

高雄市高英高級工商職業學校

Kao Ying Industrial Commercial Vocational High School

專題製作報告



智慧行李箱

學生姓名：劉冠呈

楊品庠

指導老師：蔡忠憲

中華民國 106 年 3 月

目錄

壹、摘要	4
貳、研究動機	4
一、動機	4
二、目的	5
參、研究方法	5
一、作品發展步驟	6
二、研究時間規劃	6
三、研究流程圖	6
四、系統架構	7
五、研究材料表	8
六、依據理論及原理	9
(一) Arduino	9
1.Arduino 的基本介紹	9
2.Arduino 軟體	9
3.Arduino 硬體	11
(1)Arduino Duemilanove 板	11
(2)Arduino Uno 板	12
(3)Arduino Leonardo 板	13
(4)Arduino nano 板	13
(5)Arduino Mini 板	14
(6)Arduino Mega 板	14
4.Arduino 輸出訊號介紹	14
(1)類比與數位訊號	14
(2)PWM	15
七、硬體製作	16
(一)電路研究	16
1.電源轉換電路	16
2.震盪電路	17
3.濾波電路	17
4.FT232 電路	18
5.Atmega 2560 IC	18
八、數據研究	19
(一)能量傳輸與頻率關係實測	19
(二)能量傳輸與距離關係實測	21
(三)能量傳輸實測結果討論	21
九、製作歷程	26

肆、研究結果-----	27
一、作品特色-----	27
二、實用性-----	27
三、作品操作方式-----	28
伍、討論-----	29
一、未來展望-----	29
陸、結論-----	29
柒、參考資料-----	29
一、網頁-----	29
二、書籍-----	29

壹、摘要

在現代的生活當中，出國旅遊或到外地工作的人也逐漸增加。當然行李箱也是大家外出旅遊或是洽公必備的東西，在人來人往的機場或是候車月台裡每人身邊都拖曳著大大小小的行李，雖然目前行李箱的設計已經盡可能讓人們便於拖曳，但是當行李重量頗重，或是行李件數頗多的時候，難免還是會使人們感到不便；因此，我們就思考設計一個智慧型行李箱，設計的目的在於解決傳統行李箱笨重拖曳不便的困擾，也解決傳統行李箱不易被肢體障礙人士方便使用的問題，智慧型行李箱最重要的貢獻，便是在使行李箱可以自動跟隨人們的行動，或是透過無線遙控的方式控制其運作，這將使人們不再負荷過重行李的體力消耗，也使肢障人士得以方便管理其隨身的行李。

貳、研究動機

一、動機

現代人的生活中，需要出國的機會逐漸增加，然而行李箱就會是外出旅遊或工作時必備的東西，不管是在機場或是候車區都常常會看到附近的人拖著大大小小的行李箱，雖然行李箱的設計已經可以讓我們輕易攜帶拖曳，但是如果行李箱的重要太重，或是行李箱數量過多時，難免都會使人感到不方便；因此我們就想到了可以自走的行李箱，設計的目的就是為了解決傳統行李箱笨重還要自行拖曳的不方便，也解決傳統行李箱不易被有肢體障礙人士使用的問題，然而我們的自走行李箱可以解決以上所有的問題，便是讓行李箱可以自動隨著使用者的行動而跟著移動，這樣可使人們不用再負荷過重的行李重量，並減少多餘的體力消耗，同時也讓肢障人士能順利控制其隨身行李；我們打算利用感測器來讓行李箱可以順利跟著使用者移動的方向跟著移動，讓我們可以不用在去拖曳我們的隨身行李，並利用高扭力馬達來進行移動，來達到能帶動高重量的物品，並利用電池來供應我們的裝置電力，讓我們可以順利驅動所有的裝置，達到我們自走行李箱的功能與目的，無論是要用來外出旅遊或是出門工作，都能減少攜帶物品的負擔，以及減少重物所產生的體力上的多於消耗，也可以減少殘障人士攜帶物品所產生的不方便，讓任何的人都可以方便攜帶行李。



(圖 1 行李箱過多)

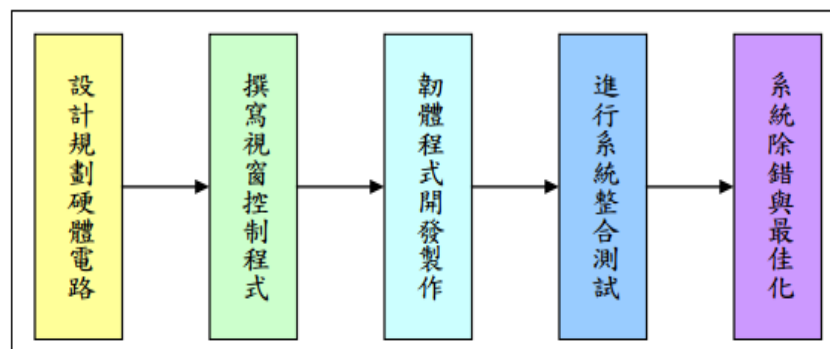
二、目的

- (一)設計一個可以自動跟隨主人行動的行李箱。
- (二)設計出能夠正確找到行李箱主人位置的裝置。
- (三)讓行李箱能夠確保不會遺失行李箱主人的行動位置，必要時，可以用遙控的方式將行李箱的位置警示給行李箱主人，或由行李箱主人透過遙控的方式操控行李箱的運作。
- (四)不用讓使用者拖著沉重的行李箱到處行走。
- (五)設計出適合用在智慧型行李箱的感測裝置，使感測裝置能夠正確找到行李箱主人的位置。
- (六)設計出一個適用於各種尺寸行李箱的驅動裝置，並且能夠承運約 20 公斤重的行李重量，並且以符合正常人們拖曳行李的速度前進。
- (七)設計出一個適用於智慧型行李箱的電源裝置，基本上電源裝置區分為「供電」與「充電」兩部分，供電部分必須能夠有效運用隨箱裝置的電池電力，使整體電路能夠合理的使用時數上有效運作，充電部分必須要能夠迅速將充電電池有效回復電力，並且確保充電過程不會傷害電池與確保安全。
- (八)行李箱的運作必須保有傳統行李箱的操作模式，以防止電路或電源發生異常時，行李箱還能夠正常使用。

參、研究方法

一、作品發展步驟

下圖 1 為本小組在規劃作品發展歷程時的步驟進行方塊圖，本小組將共同討論出的系統架構，期望以簡單的材料成本，加上創意與軟、硬體設計，完成兼具環保與實用價值的成品，為正處於全球暖化、極端氣候變遷的地球，盡一份心力。



(圖 2 步驟進行方塊圖)

二、研究時間規劃

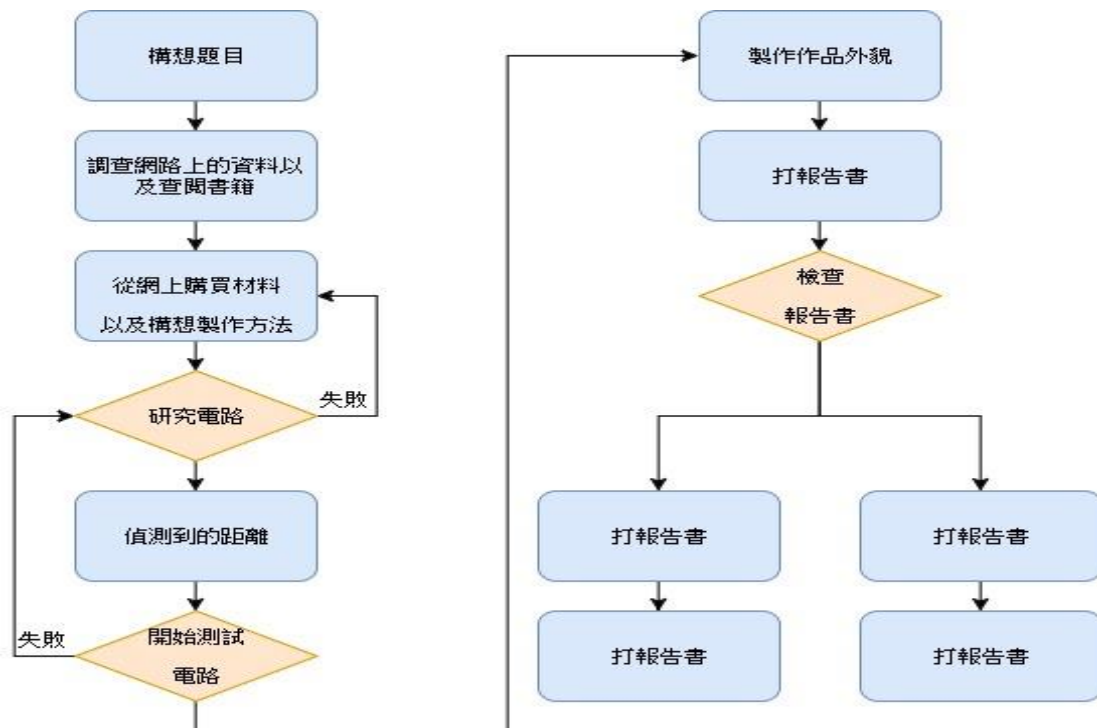
為有效掌握整個專題進度，我們規劃了專題計劃的時間如下圖。首先我們利用圖書館去收集本專題的相關技術書籍與期刊雜誌，再利用網路查詢程式設計、硬體製作的相關論壇網站以匯集有關資訊，然後構思規劃教室自動化控制系統所需使用的硬體材料與零組件。

