

臺北市立大安高級工業職業學校專題製作競賽
「專題組」作品說明書



群別：電機與電子群

作品名稱：智慧存錢筒

關鍵詞：存錢筒、幣值判斷

目錄

壹、 摘要.....	4
貳、 研究動機.....	4
參、 主題與課程之相關性或教學單元之說明.....	5
一、 硬體製作.....	5
二、 軟體撰寫.....	5
肆、 研究方法.....	5
一、 研究流程.....	5
(一) 研究步驟.....	5
(二) 操作步驟.....	6
二、 使用材料及工具.....	8
(一) 零件介紹.....	8
(二) 軟體介紹.....	10
伍、 研究結果.....	13
一、 硬體結構.....	13
(一) 硬幣投入口.....	13
(二) 紙鈔投入口.....	13
二、 成果展示.....	14
陸、 討論.....	15
一、 硬幣投入口設計.....	15
柒、 結論.....	16
捌、 參考資料及其他.....	17

圖目錄

圖 1 小豬撲滿	圖 2 理財好處.....	4
圖 3 Arduino 程式.....		5
圖 4 研究步驟流程.....		6
圖 5 投入硬幣流程圖.....		6
圖 6 投入紙鈔流程圖.....		7
圖 7 APP 藍芽介面及功能介紹.....		7
圖 8 FSR402.....		8
圖 9 SG-90.....		8
圖 10 減速馬達.....		9
圖 11 LCD 液晶顯示器.....		9
圖 12 光敏電阻.....		9
圖 13 L298N 模組.....		10
圖 14 藍芽模組.....		10
圖 15 Arduino UNO 板.....		10
圖 16 Arduino logo.....		11
圖 17 撰寫之 Arduino 程式.....		11
圖 18 App Inventor logo.....		12
圖 19 App Inventor 程式設計.....		12
圖 20 Tinkercad logo.....		12
圖 21 3D 模型圖.....		13
圖 22 硬幣投入口背面/正面.....		13
圖 23 紙鈔投入口.....		14
圖 24 成品展示.....		15
圖 25 紙鈔捲入情形.....		15

表目錄

表 1 專題時間分配表.....	6
表 2 FSR402 規格.....	8
表 3 SG-90 規格.....	8
表 4 減速馬達規格.....	9
表 5 液晶顯示器規格.....	9
表 6 L298N 規格.....	10
表 7 Arduino UNO 板規格.....	10

壹、摘要

儲蓄是「臺灣人」的傳統美德，現代人生活壓力大，學生的課業負擔也愈重，而線上購物的便利性加上廣告洗腦，讓物質慾望上升，隨時隨手一點就能 shopping，這種花錢的小確幸也在不知不覺中養成習慣，您的財產就這樣一點一滴的流走，錯失了”複利”帶來的魔力，讓人生提早財富自由的機會一溜煙飛走！

本專題就以此發想，利用 Arduino UNO 板為主要控制板，結合減速馬達、壓力感測器、藍芽模組與 LCD 液晶顯示器等元件，製造出能夠分辨不同紙鈔與硬幣功能、能顯示存錢筒內部金額功能以及能由父母遠端開關鎖功能的「智慧存錢筒」。從一開始主題構思、購買材料，到製作過程中不斷的嘗試與失敗，最終才得出最佳解決方案並將之實現。

貳、研究動機

儲蓄是學習理財的第一步，為了讓這儲蓄美德從小紮根。培養其直面抵抗花錢的慾望，從小養成存錢的好習慣，且在知識經濟與全球化的時代，現代公民具備正確理財素養更為重要。因此理財就要從儲蓄做起，累積出人生第一桶金，才有財可理。

兒童時期是最容易培養習慣，養成好的儲蓄習慣則受益一生，所以本專題就以此為目標去製作「智慧存錢桶」，它能計算投入金額、能查看目前儲蓄金額、動用金錢時要與父母討論才能開鎖提取之功能、並能記錄每次存款如銀行存摺之功能。



