

第八屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA8-385

作者名稱：智慧型行李箱

姓名：張佩璇

關鍵字：行李箱、馬達、自動化

目錄

壹. 研究動機	2
貳. 研究過程	2
參. 研究方法	3
一、研究與實驗流程	3
二、研究與實驗預期進度表	4
三、智慧型行李想製作流程圖	5
四、智慧型行李箱架構圖	6
五、裝置系統概念說明	7
六、智慧型行李箱運作架構說明	8
七、紅外線定向概念說明	9
八、紅外線定向裝置說明	10~13
九、超音波測距感測電路	14~15
十、行李箱驅動設計說明	16~17
十一、微電腦控制設計說明	18~19
肆. 成果	20
伍. 問題與討論	21~22
陸. 參考文獻	23

壹、研究動機

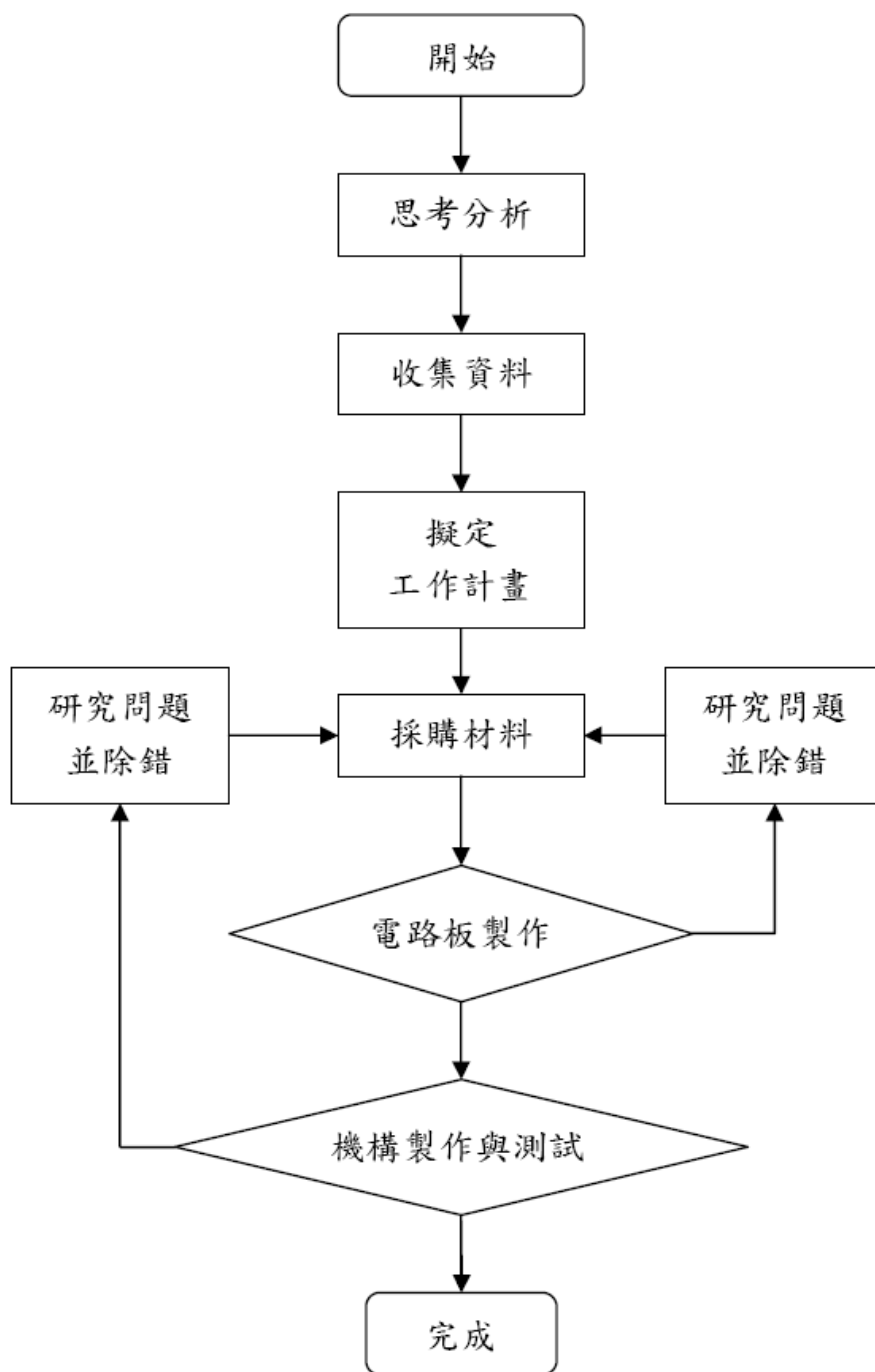
在現代的生活當中，出國旅遊或到外地工作的人也逐漸增加。當然行李箱也是大家外出旅遊或是洽公必備的東西，在人來人往的機場或是候車月台裡每人身邊都拖曳著大大小小的行李，雖然目前行李箱的設計已經盡可能讓人們便於拖曳，但是當行李重量頗重，或是行李件數頗多的時候，難免還是會使人們感到不便；因此，我們就思考設計一個智慧型行李箱，設計的目的在於解決傳統行李箱笨重拖曳不便的困擾，也解決傳統行李箱不易被肢體障礙人士方便使用的問題，智慧型行李箱最重要的貢獻，便是在使行李箱可以自動跟隨人們的行動，或是透過無線遙控的方式控制其運作，這將使人們不再負荷過重行李的體力消耗，也使肢障人士得以方便管理其隨身的行李。