為有效掌握整個專題進度，我們規劃了創作這項作品的研發計畫，如下列時程圖所示：

工作項目 \ 時間	11月	12月	1月	2月	3月
專題組隊確認	■				
專題資料收集		■	■		
硬體電路製作		■	■		
軟體程式撰寫			■	■	
成果整合測試			■	■	■
專題報告撰寫				■	■
作品展示練習					■

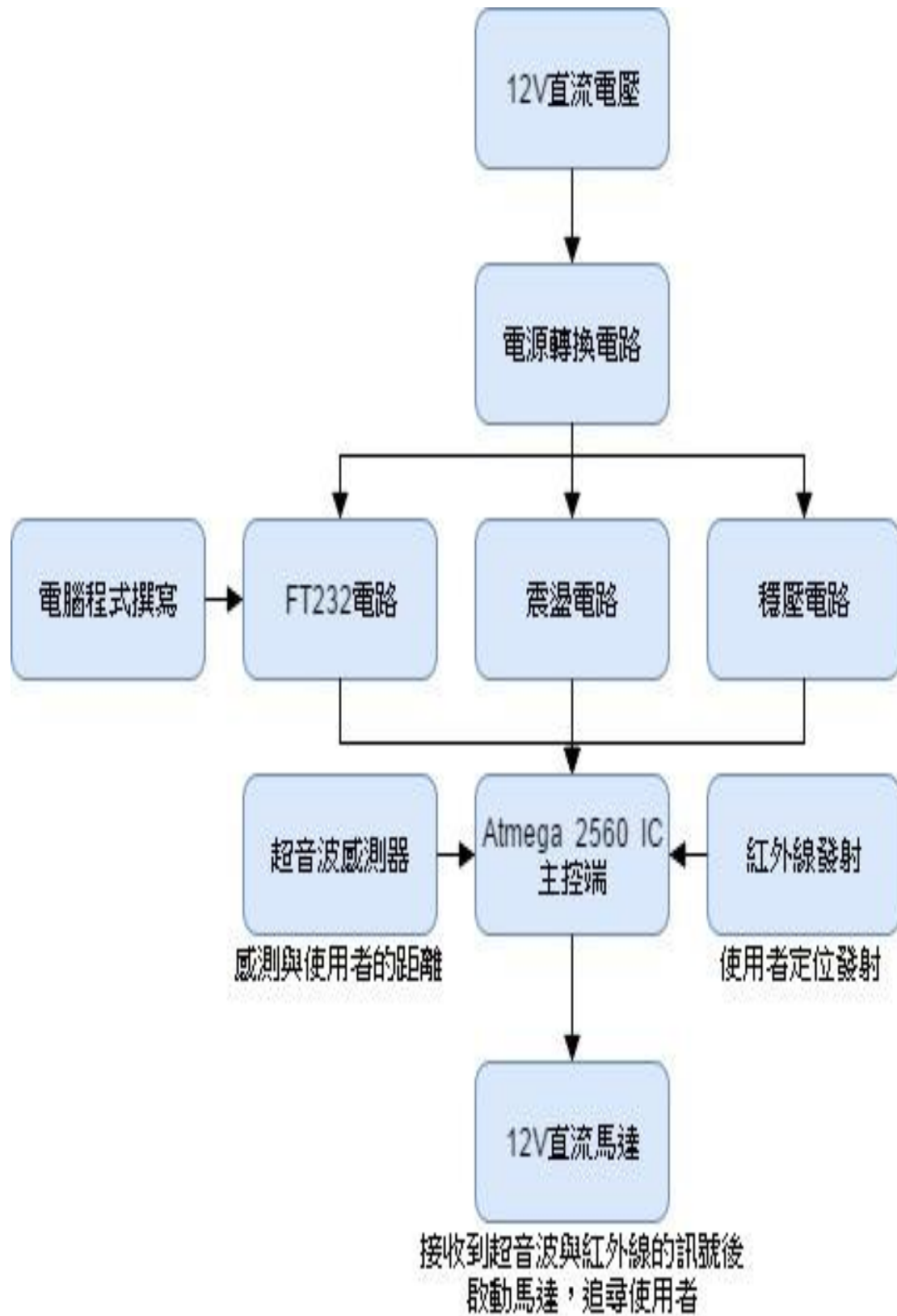
(圖 3 專題製作時間甘特圖)

三、研究流程



(圖 4 流程圖)

四、系統架構



(圖 5 系統架構圖)

五、實驗材料表

下表為本次實驗中所使用到的材料表：

(表 1 研究材料表)

名稱	規格	數量
Arduino 單晶片	Mege2560	1
	Uno	1
	Nano	1
	Pro mini	1
馬達驅動晶片	TA7257P	2
直流馬達	24V	4
	12V	4
	6V	4
	3V	4
電阻器	10Ω	5
電阻器	1kΩ	5
電阻器	10kΩ	5
紅外線發射器	PT2248	1
紅外線接收器	PT2249	1
超音波模組	HC-SR04	2

六、依據理論及原理

(一) Arduino

1. Arduino 的基本介紹

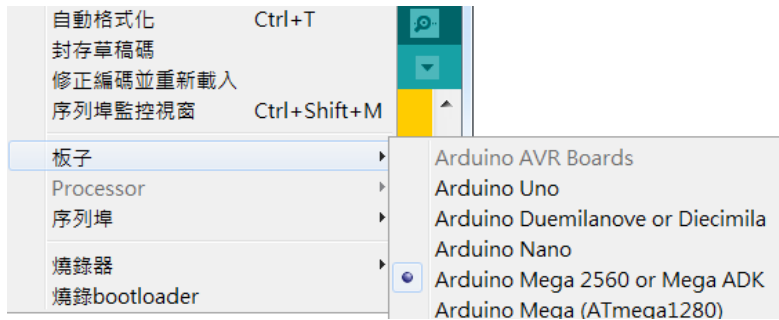
Arduino 是一個開源的微控制器，採用了基於開放原始碼的軟硬體平台，構建於開放原始碼 simple I/O 介面版，並且具有使用類似 Java，C 語言的開發環境。還包含以下特點：開放式原始碼電路設計以及成程式開發介面、使用 ISCP 燒錄器、使用 USB 介面時無須外部供電、更新 bootloader、可與感測器及電子元件結合、支援多種互動程式，如：Flash, MaxMSP, Processing 等，使用者可以在 Arduino 板子上面接上各種電子裝置。如 LED 燈、開關、陀螺儀、馬達、Bluetooth 等等。再搭配撰寫程式，可以利用 Arduino 做出多種自動控制應用，例如透過溫度感應控制風扇運轉、利用紅外線偵測物體搭配蜂鳴器做出警示，以及製作自行車、飛行器等等。Arduino 的特色在於開放原始碼，不僅軟體為開放原始碼，硬體部分也公開電路圖。資源豐富，因為 Arduino 開源關係，因應不同的需求可以新增並使用不同的函式庫。Arduino 著名的是其硬體，但仍然需要良好的軟體來操控硬體。而因為 Arduino 軟硬體都是開放式平台，軟體也為免費開放原始碼，並且具跨平台的特性。

Arduino 廣泛應用在教育訓練上，但其底層硬體的複雜性如同一般嵌入式系統。因為其快速開發的能力，能將一個想法快速實作出來。除此之外，可以透過 Arduino 論壇找到 Arduino 社群提供的豐富資源，包含軟硬體開發的介紹與實作，可以幫助使用者在開發時得到一些靈感與幫助。

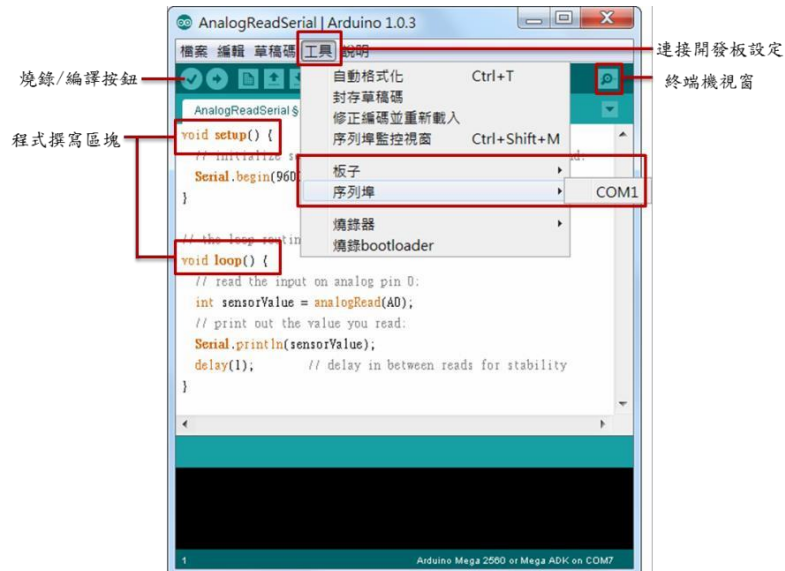
2. Arduino 軟體

使用 Arduino 的 IDE (Integrated Development Environment，整合式開發環境) 能夠建立並修改程式，再將程式編譯成可執行檔，接著燒錄到 Arduino 開發板，讓程式在板子上執行。Arduino 的軟體開發環境是開放原始碼的 IDE，可以在 Arduino 的官方網站免費下載，所使用的程式語言類似 C/C++，且 Arduino IDE 為跨平台，提供了 Windows, OSX, Linux 的版本，Arduino IDE 的軟體介面(如圖 4)所示。在撰寫程式時必須注意到，Arduino 的程式主要是由 void setup()、void loop() 由這兩個函示區塊所組成(圖 4)。