圖 1 小豬撲滿



圖 2 理財好處

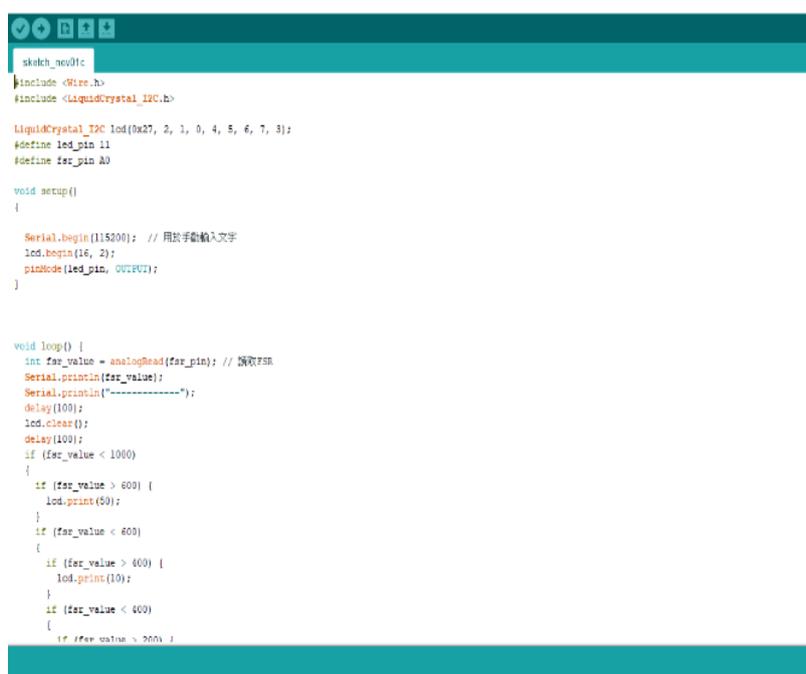
參、主題與課程之相關性或教學單元之說明

一、硬體製作

在高二的電子學實習課程中，我們學會使用軟體 Tinkercad 與雷射切割機，Tinkercad 是用來繪製出專題的機械結構，然後再使用 Cura 軟體轉檔，最後將我們繪製的檔案存入 SD 卡，再放到 3D 列印機，放好 PLA 線材，就可以印出我們需要的物件。而雷射切割機則使用軟體 RDworksV8 畫出設計圖，再藉由雷射切割機功率不同的設定，可適用在各種材質的切割，可方便快捷製作出硬體結構，不用複雜的步驟便能完成我們對硬體製作的需求。

二、軟體撰寫

在高二的可程式控制實習課程中，我們初步接觸到程式書寫的概念。高二的專題製作課程學會使用 Arduino 來控制馬達、LED 燈等元件。Arduino 與其他程式書寫更簡單，功能又廣泛，所以我們決定使用 Arduino 來寫出我們的程式。



```
sketch_new01c
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3);
#define led_pin 11
#define fsr_pin A0

void setup()
{
  Serial.begin(115200); // 用於手動輸入文字
  lcd.begin(16, 2);
  pinMode(led_pin, OUTPUT);
}

void loop() {
  int fsr_value = analogRead(fsr_pin); // 讀取FSR
  Serial.println(fsr_value);
  Serial.println("-----");
  delay(100);
  lcd.clear();
  delay(100);
  if (fsr_value < 1000)
  {
    if (fsr_value > 600) {
      lcd.print(50);
    }
    if (fsr_value < 600)
    {
      if (fsr_value > 400) {
        lcd.print(10);
      }
      if (fsr_value < 400)
      {
        if (fsr_value > 200) {
```

圖 3 Arduino 程式

肆、研究方法

一、研究流程

(一) 研究步驟

在七月中定下專題題目後，我們便開始製作流程。我們首先尋找並測試投幣的方法，最終決定運用每個硬幣直徑的不同來作為辨別方式。而後我們尋找要使用哪種材料當作我們捲入紙鈔的轉軸，隨手拿了根木棒，抱著測試的心態製作，沒想到捲入鈔票的效果非常得好，使我們離成功又進一步！