貳、研究目的

- 一、設計一個可以自動跟隨主人行動的智慧型行李箱。
- 二、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。
- 三、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。
- 四、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。
- 五、智慧型行李箱的感測、驅動與控制電路必須符合成本效益，更重要的是必須要能夠符合重量輕、體積小的要求，使之容易裝置在各種行李箱上。
- 六、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。
- 七、智慧型行李箱必須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。

參、研究方法

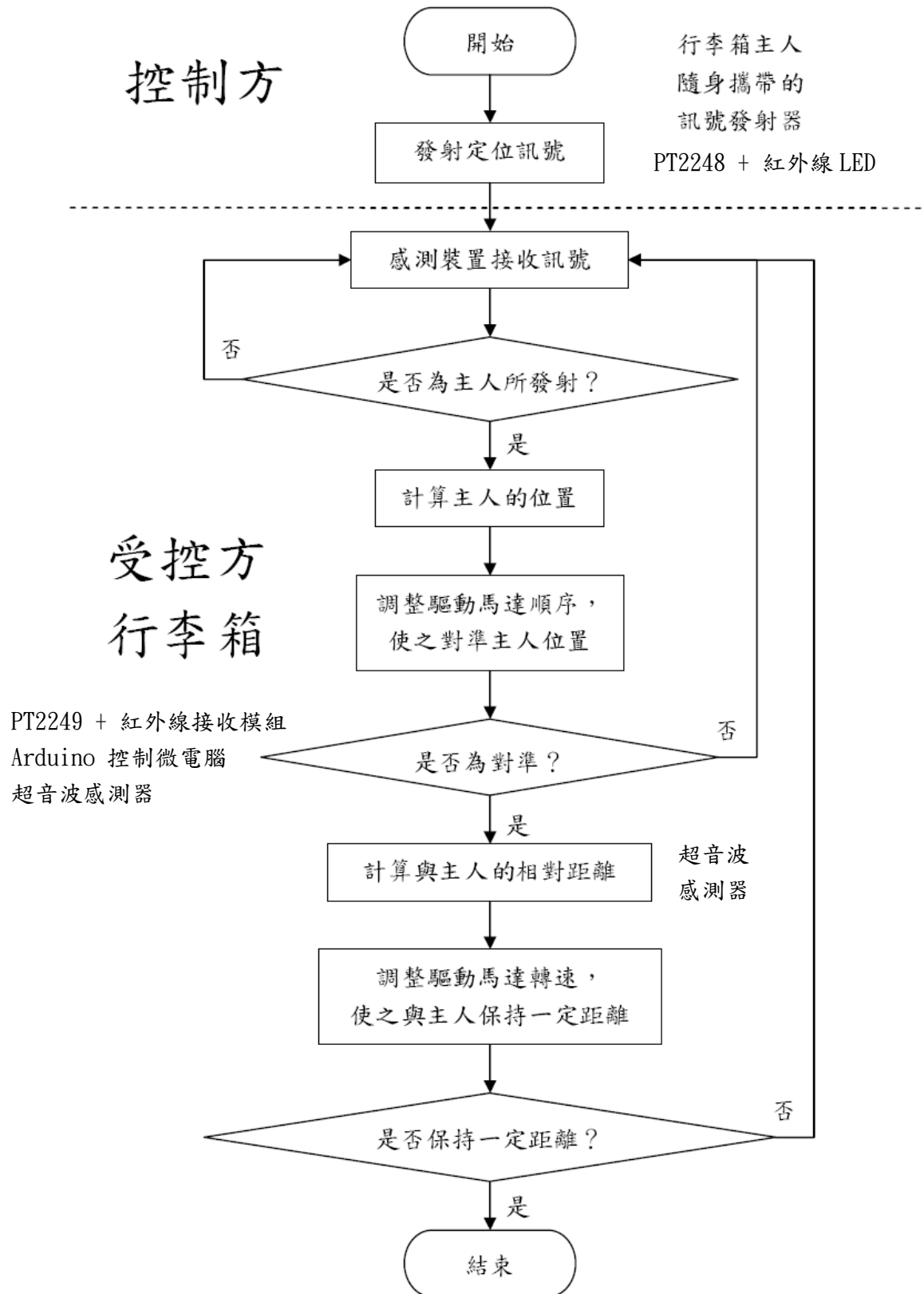
一、研究與實驗流程



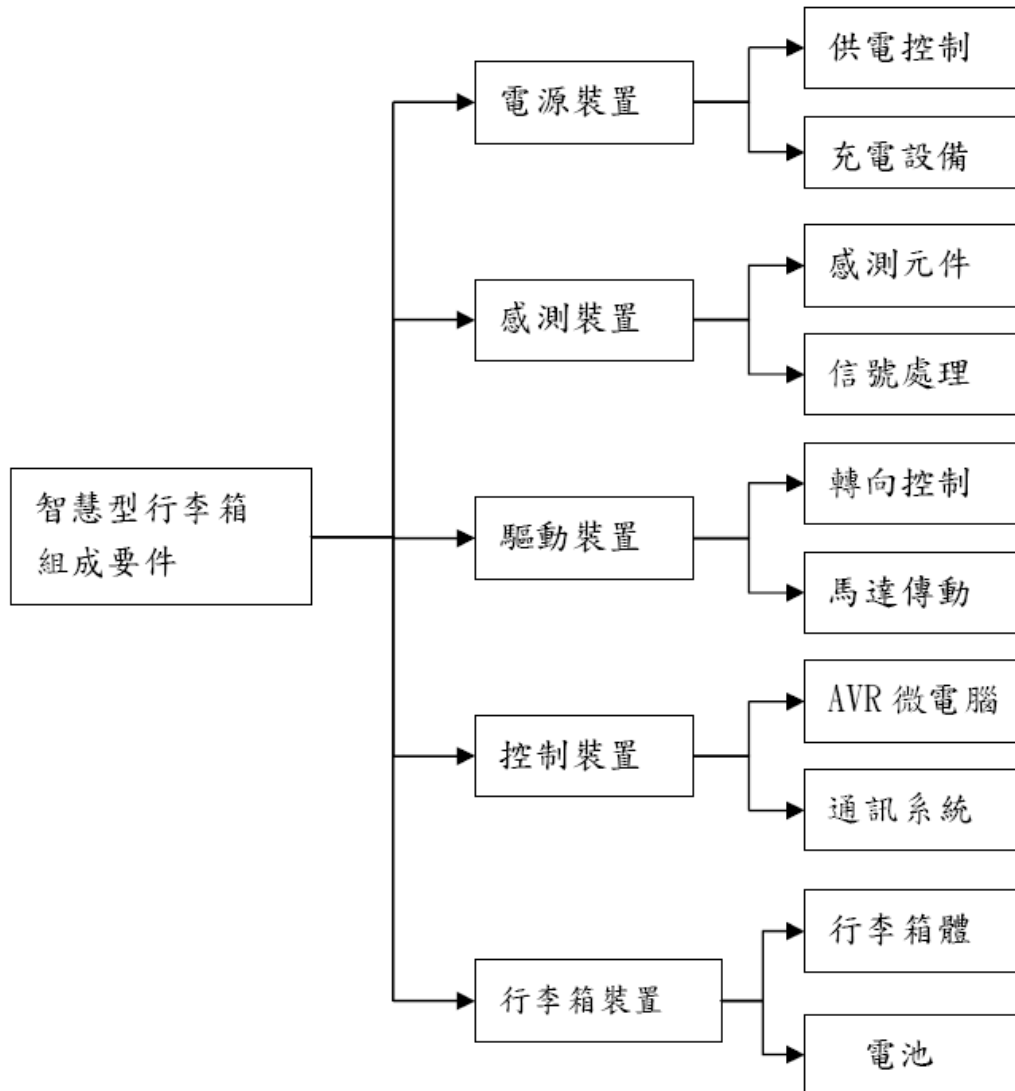
二、研究與實驗預期進度表

週次	6/1	6/8	6/15	6/22	6/29	7/6	7/13	7/20	7/27	8/3	8/10	8/17	8/24	8/31	9/7	9/14	9/21	9/28	10/5	10/12
工作項目	6/7	6/14	6/21	6/28	7/5	7/12	7/19	7/26	8/2	8/9	8/16	8/23	8/30	9/6	9/13	9/20	9/27	10/4	10/11	10/18
資料收集	*	*	*	*																
理論探討		*	*	*	*															
專題準備					*	*	*	*	*											*
機構規劃	*						*	*	*	*										
機構製作									*	*	*	*	*							
製作及測試									*	*	*	*	*	*	*	*				
整體測試			*	*									*	*	*	*	*			*
報告撰寫	*				*	*				*	*						*	*	*	
口頭報告																				*
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