並且在接上開發板後，需要在選項工具以及序列埠挑選 Arduino 板子(圖 2) 與電腦所使用的 COM 序列埠(圖 3 為 COM1)。最後程式撰寫完畢時，使用介面 左上角的燒錄/編譯按鈕來上傳程式至開發板。右上角終端機視窗(圖 4)，可以顯示使用者所印出的資訊以及系統所提示的訊息。



(圖 6 設定 Arduino 板子)



(圖 7 Arduino IDE 介面)

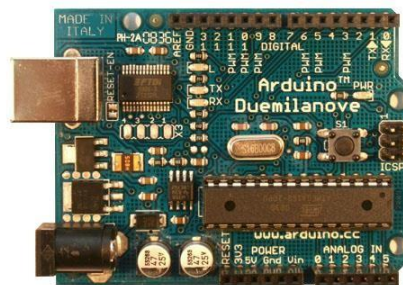


(圖 8 Arduino 終端機)

3.Arduino 硬體

(1)Arduino Duemilanove 板

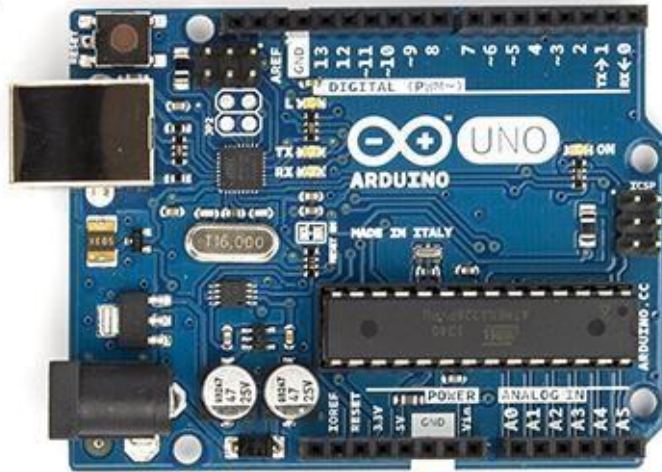
較為早期 2009 年所開發的 Arduino 版，如圖 5 所示，「Duemilanove」為義大利文「2009」的意思，內部的控制晶片則使用 ATmega168 或是 ATmega328，裡面使用的是 FIDI 公司製造的 USB 晶片，提供 USB 傳輸的功能，電力的來源有兩種，一種是外接 AC 直流電電源，另一種則是 USB 充電，兩個方式可以相互切換，而 Arduino Duemilanove 提供了 14 支數位輸入/輸出接腳(當中有六個可以當作 PWM 的輸出接腳)，以及 6 支類比輸入腳，是早期 Arduino 基本的板子。



(圖 9 Arduino Duemilanove 板)

(2)Arduino Uno 板

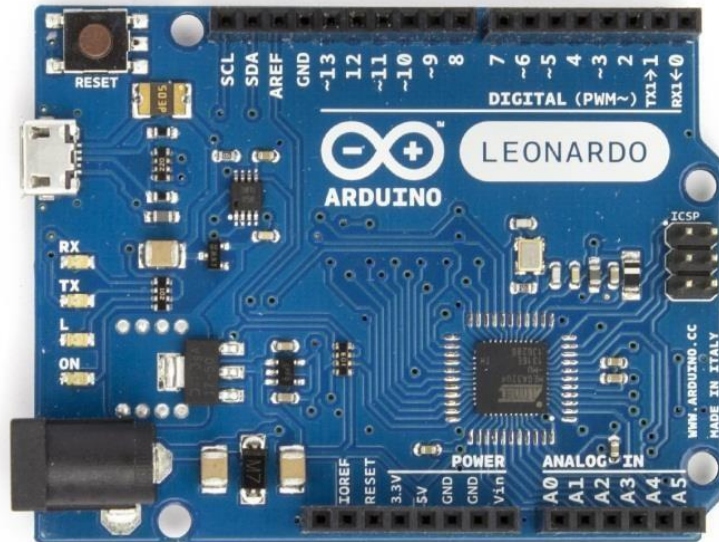
如圖 6 所示為 Arduino UNO 版，義大利文「UNO」是指「一」的意思，主要用來紀念剛開始 Arduino1.0 的發布，內部所使用的控制晶片為 ATmega328，而跟 Arduino Duemilanove 不一樣的地方是，他採用微控制器 ATmegaA8U2 或是 ATmega16U2，取代原本 FIDI 公司製造的 USB 晶片，用來處理 USB 與電腦的傳輸通訊；與 Arduino Duemilanove 相同的地方為提供了 14 支數位輸入/輸出接腳(當中有六個可以當作 PWM 的輸出接腳)，以及 6 支類比輸入腳，而 Arduino Uno 內建穩定的 3.3V 電壓，可以讓過去沒辦法使用的擴充零件，也可以在 Arduino Uno 上執行，所以目前來說 Arduino Uno 是目前初學者最佳的選擇，許多書本及教材也是利用 Arduino Uno 為基礎作為教學。



(圖 10 Arduino Uno 板)

(3)Arduino Leonardo 板

如圖 7 所示為 Arduino Leonardo 板，該版本將 Arduino Uno 中 ATmega328 ATmegaA8U2 兩個微控制器整合成 ATmega32U4 單一顆微控制器，USB 通訊則利用軟體方式來負責通訊，Arduino Leonardo 相較於 Arduino Uno，他有具備有更多的接腳，總共有 20 支數位輸入/輸出接腳(當中有 7 個可以當作 PWM 的輸出接腳)，以及 12 支類比輸入接腳。



(圖 11 Arduino Leonardo 板)

(4)Arduino nano 板

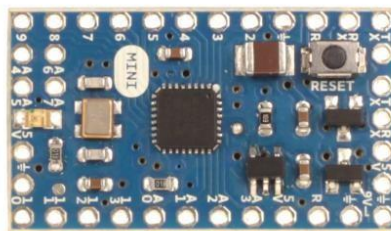
如圖 8 所示，Arduino Nano 所使用的控制晶片一樣為 ATmega328，但是他傳輸的方式是使用內建的 miniUSB，基本功能與 Arduino Duemilanove 版差異不大，且 Nano 比 Duemilanove 多了兩個類比接腳，供電方式有兩種選擇，一個是 USB 電另一個為使用兩個獨立接腳供電，Arduino Nano 的體積相當的小很適合用在有空間限制的專案當中。



(圖 12 Arduino nano 板)

(5)Arduino Mini 板

如圖 9 所示為 Arduino Mini 板，是屬於 Arduino 迷你板，所使用的微控制器為 ATmega168 或 ATmega328，目前都是以 ATmega328 微控制器為主，Arduino Mini 提供了 14 支數位輸入/輸出接腳(當中有六個可以當作 PWM 的輸出接腳)，以及 8 支類比輸入腳，Arduino Mini 板體積也相當輕巧，也很適合運用在有空間限制的專案當中。



(圖 13 Arduino Mini 板)

(6)Arduino Mega 板

如圖 10 所示為 Arduino Mega 板，使用的微控制器為相當強大的 ATmega1280，而最新版本的 Arduino Mega 板則採用更高階的 ATmega2560 微控制器，Arduino Mega 輸入與輸出功能和一般的 Arduino 有很明顯的提升，可以控制大量的電子元件，相當適合運用在大型的專案上面。



(圖 14 Arduino Mega 板)

4.Arduino 輸出訊號介紹

(1)類比與數位訊號

所謂類比信號，即意指信號所代表的數值皆為連續的，而不會有離散(discrete)或階差(gap)的情形，而數位信號所代表的數值資料則是非連續的。通常類比信號大都是一些實際的物理量，而數位信號則是一些數位量(digit)，對人類來說，習慣採用十進制，而對電腦而言，電的數位量較常用二進位制，只使用 0 與 1 兩個數字來表示信號，這是因為多數的資訊處理裝置都是由電子開關所組成，在處理上不是開就是關，亦即不是 0 就是 1，因此呈現二進位的形式。

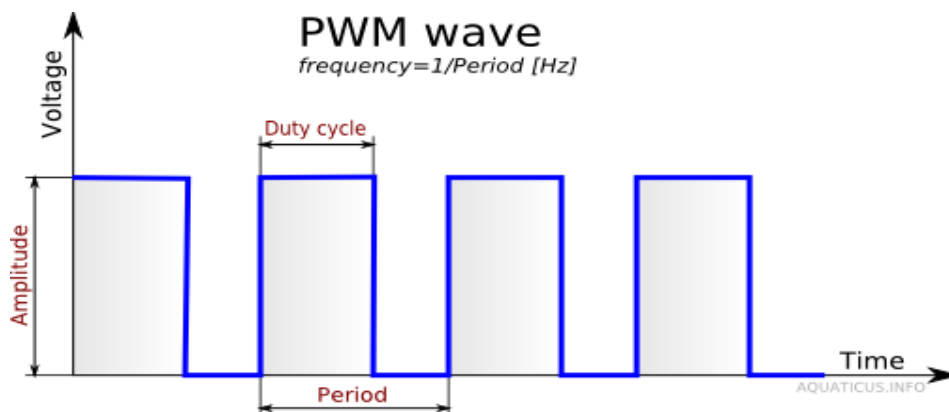
我們在日常生活中所看到的、聽到的都是屬於類比的訊號，人體是無法感受數位的訊號。而從音效卡輸出的聲音訊號基本上則分為二種，一為類比，另一為數位。自早期至最近的音效卡產品其主要的聲音輸出型態仍屬於類比為主，也就是我們一般最常使用的直接連至音箱的用法，這種訊號只需將訊號的功率經過放大，便可讓人耳聽到，也是屬於一種傳統且方便的輸出方式，不過在聲音的品質中或許會受到元件品質、環境干擾所影響。在目前這類的訊號輸出方式大多