表 1 專題時間分配表

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1. 購買材料							
2. 蒐集資料							
3. 程式設計							
4. 硬幣口製作							
5. 成品測試							

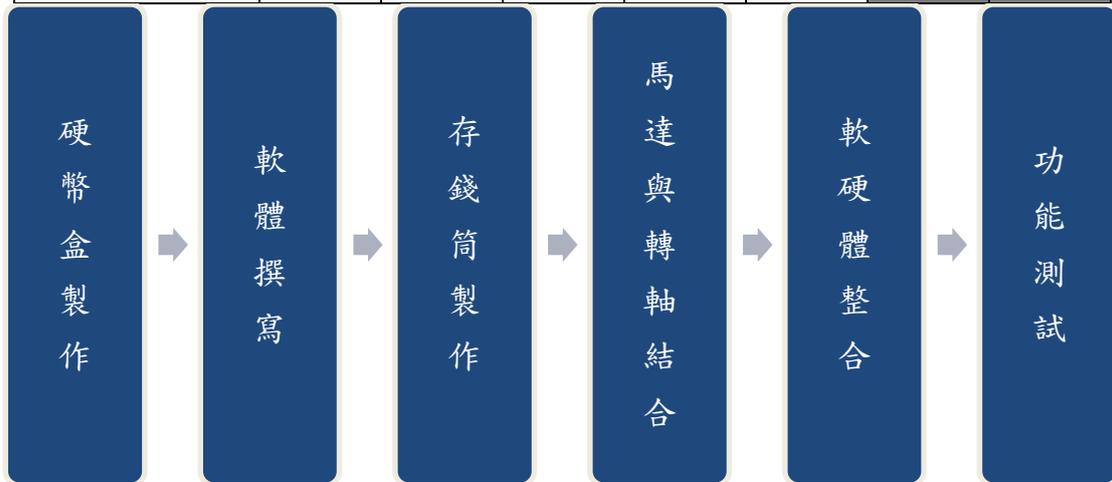


圖 4 研究步驟流程

(二) 操作步驟

1、投入硬幣

在台灣主要流通的硬幣為一元、五元、十元以及五十元，我們利用不同的硬幣直立投下去時，壓縮硬幣孔內的彈簧來使壓力感測器產生不同對應的數值，進而分辨出各種硬幣的幣值。動作流程如下圖所示。

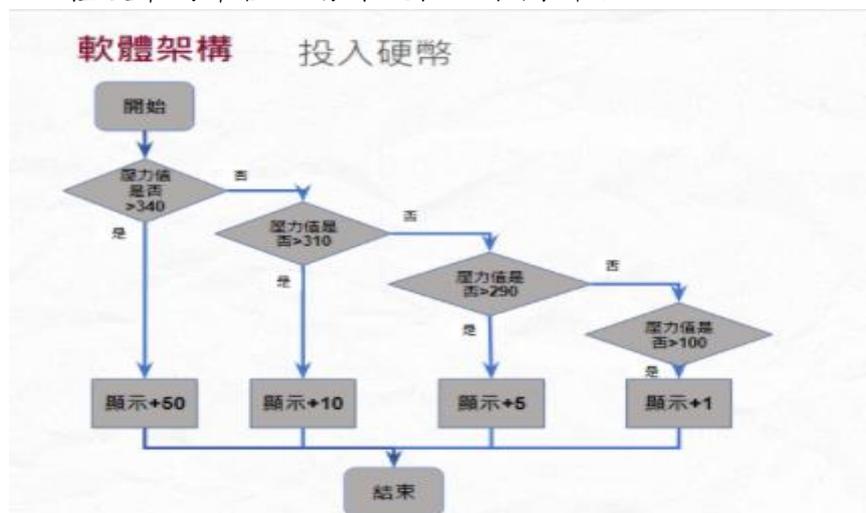


圖 5 投入硬幣流程圖

2、投入紙鈔

在紙鈔的方面，我們採取常用的紙鈔一百元、五百元以及一千元來測試。我們先利用光敏電阻隨光的強度改變電阻值的特性，來判斷紙鈔投入情形，再依每種紙鈔長度不同的特性，計算馬達轉動時間來判斷鈔票種類，將這兩者結合，就完成我們智慧存錢筒存入紙鈔的功能。本段程式動作流程如下圖所示。

