trigPin2 = 34;
const int echoPin2 = 35;
const int trigPin3 = 38;
const int echoPin3 = 39;
long duration; // 聲波延遲
int distance;
long duration2;
int distance2;
long duration3;
int distance3;
// 蜂鳴器
//*****
// 蜂鳴器
Servo myservo;
Servo myservo2;
Servo myservo3;
// 蜂鳴器
//*****
int pinA = 23;
int pinB = 27;
int pinC = 32;
int pinD = 30;
int pinE = 29;
int pinF = 24;
int pinG = 33;
```

圖 23 Arduino 程式撰寫

## 3、Altium Designer

Altium Designer (圖 24) 這套軟體能進行原理圖設計、電路仿真模擬、PCB 繪製、電路板自動佈線、信號完整性分析和設計輸出等技術，為使用者提供了一個簡便的電子電路設計方式，輕鬆進行繁雜的電路板設計，使用這套軟體可以減少不必要的空間浪費，並且提高電路的穩定性 (圖 25)。



圖 24 Altium Designer logo

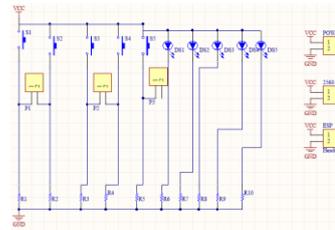
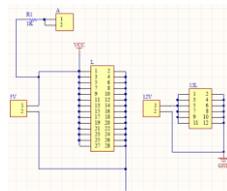
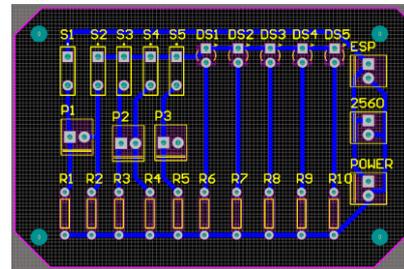
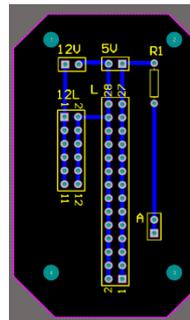
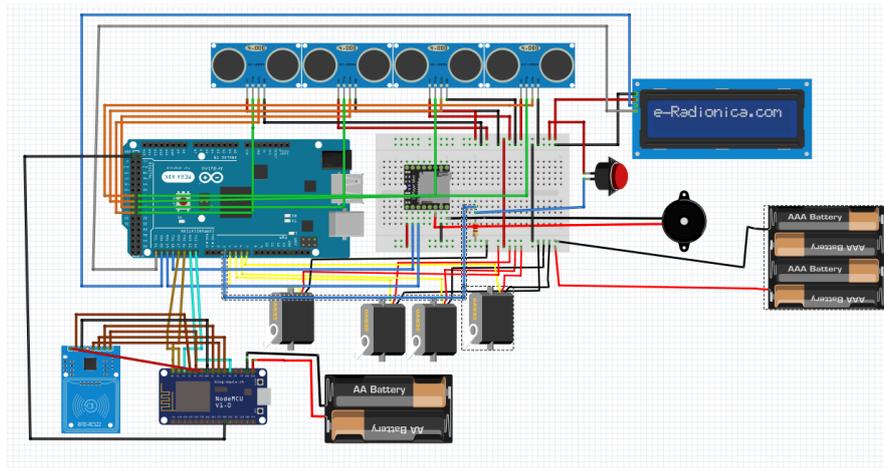


圖 25 成品電路圖

#### 4、Tinkercad

Tinkercad (圖 26) 是一套免付費的雲端建模軟體，他將原本複雜 3D 建模過程簡單化，並提供多種常用的幾何圖形元件，使剛進入 3D 列印的新手也可以簡單上手，(圖 27) 為列印成品。



圖 26 Tinkercad logo



圖 27 3D 列印成品

## 5、Line Notify

Line Notify (圖 28) 是 Line 推出的一種免費服務，只要進行登入，就可以透過 Line notify 官方帳號發出一對一或一對多的推播通知 (圖 29)。



圖 28 Line notify Logo



圖 29 Line notify 通知

## 6、RD Works

RD Works (圖 30) 是雷射切割機用來設計圖性和字樣的軟體，利用分色可同時切割、雕刻、畫線等功能，配合控制主機板可以離線工作，在設計上，既方便又好上手，(圖 31) 為雷切成品。



圖 30 RD Works logo

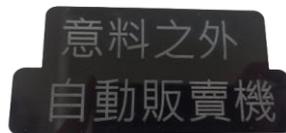


圖 31 雷切成品

## 伍、研究結果

### 一、運作結構

為了使貨物從貨架上送到出貨口，我們設計藉由馬達旋轉，帶動 3D 列印的连接盤，讓连接盤上的彈簧進行旋轉，使貨物被往前帶，進行出貨機制，(圖 32) 為實際圖。



圖 32 連接實際圖

## 二、 出貨判定

為了確保消費者有成功拿到他們的商品，需要一個可以確認貨物是否掉落的機制，使用超音波感測的方式（圖 33），可以更精確地確認貨物有成功掉落。



圖 33 超音波感測商品出貨

## 三、 發送訊息

當貨架上沒有貨物時，補貨員立刻就會收到 Line 的通知，提醒補貨員該販賣機需要進行補貨，並且在 LCD 上顯示 SOLD OUT 的文字（圖 34）。



圖 34 LCD 顯示

## 四、 驚喜機制

在進行隨機出貨機制時，有一定的機率會觸發驚喜機制，觸發的同時，將會發出中獎音效，並且將出貨的數量變成兩包，（圖 35）為中獎示意圖。



圖 35 中獎示意圖

## 陸、討論

### 一、馬達選用

為了確保馬達可以帶動裝換貨物的貨架，我們需要 4 顆較大轉矩但又不須過大，並且可以轉 360 度的馬達，(表 11) 為馬達規格的比較圖，經過比較，我們選用輸出轉較大 MG-996R，如(圖 38)

表 12 馬達比較圖

型號	MG90S	MG996R	直流減速馬達
尺寸	22.8X12.2X.5mm	40.8X20X38mm	37X77mm
轉矩	2.8kg/cm(6V)	13kg/cm	48kg/cm
轉速	0.09s/60°(6V)	0.13s/60°(6V)	0.19s/60°(6V)
旋轉角度	180°	360°	360°