採用 3.5mm 的立體接頭/口作為訊號傳送介面，適合一般多媒體音箱直接連接。至於數位訊號輸出入則是近來比較熱門的介面，多半出現在較高階的產品上，但也有日趨普遍的現象，這種數位訊號的傳送介面基本可以分為三種，一為二針的接腳，其中一針為訊號，另一針為接地，這種用法大多使用在內接式的設備上，例如 CD-ROM 的數位訊號輸出接至音效卡上的內接式數位訊號輸入；第二種是採用 RCA 接口，也就是所謂的梅花接頭/口(大陸稱蓮花接頭/口)，這也是音效卡採用數位輸出/入介面初期所採用的介面，訊號線材的價格也較便宜且普遍，容易取得；第三種就是所謂的光纖，採用此種介面的成本較高，而且線材的價格也不便宜，多半只在高檔產品上才會採用。

數位訊號在電腦中是一串 0 與 1 的資料，所有資料都以序列方式排列，且在未經解碼之前，人耳是無法聽見的，不同於類比訊號；採用數位輸出/入的主要原因在於獲得較高品質的聲音，因為可以減少類比訊號在環境中受到的干擾，但差異有多少，就必須看解碼器的品質了。

(2)PWM

脈衝寬度調變 (Pulse Width Modulation, PWM)，是將類比信號轉換為脈波的一種技術，在類比電路中，類比信號值可以連續進行變化，在時間和值的幅度上都幾乎沒有限制，基本上可以取任何實數值，輸入與輸出也呈線性變化。所以在類比電路中，電壓和電流可直接用來進行控制對象。而另外數位電路是在預先確定的範圍內取值，在任何時刻，其輸出只可能為 ON 和 OFF 兩種狀態，所以電壓或電流會通/斷方式的重複脈衝序列加載到類比負載。



(圖 15 PWM 波形圖)

PWM 技術是一種對類比信號電位的數字編碼方法，通過使用高解析度計數器（調製頻率）調製方波的占空比，從而實現對一個類比信號的電位進行編碼，如上圖所示。其最大的優點是從處理器到被控對象之間的所有信號都是數位形式的，無需再進行數位類比轉換過程；而且對雜訊的抗干擾能力也大大增強（雜訊只有在強到足以將邏輯值改變時，才可能對數位訊號產生實質的影響），這也是 PWM 在通訊等信號傳輸行業得到大量應用的主要原因。類比信號能否使用 PWM 進行編碼調製，僅依賴帶寬，這即意味著只要有足夠的帶寬，任何類比信號值均可以採用 PWM 技術進行調製編碼，一般而言，負載需要的調製頻率要高於 10Hz，在實際應用中，頻率約在 1kHz 到 200kHz 之間。在信號接收端，需將信號解調還原為類比信號，目前在很多微型處理器內部都包含有 PWM 控制器模組。

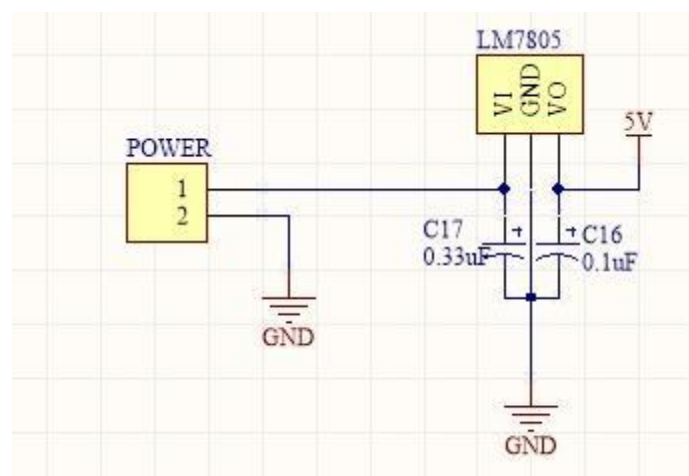
七、硬體製作

（一）電路研究

本次研究的電路是以目前當紅的 Atmega IC 模組為基礎，因目前在市面上許多的專題作品大多都是直接的使用 Atmega IC 模組來做為主控端，但真正了解其中電路邏輯的卻是少數，所以我們想透過本次的研究來了解 Atmega IC 模組中的電路邏輯以及原理，並且結合電子學、基本電學的課程來自製本專題所需要用到的電路，而以下為本次所用到的小型電路及負責功能。

1. 電源轉換電路

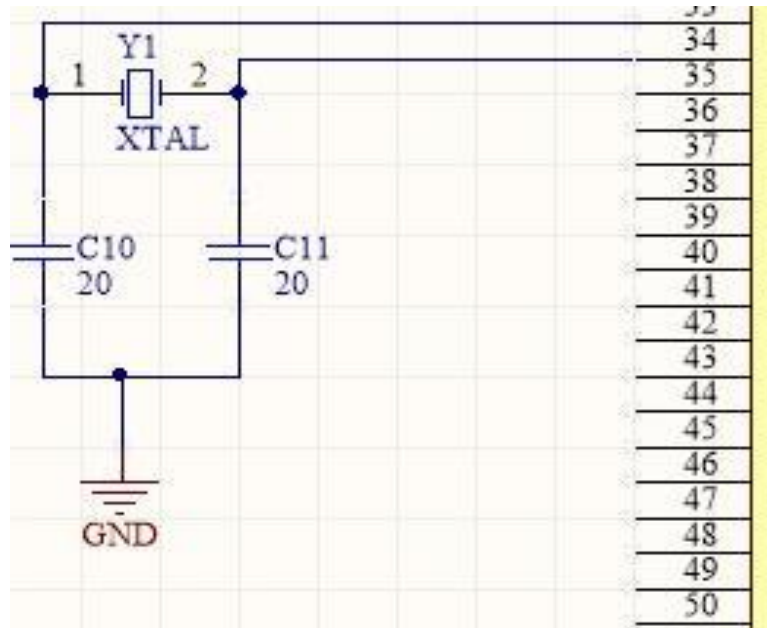
透過 7805 三端穩壓 IC 內部電路來防止過流、過壓、過熱等情形，並解能夠實現 1A 以上的電流輸出。



（圖 16 電源轉換電路 電路圖）

2. 震盪電路

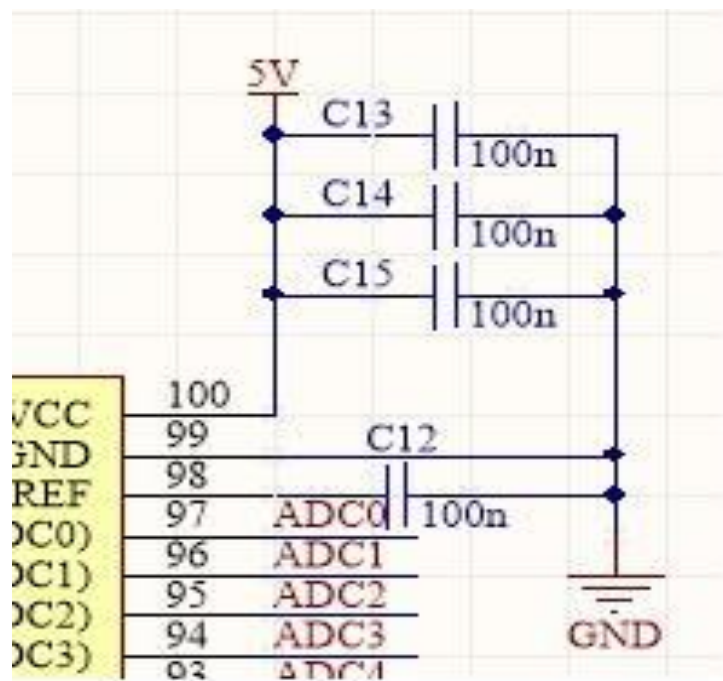
該電路主要負責的功能是透過晶體、電容充放電的方式來讓訊號能夠維持在需求的 Khz 內。



(圖 17 震盪電路 電路圖)