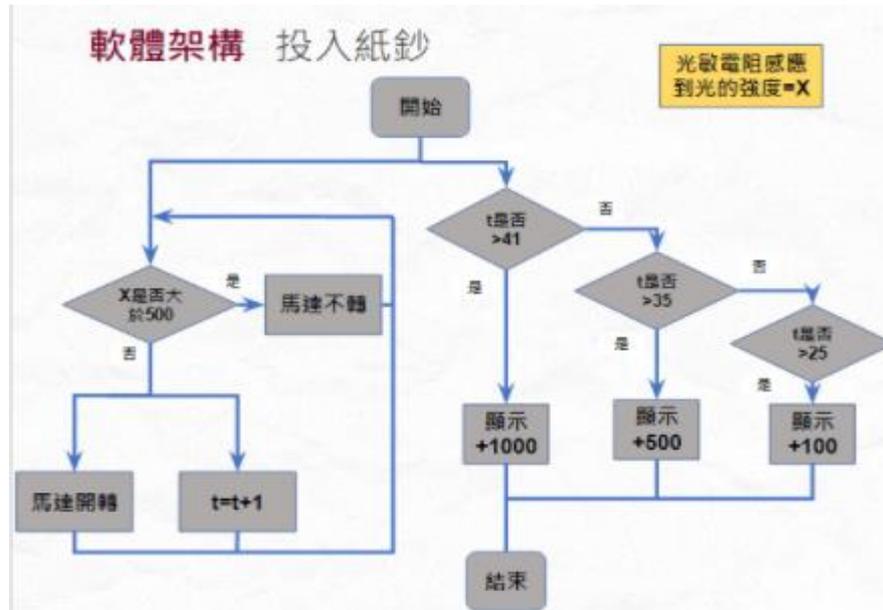


圖 6 投入紙鈔流程圖

3、藍芽控制上鎖

當我們按下 APP 的" BT list" 按鈕時，我們可以選取我們要連接的藍芽裝置，連接完成後，按下 APP 的" 鎖上" 按鈕，則伺服馬達 SG-90 將動作，使其轉軸旋轉讓門上鎖；而按下 APP 上之" 開鎖" 按鈕，則使馬達之轉軸轉離變成開鎖動作。當長按 APP 中間的" reset" 按鈕時，可使 LCD 上已存入的金額歸零。最後按下" disconnect" 按鈕，將會斷開與該藍芽裝置的連接。



圖 7 APP 藍芽介面及功能介紹

二、使用材料及工具

(一) 零件介紹

1、壓力感測器(FSR402)

壓力感測器(圖 8)是一款可以根據外在施壓來改變本身內阻的零件。一般可用於機械夾持器末端感測有無夾持物品或仿生機器人足下地面壓力感測，應用範圍廣泛。FSR402規格如表 2：



圖 8 FSR402

表 2 FSR402 規格

整體長度	6cm
整體寬度	1.9cm
整體厚度	0.018
感測區域	1.27cm
壓力範圍	0.1N~100N

2、伺服馬達(SG-90)

伺服馬達(圖 9)是由直流馬達、減速馬達、電位器及控制電路所組成的，減速齒輪可以減緩馬達轉速並提高轉矩，而電位器是用來回饋目前位置的。了解到這款伺服馬達特性後，我們利用其每次轉 90 度的特性來製作成一個電子鎖的功能。SG-90 之規格如下表 3：