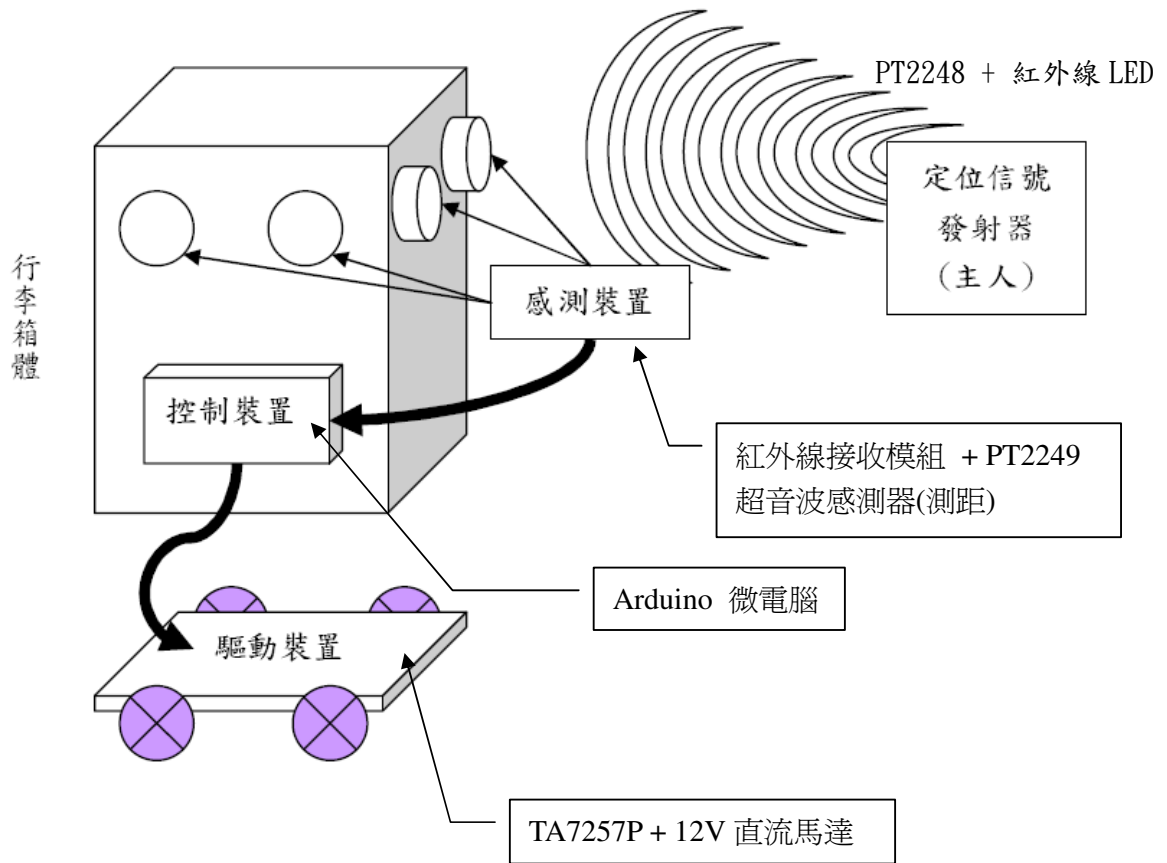
三、智慧型行李箱運作流程圖



四、智慧型行李箱架構圖



五、裝置系統概念說明



實體裝置照片(正面)



實體裝置照片(側面)

六、智慧型行李箱運作概念說明

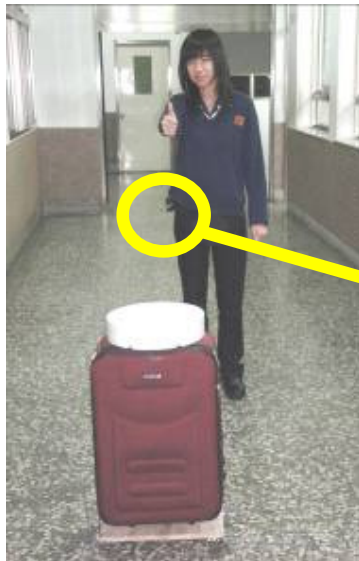
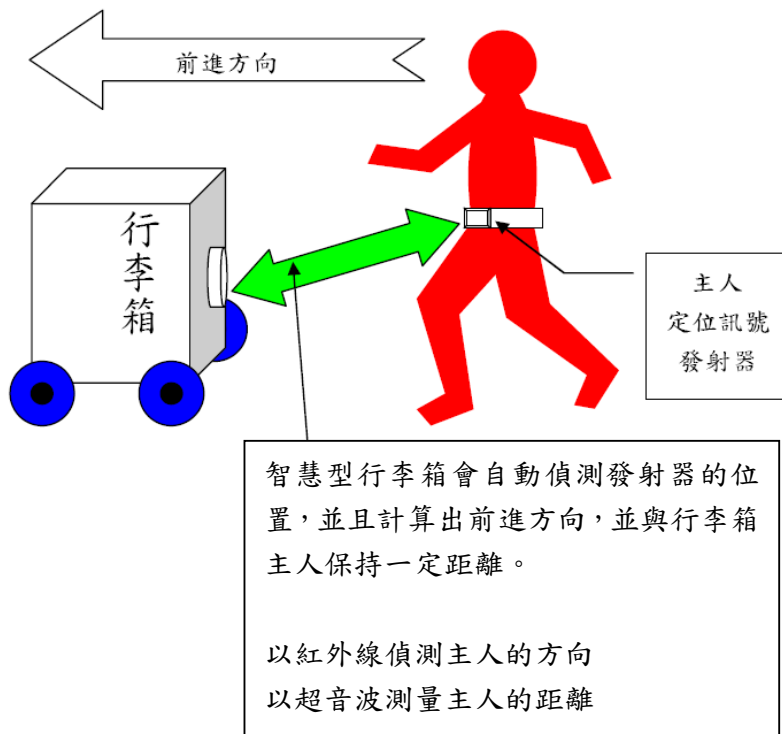