3. 濾波電路

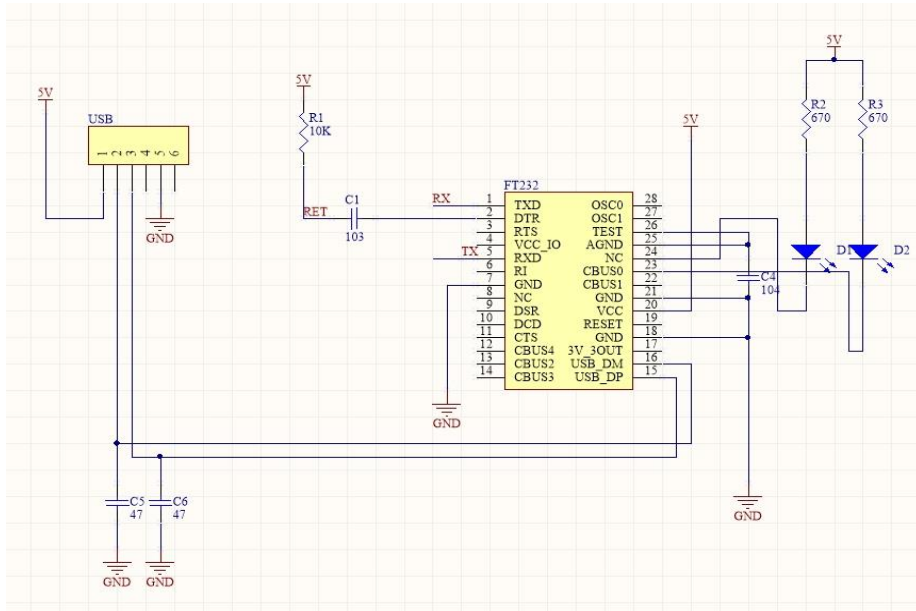
透過電容器、整流二極體來讓電路在通電後能夠透過此濾波電路能夠將訊號波中的雜訊消除，藉此來提升該電路的穩定性。



(圖 18 濾波電路 電路圖)

4.FT232 電路

利用通用的 USB 控制器內部的通用異步收發器 (UART) 在 USB 與 RS232 之間轉換信號，而目前在轉換信號中應用最廣泛的是採用專用的 USB/RS232 雙向轉換器。



(圖 19 FT232 電路圖)

5. Atmega 2560 IC

本次主要是透過 Atmega 2560 來充當我們的核心單晶片，主要是因 Atmega2560 設有 I/O 56 組以及 16 組的類比腳位，使得我們的作品能夠使用的 I/O 能夠非常的多而不會受到限制，且也因 Atmega2560 的快閃記憶體有 256KB 在執行工作時會較為穩定，所以本次材選用此 IC 來充當我們的核心 IC。



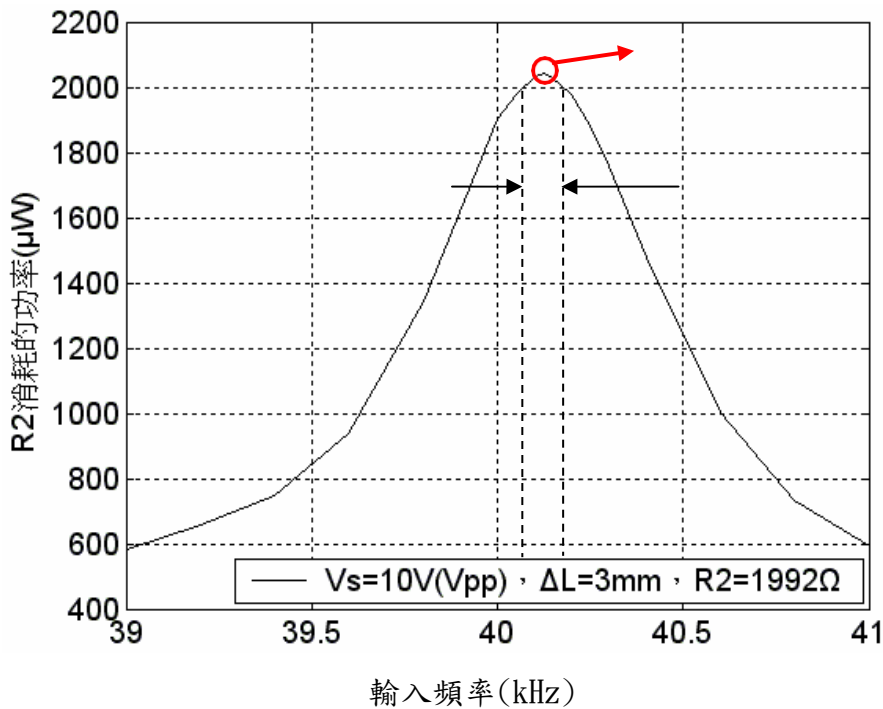
(圖 20 Atmega2560 IC 圖)

八、數據研究

(一) 能量傳輸與頻率關係實測

本研究所選用的超音波感測器操作頻率為 40kHz，由表 1 得知此型號感測器中心頻率為 $40 \pm 1.0\text{kHz}$ 。但因每組實際感測器的中心頻率並非完全相同，因此本節將測試實驗中使用的感測器，其最大能量傳輸的操作頻率，並將結果應用在往後的實驗。實驗將控制變因設定為固定之輸入電源、感測器距離及實驗中所得最佳功率傳輸電阻值，操作變因設為輸入電源 VS 的頻率。

從圖 26 電路進行實測，固定的輸入電源 VS 電壓值為 10V(p-p)，感測器距離 ΔL 為 3mm，傳送端串聯之小電阻 R1 為 10Ω ，接收端電阻 R2 的阻值為 $1.992\text{K}\Omega$ ，改變輸入電源 VS 頻率範圍在 39kHz~41kHz，將實驗的各項參數及數據依序代入式(3.1)~式(3.3)計算，可得結果如表 3-2 能量傳輸與頻率關係實測結果圖。



(圖 21 能量傳輸與頻率關係實測結果)

(表 1 能量傳輸與頻率關係實測)

訊號源頻率 (kHz)	發送端輸入功 率 P_T (mW)	傳送端 I_T 與 V_T 相位差 (degree)	接收端輸出 功率 P_R (μW)	能量傳輸 效率 η
39.000	2.17	79.2	583.9	26.91%
39.200	2.20	79.2	659.3	29.97%
39.400	3.07	75.6	746.6	24.32%
39.600	4.15	72.0	939.5	22.64%
39.800	6.18	64.8	1344.4	21.75%
40.000	9.55	50.4	1904.0	19.94%
40.050	10.68	43.2	1979.0	18.53%
40.100	11.00	39.6	2030.2	18.46%
40.125	11.30	36.0	2043.3	18.08%
40.150	11.04	36.0	2026.1	18.35%
40.200	11.35	28.8	1977.0	17.42%
40.250	10.71	28.8	1884.5	17.60%
40.300	10.07	28.8	1757.4	17.45%
40.400	9.02	25.2	1476.5	16.37%
40.600	7.16	28.8	1003.7	14.02%
40.800	6.30	36.0	732.6	11.63%
41.000	6.46	36.0	594.8	9.21%

從表 3-2 可知，當輸入電源 VS 頻率範圍在 40.1kHz~40.15kHz 時，接收端有超過 2mW 的輸出功率。當發送端的輸入功率在訊號源頻率接近感測器操作頻率時，接收端可得較佳的輸出功率 PR。表中在輸入電源頻率範圍為 40.05kHz ~40.30kHz 時，PT 有超過為 10mW，代表此頻率範圍為感測器較佳的操作頻率範圍。由表中發現發送端電流 IT 與電壓 VT 的相位差影響著所傳入發送器的功率大小，但並非所有發送端的輸入功率在訊號源頻率遠離感測器操作頻率情況下，傳送端電流 IT 與電壓 VT 相位差都是大的，如操作頻率在 40.80kHz 時，相位差為 36.0°，但發送端輸入功率 PT 卻不高，原因可能是訊號源頻率遠離感測器操作頻率時，感測器發送端的阻抗性質變大，消耗了發送器將傳送出的功率，以導致發送端輸入功率 PT 不高。

(二) 能量傳輸與距離關係實測

發射器(T)與接收器(R)之間的距離(ΔL)會影響能量在介質中傳遞時耗損的多寡。本實驗將探討感測器距離(ΔL)與能量傳輸的變化，實驗中控制變因設定為固定之輸入電源、實驗 3.1.1 中所得最大能量傳輸電阻值及實驗中所得最大能量傳輸頻率，操作變因為感測器距離 ΔL 。

依圖 3-4 電路進行實測，輸入電源 VS 頻率為 40.125kHz，電壓值為 10V(p-p)，串聯之小電阻 R1 為 10 Ω ，接收端電阻 R2 的阻值為 1.992k Ω ，改變 ΔL 範圍為 2mm~7mm，實驗結果為表 3-2 所示。

(表 2 感測器的距離與相位差)

感測器距離 $\Delta L(mm)$	發送端輸入 功率 $P_T (mW)$	傳送端 I_T 與 V_T 相位差 (degree)	接收端輸出 功率 P_R	能量傳輸 效率 η
2	17.19	25.20	1871.90	10.89%
3	11.33	36.00	2002.01	17.67%
4	8.27	57.60	1011.78	12.23%
5	9.77	57.60	783.15	8.02%
6	14.22	42.20	871.61	6.13%
7	13.82	41.40	898.27	6.50%

由表 2 得知，當感測器距離 ΔL 在 3mm 時，接收端負載的消耗功率 P_R 可達最大 2mW。接收端輸出功率 P_R ，隨著感測器距離增加、傳送端 I_T 與 V_T 相位差變化及發送端輸入功率 P_T 而下降。