重量	13.6g	55g	501g



圖 36 MG90S



圖 37 MG996R



圖 38 直流減速馬達

### 二、單晶片處理器

在硬體上使用了「Mega 2560」(圖 39) 與「Esp 8266」(圖 40) 這兩塊開發板，「Mega 2560」這塊開發版，有 54 個數位接腳，提供足夠的輸出腳位，方便控制所有硬體元件，以及進行軟體的運算。「Esp 8266」雖然沒有像「Mega 2560」那麼多的腳位，但是「Esp 8266」有 Wi-Fi 連接功能，可以進行網路訊息的傳輸，(表 13) 為兩塊開發版的比較。

表 13 電路板比較

	Mega 2560	Esp 8266
核心晶片	Atmega2560	Esp 8266
工作電壓	5V	5V
數位接腳	54 個	10 個
類比接腳	16 個	10 個
重量	37g	7g



圖 39 Arduino mega 2560



圖 40 Esp 8266

### 三、通訊處理

考慮到程式的撰寫以及連繫的方便，我們選擇 Line Notify 來當通知發送器，使補貨員可以更容易的了解何時需要補貨，(圖 41) 為展示圖。



圖 41 Line 訊息接收圖

## 柒、結論

為了製作一台可以隨機出貨，並且支援多元支付的零食販賣機「意料之外零食機」(圖 42)，使用了大量的木板以及電子元件，經歷了無數次的失敗及大量材料的浪費，最終做出了這一台可以隨機出貨的販賣機。使用亂碼的原理進行隨機出貨；設定某一個亂數為驚喜機制的中獎號碼，當驚喜機制被觸發時，將出貨量變為兩個。其中支付的方式有硬幣支付與線上支付，硬幣支付判斷硬幣的方式是使用比較器進行比較，與放入的基準硬幣相同的，才會被判定為支付成功；線上支付判斷支付成功的方式是使用 RFID-RC522 進行磁卡的讀取資料、帳戶連接以及線上支付功能。

想要做出一個符合期許的機器是不容易的，為了製作一個成功的作品，需要的不是某一方面的特長，而是多種技能的結合與團隊的配合，一個人只有一雙手，不可能同時做到軟體與硬體的製作，所以需要與其他人的合作及配合，才可以做出符合期待的成品。有很多的技能都是經過學習後才學會的，沒有不經過學習及練習就會使用的技能，經過專題製作，我們接觸到了許多一開始想都沒想的軟體，也找了無數的資料來學習所需要的能力，無論是吸收新的知識，還是與成員配合製作，這些都是我們在高職所掌握到的經驗，這些經驗都可以充實我們自己。



圖 42 成品展示圖

## 捌、參考資料及其他

### 一、書籍資料

1. 黃穎豐、陳明鈺 (2019.05.22)。Autodesk Inventor 2018 特訓教材, 進階版。新北市：全華圖書。
2. 陳明熒 (2020.12.02)。Arduino 實作入門與專題應用。新北市：博碩文化。
3. 柯博文 (2014.08.12)。Arduino 互動設計專題與實戰:深入 Arduino 的全方位指南。臺北市：暮峰資訊。
4. 畢樂、法恩、羅亞琪 (2014.11.21)。玩轉 3D 列印:用 Autodesk 創作你得第一個 3D 列印作品！。臺北市：松崗科技。
5. 李永華、高英、陳青雲 (2017.12.11)。Arduino 軟硬體協調設計開發聖經。臺北市：佳魁資訊。

### 二、電子網路資料

1. github。2008 年 02 月 19 日。取自 <https://github.com/>
2. 自建 LINE Notify 訊息通知。2018 年 06 月 03 日。取自 <https://www.oxxostudio.tw/articles/201806/line-notify.html>
3. MG996R Robot servo 360° Rotation-Tower Pro。2020 年 12 月 28 日。取自 <https://kevintsengtw.blogspot.com/2011/09/iis.html?m=1>
4. 超音波測距模組 HC-SR04 快速上手-傑森創工。2019 年 08 月 08 日。取自 <https://blog.jmaker.com.tw/sr04/>
5. 【自創學堂】Arduino 如何通過 I2C 控制 LCD 模組-MakerPro。2017 年 02 月 28 日。取自 <https://makerpro.cc/2017/02/how-arduino-use-i2c-to-control-lcd-module/>
6. ESP8266-NodeMCU 硬件参考。2021 年 01 月 17 日。取自 <http://www.taichi-maker.com/homepage/reference-index/arduino-hardware-reference/nodemcu/>