圖6-1 行李箱走在主人前方

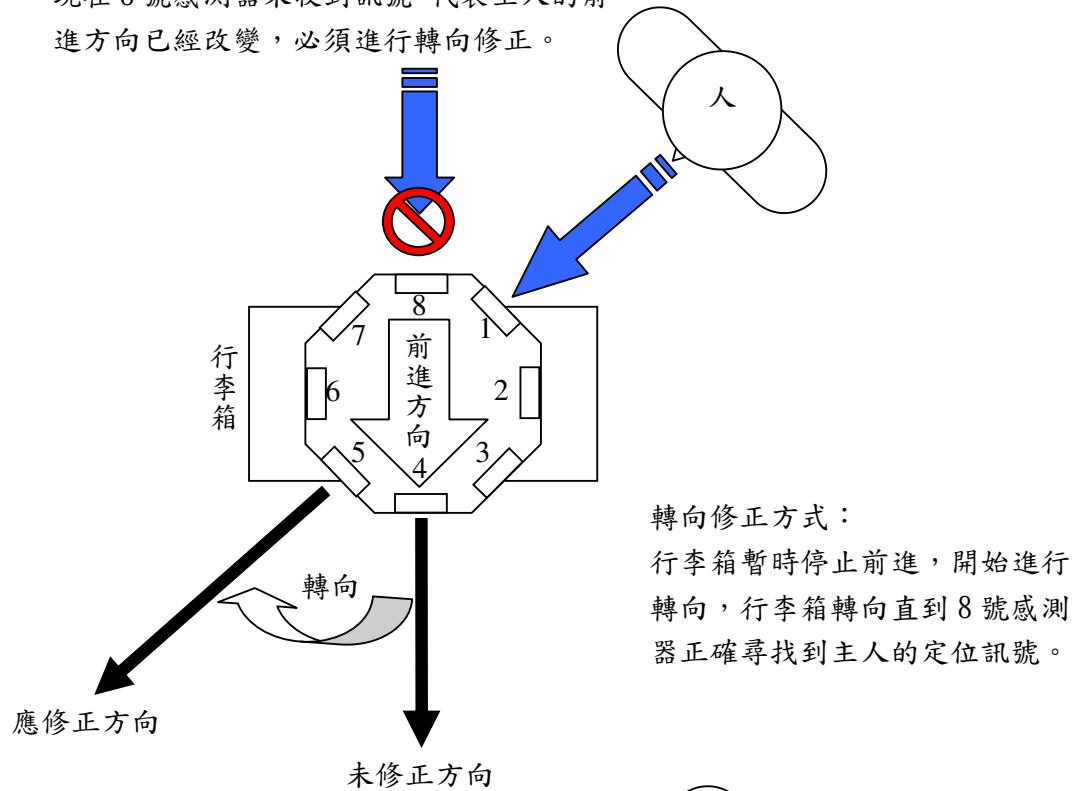


圖6-2 腰帶配戴紅外線發射器

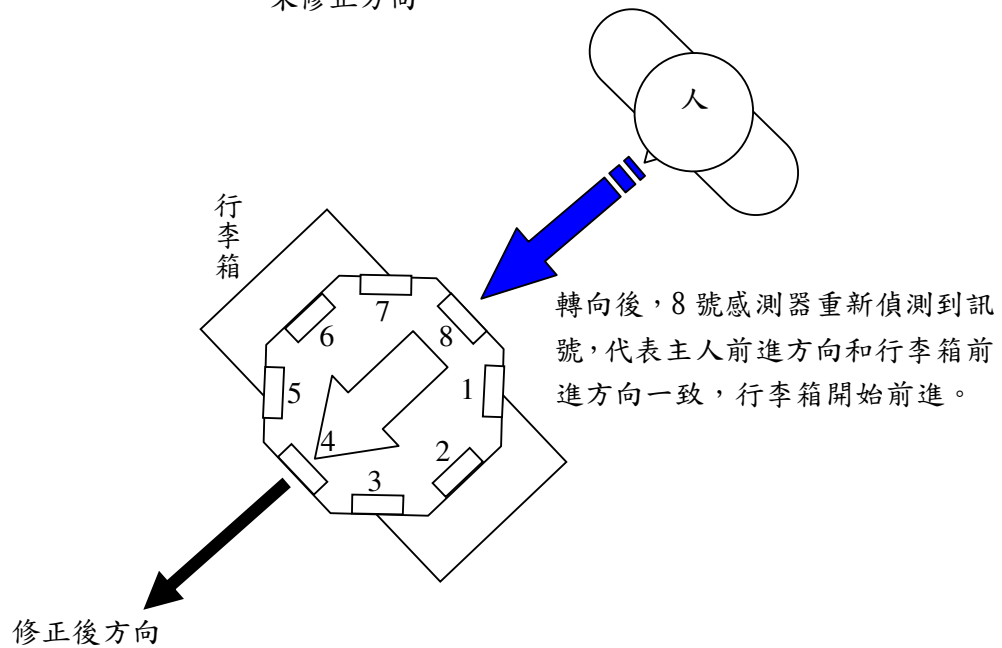
從圖6-1與圖6-2可看出行李箱運作時，行李箱走在主人的的前方，主人腰帶配戴一具紅外線發射定位裝置，行李箱頂上的紅外線接收裝置會偵測紅外線定向裝置的訊號，透過微電腦的程式處理，修正行李箱的行進方向。

七、紅外線定向概念說明

正常狀況下，8 號感測器若偵測到訊號，代表主人前進方向和行李箱前進方向一致。
現在 8 號感測器未收到訊號，代表主人的前進方向已經改變，必須進行轉向修正。



轉向修正方式：
行李箱暫時停止前進，開始進行轉向，行李箱轉向直到 8 號感測器正確尋找到主人的定位訊號。



八、紅外線定向裝置說明

(一) 定向感測裝置結構說明：

基本上將定向訊號透過編解碼的方式傳送，可以得到較高的可靠度，以防止不相關（或錯誤）的紅外線訊號（來源可能來自外各種光源、或是各種常見的紅外線遙控器）造成 Arduino 微電腦裝置的錯誤判斷及運算；從圖 8-1 可以看出 8 個方向的感測就需要 8 組編碼器。