實驗結果中，當 ΔL 在 2mm 時，所得能量傳輸效率為 10.89% 比 ΔL 在 3mm 的 17.67% 低，原因可能與先前研究中，所探討的聲場效應有關。

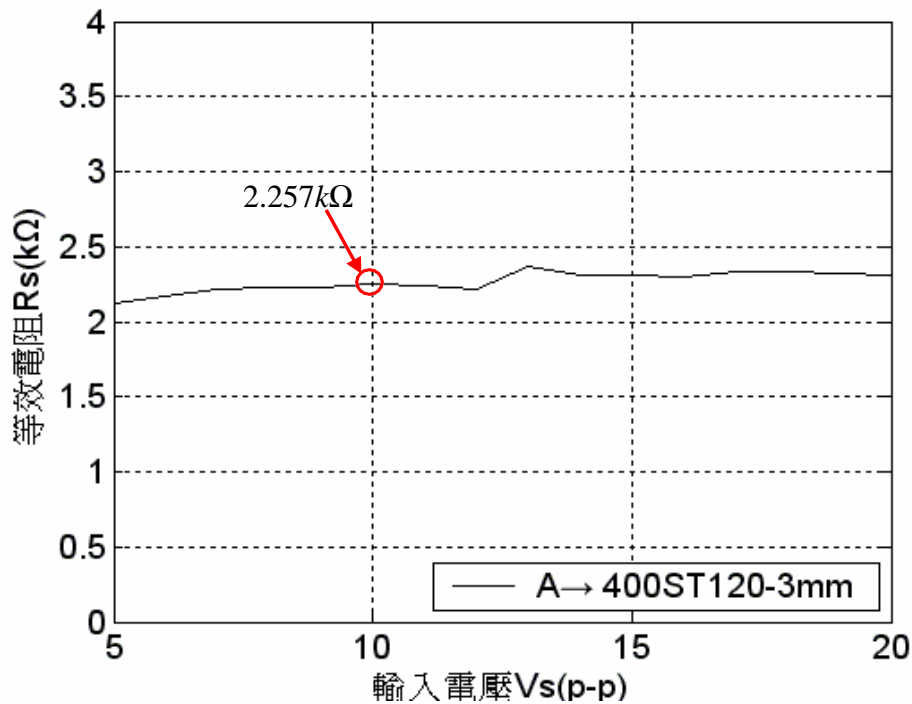
(三) 能量傳輸實測結果討論

在能量傳輸的各實驗中，可得接收端最大能量傳輸的電阻為 1.992k Ω 、最大能量傳輸的感測器操作頻率為 40.125kHz 及最大傳輸能量的感測器距離為 3mm。感測器距離在大於 3mm 時，發送端輸入功率 P_T 會下降。原因為超音波發射之後，在擴大及前進當中，其訊號強度會隨傳播距離增加而耗損，影響的原因有二者：一是波面在隨距離增加擴大時造成擴大損失。二是超音波被傳播介質吸收及散射所造成波動能量的損失，也就一般所稱的衰減。關於接收端的訊號強度衰減現象，可由實驗中看出隨著發射器(T)與接收器(R)之間的傳播距離(L)增加，能量衰減較為明顯。

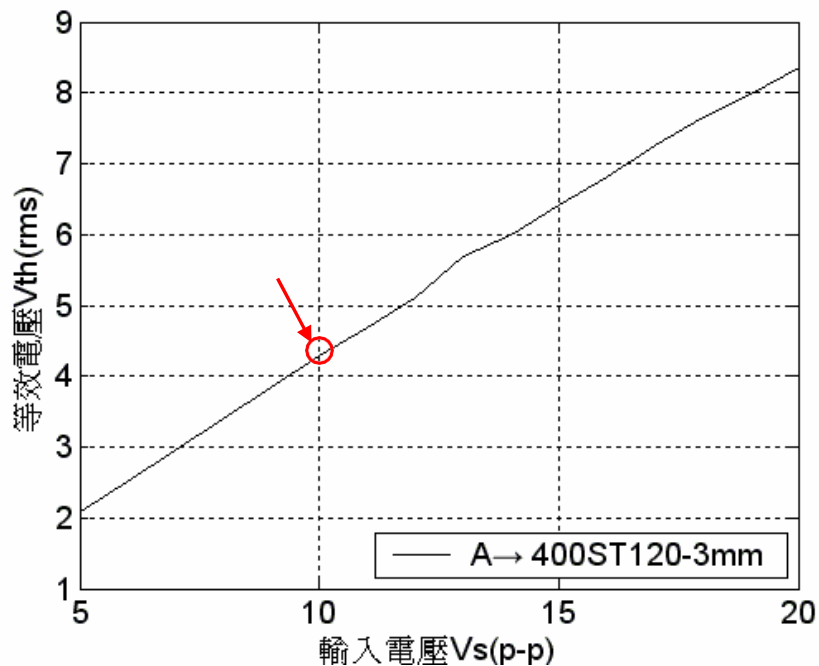
(四)實測結果

如圖 26(a)電路進行實測，輸入電源 VS 頻率為 40.125kHz，串聯之小電阻 R1 為 10Ω，感測器距離 ΔL 為 3mm，輸入電壓為 10V(p-p)，接收端 R2 的電阻值為 1.922 kΩ 及 5.063kΩ，紀錄量測之 VR2 電壓分別為 1.968V(rms)及 2.96V(rms)，將數據代入式(3.4)計算得等效電阻 RS 為 2.257kΩ 及等效電源 Vth 為 4.28V(rms)。

為驗證超音波發送與接收之感測系統是否為線性電路，將改變輸入電壓並計算該電壓時感測系統之等效電阻 RS 及等效電源 Vth。若感測系統為線性，則等效電源將與輸入電壓成正比，等效電阻將不改變。接下來的實測中，控制變因同上，將改變輸入電壓範圍為 5 ~20V(p-p)，分別計算各輸入電壓時的等效電阻 RS 及等效電源 Vth，結果如圖 27 及圖 28 所示。



(圖 22 感測器距離 3mm 時輸入電源與等效電阻 RS) 關

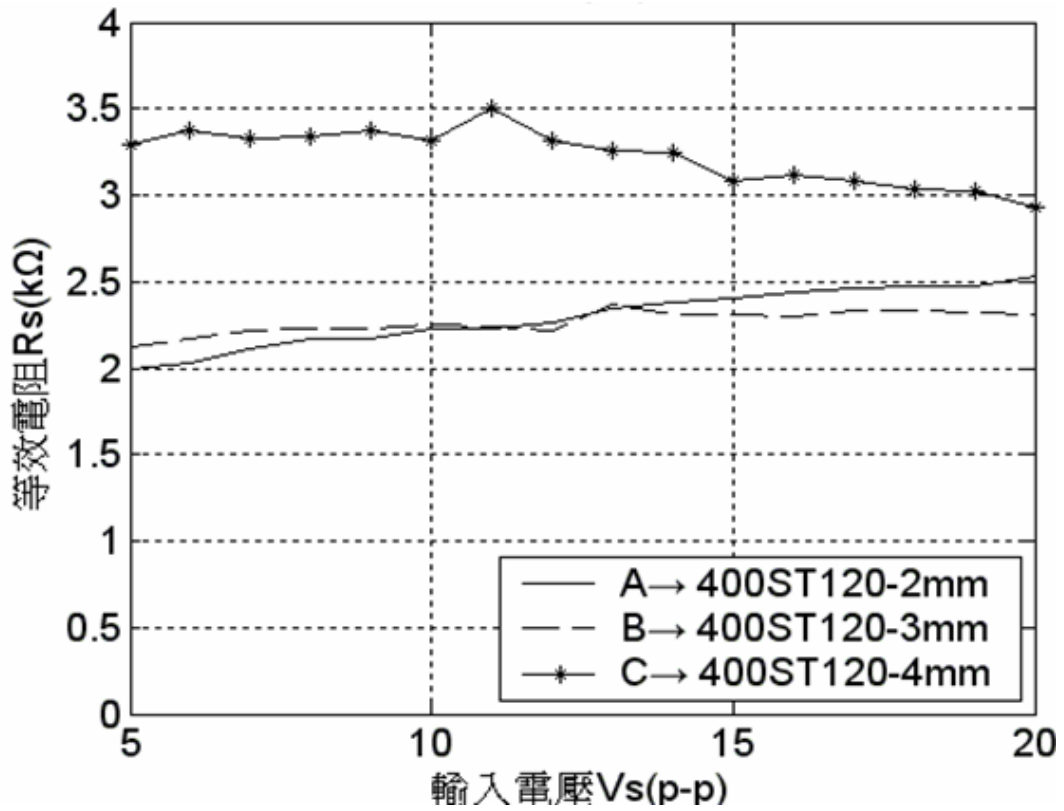


(圖 23 感測器距離 3mm 時輸入電源與等效電源 VS 關係)