圖 9 SG-90

表 3 SG-90 規格

產品尺寸	23×12.2×29mm
電壓	4.8V~6V
重量	9g
可控角度	0~90°
速度	0.12 秒/60°
扭力	1.2 公斤/公分

3、減速馬達

減速馬達(圖 10)是由減速機和馬達的結合體，這樣的馬達可有效降低輸出轉速並增大輸出轉矩，且這種的馬達節省空間、震動小、噪音低非常符合我們的需求，我們還在他的轉軸放了一根木棒，且木棒的重量相當輕摩擦力也很足夠，使它能捲入紙鈔。減速馬達之規格如下表 4：



電壓	空載電流	空載扭曲
6V	≤200mA	200±10%轉速
3V	≤150mA	90±10%轉速

表 4 減速馬達規格

圖 10 減速馬達

4、LCD 液晶顯示器 (1602a)

LCD 液晶顯示器(圖 11)模組內部的字元記憶體儲存了 160 個不同的點陣字元圖形，這些字元有阿拉伯數字、英文字母的大小寫、常用的符號等等，我們運用這項功能顯現出我們存錢筒內的金額。LCD 液晶顯示器 (1602a)之規格如下表 5：



表 5 液晶顯示器規格

玻璃尺寸	69.5×21.8×17.8mm
電壓	5V
重量	30g
尺寸	2.95mm×4.35mm

圖 11 LCD 液晶顯示器

5、光敏電阻

光敏電阻(圖 12)是一個可以藉由光的強度來改變內組的電阻，還可以粗略的顯示光的強度。我們將此元件擺在減速馬達的轉軸附近，然後在這個元件的對面放一顆 LED 燈，使光的強度一直都是高的，而當我們投入紙鈔時光會被遮蓋，光的數值變低，就會觸發我們的功能。



圖 12 光敏電阻

6、L298N 馬達驅動模組

L298N 馬達驅動模組(圖 13)常用於驅動車子的左右輪，可以分別控制左右車輪的前進、後退以及停止，而我們則

是使用它操控兩個減速馬達向內轉將我們投入的紙鈔吸進我們的存錢筒內。L298N 之規格如表 6。



圖 13 L298N 模組

表 6 L298N 規格

電壓	5V
驅動電壓	5V~35V
電流	0mA~36mA
驅動電流	2A
工作溫度	-20°C~135°C

7、藍芽模組 (HC-06)

藍芽模組(圖 14)能使智慧存錢筒擺脫纜線的束縛，可在十米範圍內利用無線通訊方式來控制。使用本模組無需瞭解複雜的藍芽協定，只需開啟 APP 後配對連接，即可使用此功能。



圖 14 藍芽模組

8、Arduino UNO 控制板

Arduino UNO 板(圖 15)是一塊微控制器板，大約一個手掌大，是最廣泛運用的控制板，使用上也非常簡單，支援模組廣泛，所以我們決定使用這塊 UNO 板。Arduino UNO 微控制板之規格如表 7：

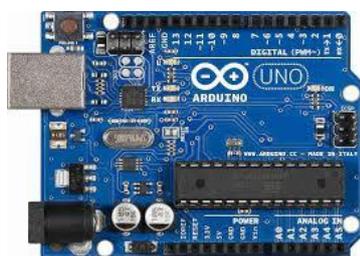


圖 15 Arduino UNO 板

表 7 Arduino UNO 板規格

產品尺寸	68.7×53.3×15.5mm
重量	28g
運行電壓	5V
輸入電壓	6~20V

(二) 軟體介紹

1、Arduino

Arduino(圖 16)的開發環境是以開源軟體為基礎，採用 JAVA 編寫的，且軟體不需要安裝，下載完壓縮檔就可以立即開啟及使用。撰寫 Arduino 的語法與 C 及 C++的語法非常