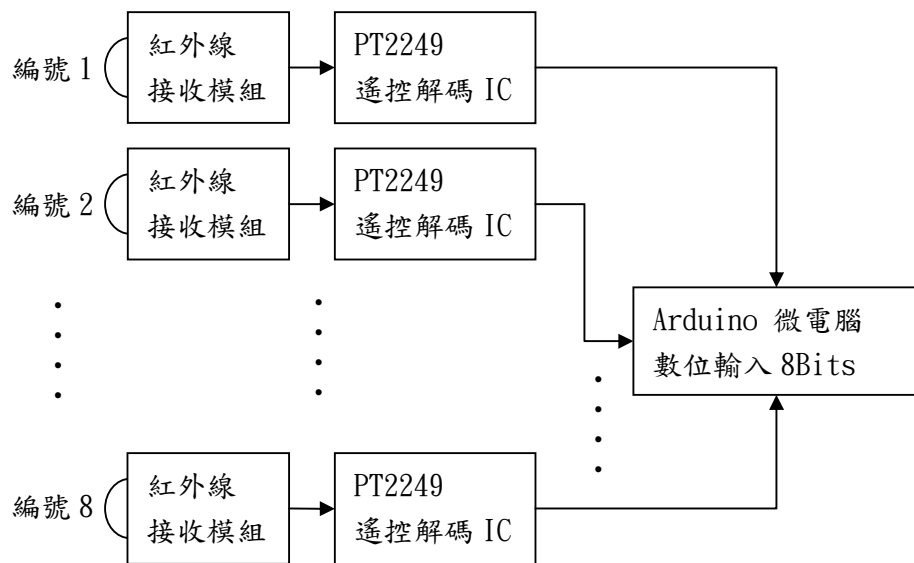


圖 8-1 定向感測裝置結構圖



圖 8-2 定向裝置（俯視）



圖 8-3 定向裝置（側視）

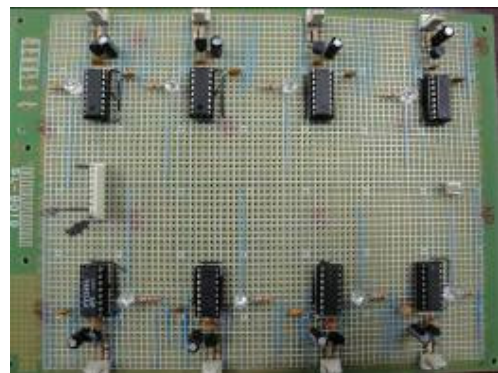


圖 8-4 定向裝置感測電路

(二) 紅外線接收解碼電路說明：

圖 8-5 為紅外線接收模組 TSOP1840 外觀圖，從圖 8-6 可知該模組內部已經設計了完整的解調變電路過程，其中「帶通濾波器」與「解調變電路」決定了這個模組操作適用的頻率為 40KHz，從圖 8-7 可知該模組的光波長響應主要是在 950nm，有了固定範圍的接收頻率與特定光波長響應，可以有效提升信號的可靠度，避免不要的信號干擾（如燈光的影響）。

此外，從圖 8-8 可知該模組的接收角度範圍為 ± 50 度，為了避免不必要的干擾，必須加以限制其接收的角度範圍，從圖 8-9 可知我們採用「筆管」將接收角度加以限制。



圖 8-5 外觀圖

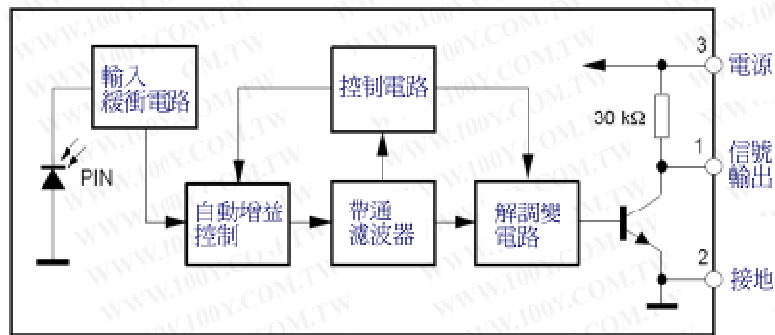


圖 8-6 紅外線接收模組內部結構

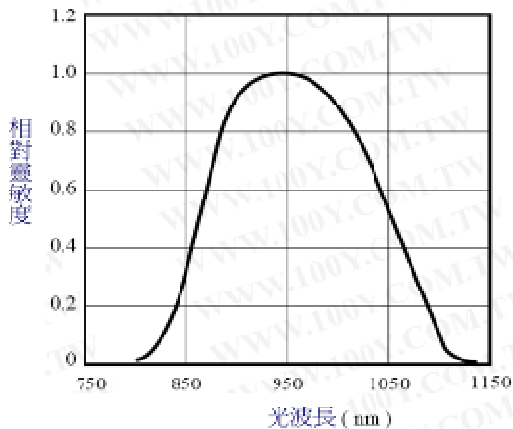


圖 8-7 波長響應圖

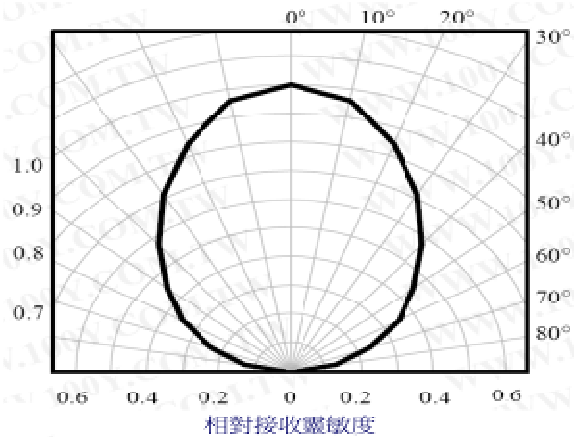


圖 8-8 接收角度與靈敏度關係圖



圖 8-9 利用筆管限制接收角度

為了增強訊號判斷的可靠度，必須將訊號加以編解碼，透過編解碼的過程可以確保發射與接收訊號格式能夠相符，以避免誤動作，因此我們透過 PT-2248 遙控發射編碼 IC 與 PT-2249 遙控接收解碼 IC 進行訊號的編解碼，圖 8-10 為 PT-2248 發射編碼 IC 的內部結構圖，從結構圖中的「按鍵輸入電路」可知，PT2248 基本上允許「多鍵」輸入，而 T1~T3 亦可設定發射編碼的組合方式，因此本次專題透過 K1~K6 與 T1~T3 的組合，設定發射訊號的規格，以提升信號傳輸的可靠度。

圖 8-11 為 PT2249 遙控接收解碼電路內部結構，基本上 PT2248 與 PT2249 是配對使用的，CODE1~CODE3 設定和 PT2248 的 T1~T3 設定必須相同才能進行資料的有效傳輸，PT2249 為本次「定向裝置」的主要關鍵，透過 PT2249 可以防止資料的誤傳。