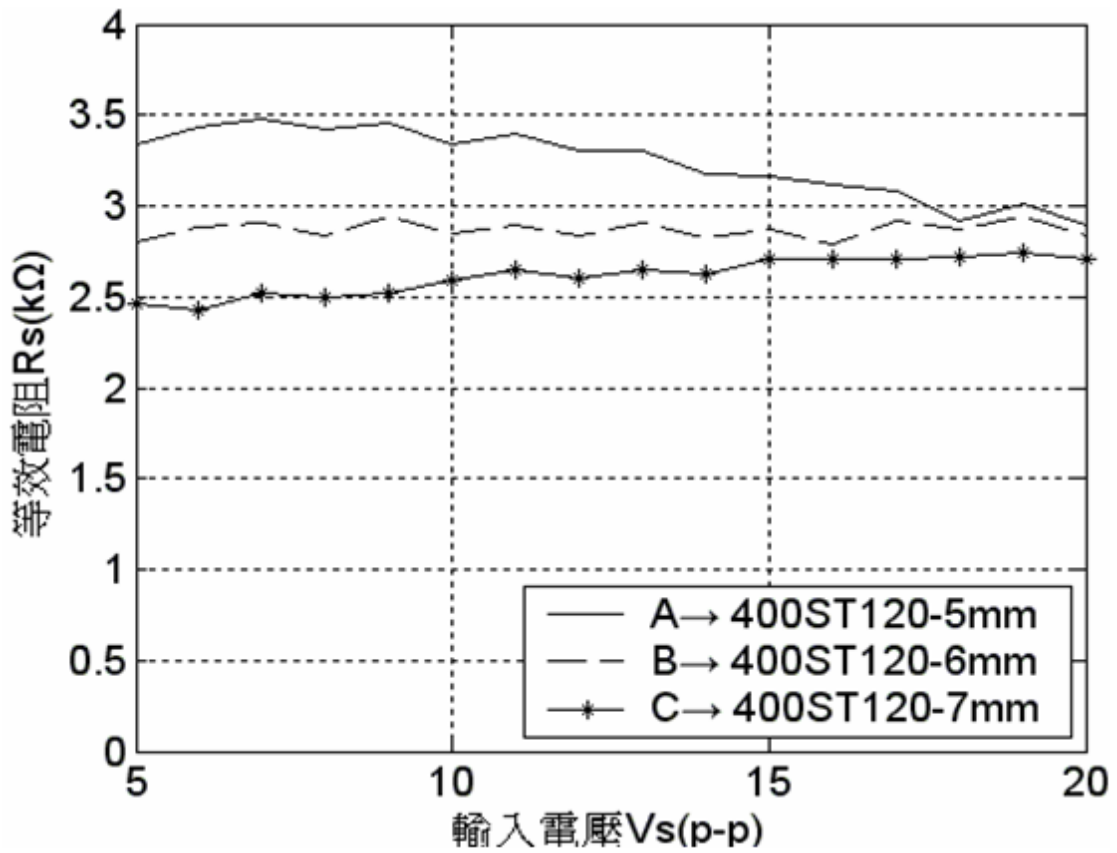
以上的實測得知超音波發送與接收之感測系統在感測器距離 3mm 時，有部份區域線性度略差，但等效電阻變化範圍卻不大，為了排除是否為實驗誤差，所以將對其他距離進行相同測試，比較結果的趨勢是否相同。輸入電源 VS 頻率為 40.125kHz，串聯之小電阻 R1 為 10Ω，輸入電壓為 5~20V(p-p)，又分別在該電壓時改變接收端 R2 的電阻值為 1.922kΩ 及 5.063kΩ，依序對改變感測器距離 ΔL 範圍為 2mm~7mm，再將實驗數據代入式 (3.4)，結果如圖 29 及圖 30 所示。

實驗結果得知，在各距離所求得的等效電阻 R_S 隨著輸入電源變化而變化，其變化範圍分別在 250Ω~500Ω 內，當中以感測器距離為 3mm 時變化最小。等效電源 V_{th} 皆有局部線性度佳的區域，並隨輸入電壓成正趨勢變化。實驗結果，在限定的範圍內，線性系統模型仍然可用。

實驗中發現隨輸入電壓上升的等效電源，在輸入電壓越大時， V_{th} 與 V_S 比值越大；在此猜測此現象可能和傳送端 IT 與 VT 的相位差變化有關。將用以上實測中 R2 為 1.922kΩ，在輸入電源 VS 頻率為 40.125kHz，在不同感測器距離時分別改變輸入電壓為 5~20V(p-p)，結果如圖 31 所示。圖中可看出各感測器距離相位差隨著輸入電源的上升有下降的趨勢，由此結果推論，當感測器在最大能量傳輸電阻、最大能量傳輸之操作頻率及最大能量傳輸之感測器距離下，若還能提高輸入電壓，來降低相位差對等效電源的影響，即可有效提升能量傳輸效率。

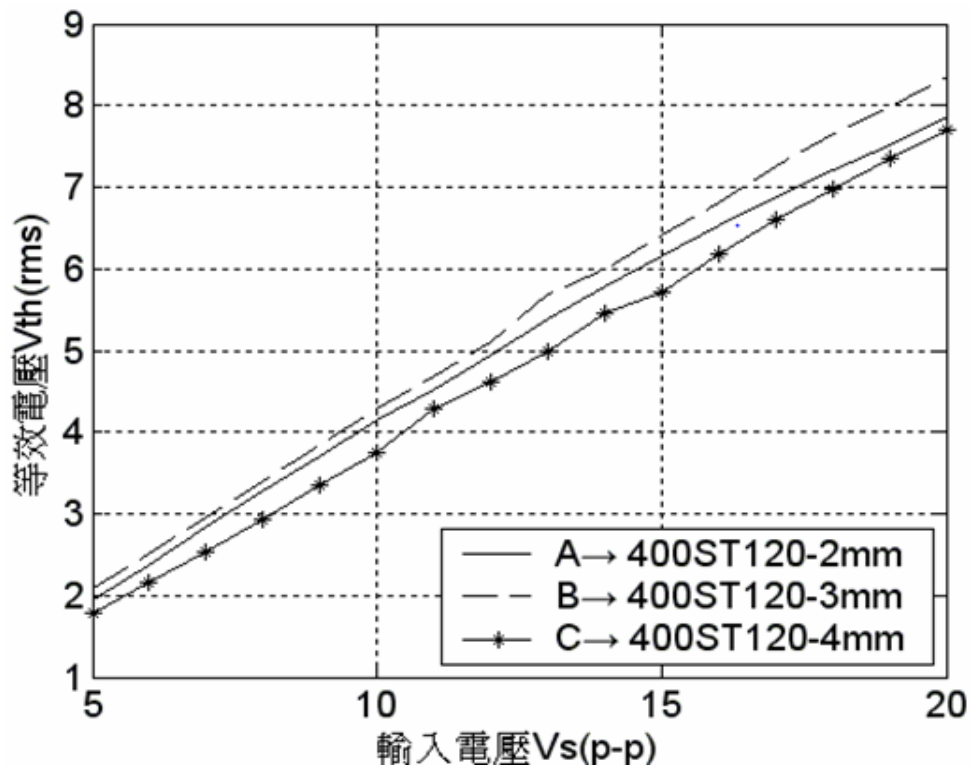


(a) 2mm~4mm

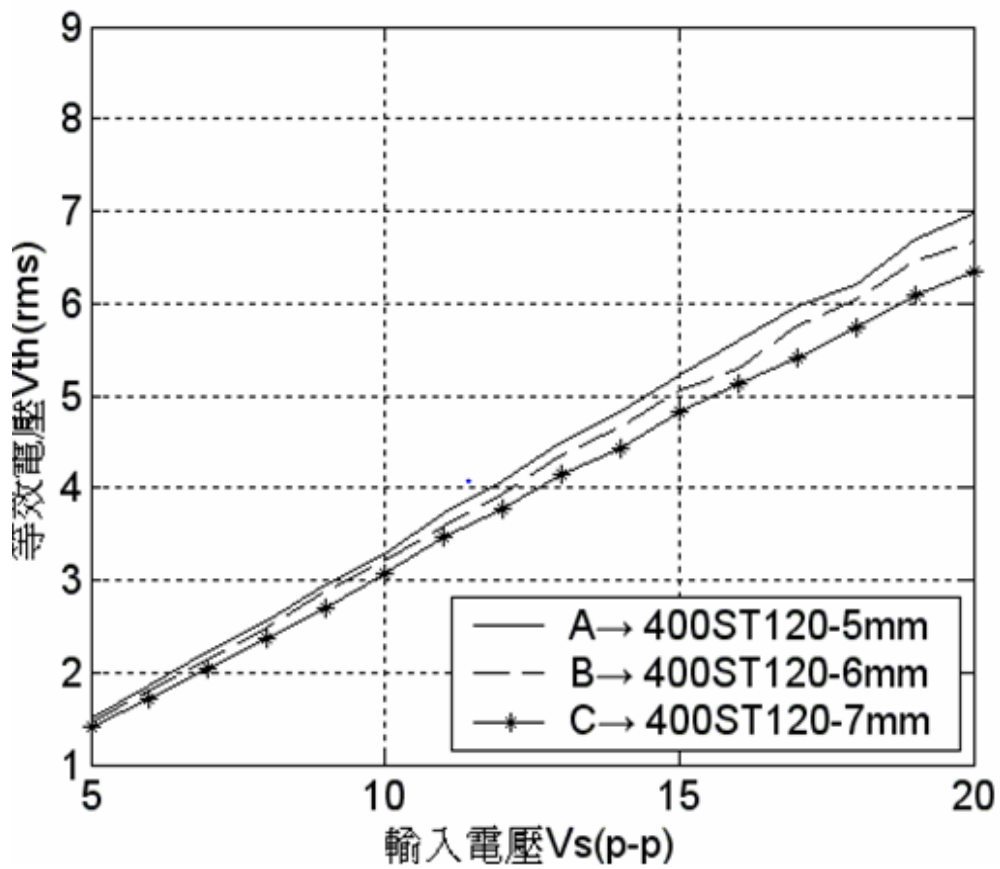


(b) 5mm~7mm

(圖 24 感測器距離 2mm~7mm 時輸入電源與等效電阻 R_S 關係)