相似，使我們能夠更輕鬆的上手。Arduino 支援的作業平台十分廣泛，不管是 Windows、蘋果電腦或 Linux 都可使用。



圖 16 Arduino logo

```
檔案 編輯 庫管理 工具 說明
Blink §
24
25 // the setup function runs once when you press reset or power the board
26 void setup() {
27   // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
28   pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
29 }
30
31 // the loop function runs over and over again forever
32 void loop() {
33   digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
34   delay(1000); // wait for a second
35   digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
36   delay(1000); // wait for a second
37 }

```

上傳完畢。

草稿碼使用了 930 bytes (2%) 的程式儲存空間，上限為 32256 bytes。
全域變數使用了 9 bytes (0%) 的動態記憶體，剩餘 2039 bytes 給區域變數，上限為 2048 bytes。

圖 17 撰寫之 Arduino 程式

2、App Inventor

App Inventor(圖 18)是一款完全線上開發的 Android 程式環境，操作方式不同於 Arduino 需要自己寫程式，自己需要什麼功能，就將想要的功能方塊拉出組合(圖 19)，相較於一般的程式軟體容易許多。



圖 18 App Inventor logo

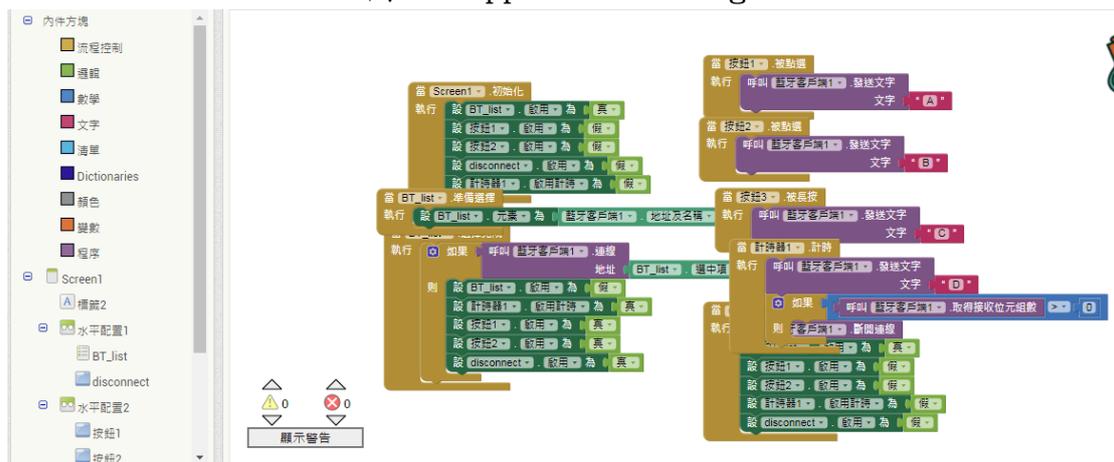


圖 19 App Inventor 程式設計

3、Tinkercad

Tinkercad 是一款免費線上 3D 建模程式，只要你有想法，都能輕易夠將你的想法具體化成模型(圖 21)，有內建各種形狀模版，還能參考其他創作家的想法增廣見聞。畫完圖後轉檔即能使用 3D 列印機製作出成品。