圖 8-12 為 PT2248 與 PT2249 配對使用設定方式，基本上透過簡單的二極體電路便可以有效設定編碼組合方式，在電路實用上，若需要經常變換編碼組合方式的話，可以採用指撥開關的設計，使編碼組合設定更加有彈性，圖 8-13 為 PT2249 其中一個感測電路，可以看出電路相當簡潔。

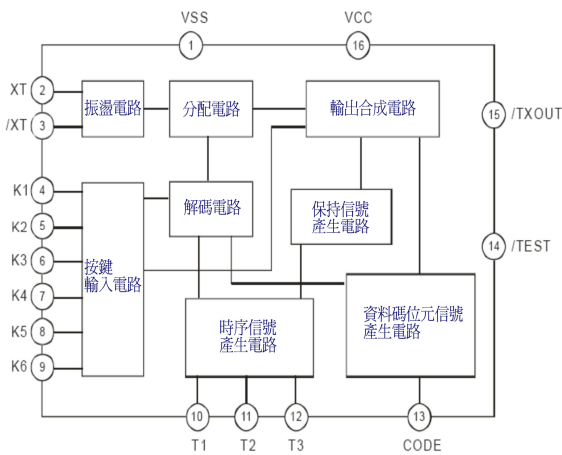


圖 8-10 PT2248 內部結構圖

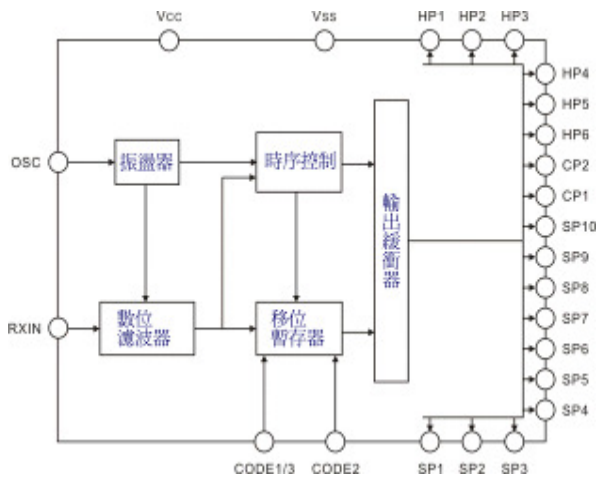


圖 8-11 PT2249 內部結構圖

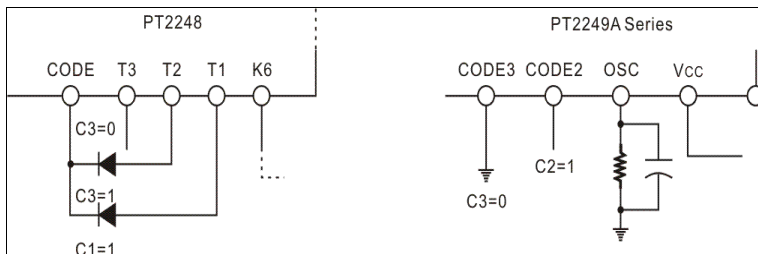


圖 8-12 PT2248 與 PT2249 配對使用設定方式



圖 8-13 PT2249 電路實作

(三) 定向裝置外殼的製作：

為了不讓其他雜訊光源干擾紅外線接收感測裝置，就必須要設計一個阻絕干擾的外殼，在本次專題當中，我們採用保力龍蛋糕盒進行改裝，保力龍蛋糕盒有著容易塑形的特點，加工時只要有簡單的美工刀便可以輕易製作，製作過程當中，最需要注意的是八個方向的開口位置，必須要盡可能準確，每個開口之間的夾角，必須控制在 45 度，透過測量圓週長度的方式，便可準確開孔。