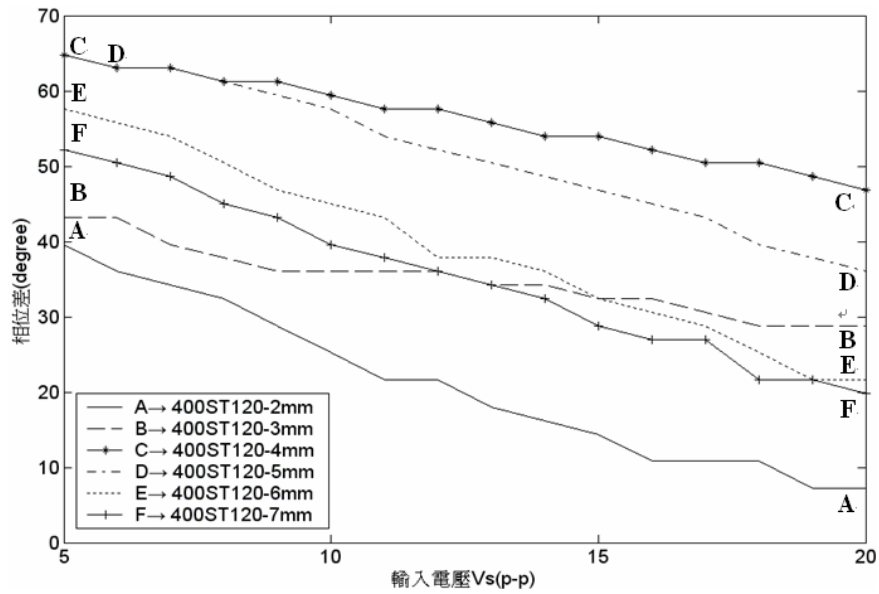


(a) 2mm~4mm



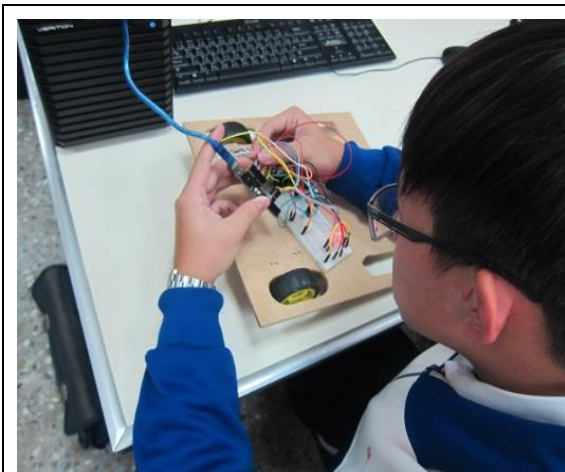
(b) 5mm~7mm

(圖 25 感測器距離 2mm~7mm 時輸入電源與等效電源 VS 關係)

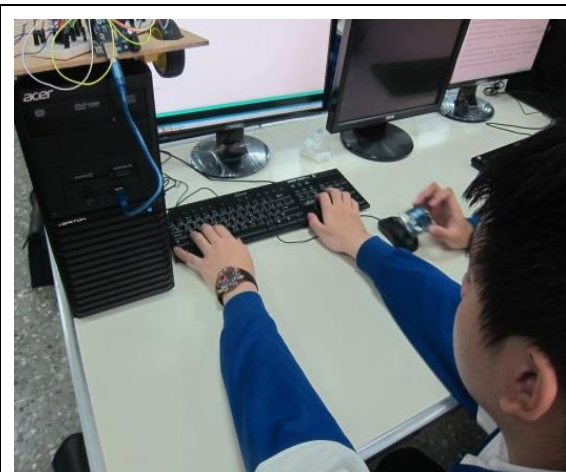


(圖 26 電阻值為 1.922kΩ 輸入電源與相位差變化關係)

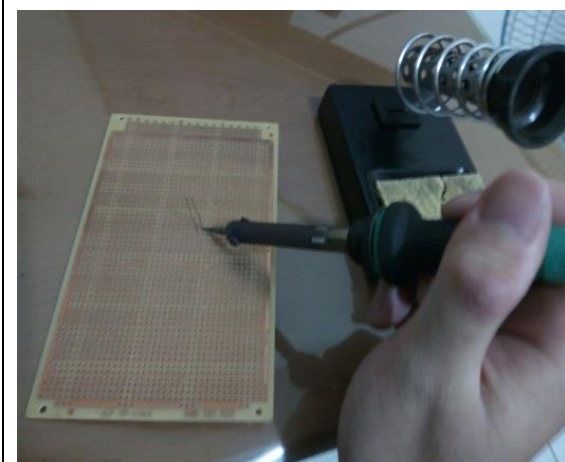
九、製作歷程



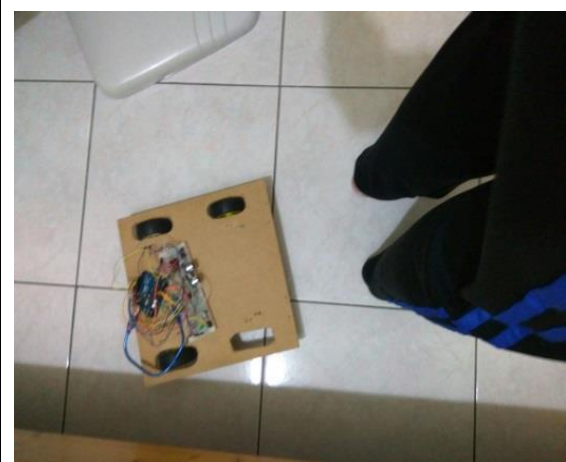
(圖 27 測試電路)



(圖 28 修改程式)



(圖 29 焊接電路)



(圖 30 測試距離)



(圖 31 作品完成圖)

肆、研究結果

一、創意性

- (一)運用馬達來讓本作品的行李箱能夠到處移動且不想一般傳統的行李箱笨重又麻煩，要一直拖行到各處，造成生活上的不便
- (二)使用紅外線接與發來跟使用者做一個連結，不論使用者走到哪裡行李箱會去找尋發送的地方，進而讓一些行動不便者，也能高興地去遊玩。
- (三)使用超音波感測器來辨別四周圍是否有障礙物，如果有就近行避開，以防止行李箱撞上物品而被擋在那個地方無法繼續的跟隨使用者。

二、市場調查

(表 3 與市場產品比較)

功能比較 \ 產品	傳統行李箱	智慧型行李箱
跟隨移動	目前尚有此功能	可以
方便性	要移直拖行	可以利用馬達與紅外線來跟隨使用者
安全性	一不注意容易被偷	一旦離開範圍內就會警示
感測器	無	有

伍、討論

一、未來展望

當然只有現在這些功能對於社會上的需求還是不夠，所以我們之後又想了幾個未來的發展計畫：

前期發展：因為有時候在外面玩到一半的時候就會下雨，而下雨的時候鞋子就會淋濕，這樣會到家又要等到鞋子晾乾才能夠使用，所以想要在鞋櫃裡面增加升溫的電子零件，當感測到濕度過高時，就會開始升溫將快速得將鞋子烘乾。

後期發展：有時候我們不知道鞋櫃裡面的空間到底滿了沒，所以都要開起來看才會知道，所以我們想要在手機上製作一個 App，可以從 App 上看到那裏還有空間，就可以節省掉一直開開關關的時間，並且可以自己手動控制除濕布或風扇等功能。

陸、結論

本專題作品防潮鞋櫃主要是希望能夠利用基本元件與感測器，做到減少滋生黴菌的問題，而透過本次的專題製作，讓我們更加了解了課本中所敘述的原理以及許多課本上沒有教導的事物，像是在使用 Arduino 的過程中讓我們知道了 Arduino 其實也有分成許多的種類及特性、感測器適合的工作環境以及程式碼的開發在這些實驗過程中雖然有許多次的失敗，但是也讓我們從失敗中學習到了更多新的知識，更了解到現在團隊及各組員的不足之處，身為高中生的我們，還有許多現階段無法突破的技術，不過經過這次的專題學習，讓我們對自己的各方面技能都有了大幅的成長。

柒、參考資料

一、網頁

(一)BB-Car 全方位自走車-專題報告

<http://ir.lib.cyut.edu.tw:8080/retrieve/30969/csie2012-32.pdf>

(二)Arduino 基本介紹

http://newsletter.ascc.sinica.edu.tw/news/read_news.php?nid=2782

二、書籍

(一)Marco Schwartz 著，實戰數位家庭自動化:使用 Arduino 出版社:碁峰資訊

(二)程晨著，Arduino 開發實戰指南 出版社:上奇資訊

- (三)王安邦著，Amdroid6.x App 開發之鑰:使用 Java 及 Android Studio
出版社:上奇資訊
- (四)宋楠、韓廣義(2015)·Arduino 從零開始學·碁峰出版社。
- (五)黃新賢、劉建源、林宜賢、黃志峰(2015)·微電腦原理與應用：
Arduino (第二版)·全華圖書出版社。
- (六)趙英傑(2015)·超圖解 Arduino 互動設計入門(第二版)·旗標出版社。
- (七)葉難(2014)·Arduino 輕鬆入門：範例分析與實作設計·博碩出版社。
- (八)梅克·施密特(2012)·Arduino 快速上手指南·馥林文化。