圖 20 Tinkercad logo

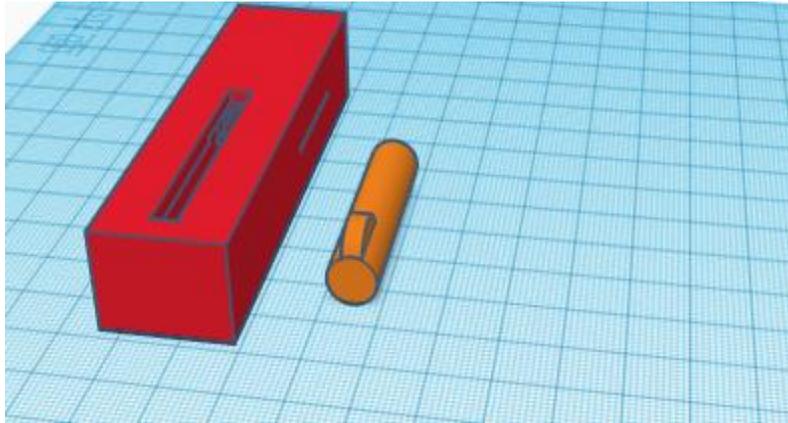


圖 21 3D 模型圖

伍、研究結果

一、硬體結構

我們存錢筒的主要外形是由六片 20x20cm 的透明壓克力板所組成的，裡面又分為硬幣投入口和紙鈔投入口兩個部分。

(一) 硬幣投入口

一開始我們設計的投入口雖然是可以投的，但投下去十分費力，而後我們發現可能是因為彈簧與盒子的壁面磨擦到，導致它沒辦法順利的壓縮，所以我們放了個紙捲進去，這個問題也就迎刃而解。



圖 22 硬幣投入口背面/正面

(二) 紙鈔投入口

我們將兩顆減速馬達取一張紙鈔的寬度分開，然後在它的轉軸裝上木棒，並在木棒旁邊放上一個讓他保持不會晃且穩固的維持器，而後兩顆馬達一個正向運轉一個反向運轉就可將鈔票捲入。



圖 23 紙鈔投入口

二、成果展示

最後我們將軟硬體結合，並歷經種種挫折將之克服後，完成的「智慧存錢筒」成品如下：



圖 24 成品展示



圖 25 紙鈔捲入情形

陸、討論

一、硬幣投入口設計

我們在投硬幣判斷的方式有查到許多種方法，例如：利用滑軌及大小不同的投幣口、以重量區別等等，而我們一開始決定用木板做滑軌測試，雖製作測試成功但體積太大，所以我們決定先保留此方案。後來我們用 3D 列印製成一個投幣盒內含一根壓縮彈簧的棒型裝置配合壓力感測器，最後測試成功且佔用的空間僅有兩個五十元硬幣左右的大小，所以我們專題就採用此方式製作。但我們在做出投幣盒的過程沒有那麼得順利，每次處理完一個問題，總會又發現另一個問題，所以我們重覆做了好幾次的盒子，不斷嘗試著這個過程，最終才完成這符合我們需求的投幣盒。

柒、結論

「智慧存錢筒」在歷經好幾次的軟體修正，還有硬體結構的改善，終於慢慢地構築成型並與我們腦中構思的初衷重疊一起。雖然存摺功能未如期完成，但本專題的創意仍不能被抹滅，期許我們未來仍能有機會加入如提款等功能，將其提升為具備像銀行一樣功能的「智慧存錢筒」。

要製作出一個完整的專題，絕對不是只靠一個人，更不是只靠一項專長就能完成的，每個人在各方面都會展現出不同的天賦，並透過團隊分工合作去逐步達成。在本專題的製作過程中，我們就自學機械原理的應用，並將軟硬體的結合，在一次次的嘗試及失敗中成長，最終將這「智慧存錢筒」產出。這也讓我們應用所學的知識，還鍛鍊我們自學及解決問題的能力，對於我們日後學習有很大的助益。

捌、參考資料及其他

LCD 液晶感測器規格 2020 年 1 月 25 日。取自

[:https://www.playrobot.com/display/1048-arduino-lcd-1602a-3-3v.html](https://www.playrobot.com/display/1048-arduino-lcd-1602a-3-3v.html)

L298N 馬達驅動模組規格 2020 年 1 月 25 日。取自

<https://shop.cpu.com.tw/product/46920/info/>

FSR402 壓力感測器規格 2020 年 1 月 25 日。取自

<http://yehnan.blogspot.com/2013/09/arduino-force-sensitive-resistor.html>

SG-90 伺服馬達規格 2020 年 1 月 25 日。取自

https://sites.google.com/site/cs_jhmaker/d-dong-li-pian/sg-90-servo

Arduino UNO 板規格 2020 年 1 月 25 日。取自

<https://www.botsheet.com/cht/shop/arduino-uno-r3/>