未來我們打算縮小定向感測裝置的體積，甚至是直接隱藏在行李箱的各個邊角，以使行李箱的外觀能夠更加簡潔美觀。



圖 8-14 未加工的蛋糕盒



圖 8-15 利用美工刀加工



圖 8-16 計算圓週決定開孔位置



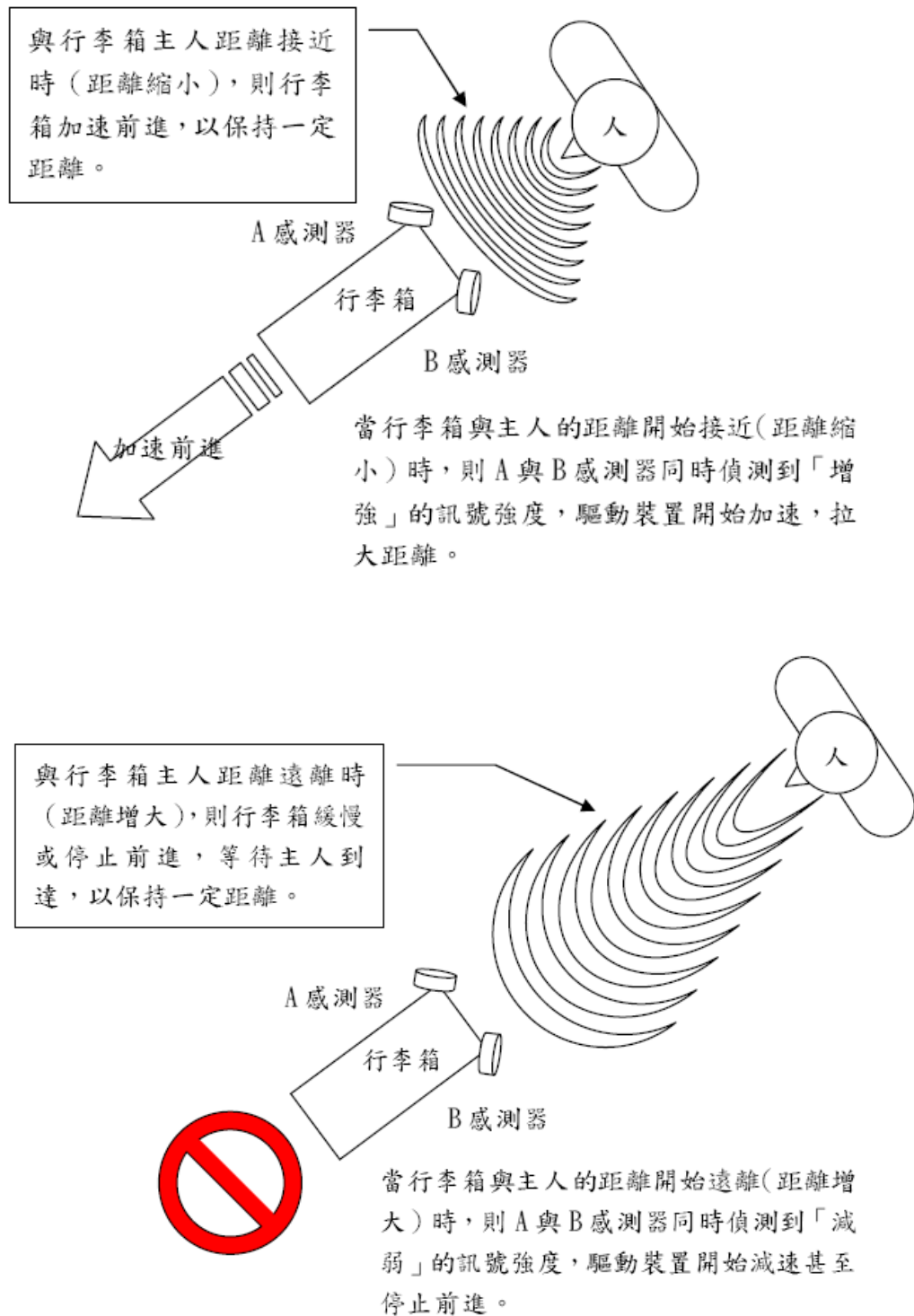
圖 8-17 每個開孔夾角必須為 45 度



圖 8-18 必要的隔離有效提升訊號的可靠度

九、超音波測距感測電路

(一) 超音波測距的原理：



(二) 超音波測距元件 LV-MaxSonar-EZ1 說明：

在本次專題裡，我們利用超音波進行測距，以偵測行李箱主人和行李箱之間的距離，以保持兩者之間適當的距離，根據我們的實測，我們認為行李箱和主人之間的距離最好保持在約 1.5 公尺左右，因為保持適當的距離可以讓行李箱有足夠的空間進行迴轉，此外，為了行李安全上的考量，在本次專題當中我們使行李箱走在主人前方，可以防止行李箱因走在主人的後方，而又缺乏監視的狀況下，而被不法之徒順手牽羊，因此，和主人保持適當的監視距離，在本專題當中是非常重要的考量，因此超音波測距元件必須快速又有效提供可靠的距離數據給微電腦控制核心，快速改變行李箱的運動狀態。

本次採用的超音波感測元件為圖 9-1 的 EZ-1，從圖 9-2 可看出 EZ-1 具有三種數據輸出模式，分別是具備 TX-RX 的 RS-232 串列傳輸格式、AN 類比電壓輸出與 PW 脈波寬度輸出，在本次專題採用的是 AN 類比電壓輸出的方式進行距離數據的傳輸，AN 類比電壓的大小和距離遠近成反比，距離愈近，AN 類比電壓愈高。

圖 9-3 是 EZ-1 與微電腦 Arduino 連結方式介紹，從圖可知連接的方式非常簡單，Arduino 的類比輸入範圍為 0~+5V，解析位元數為 10 位元，對於行李箱距離的感測，已經具有相當的實用參考價值。



圖 9-1 外觀圖

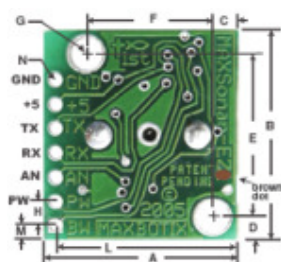


圖 9-2 接腳佈局圖

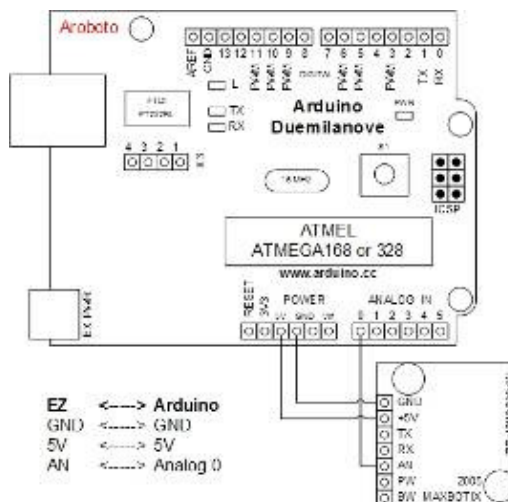


圖 9-3 與 Arduino 連接方式

十、行李箱驅動設計說明

(一) 直流馬達：

直流伺服馬達是日常生活中常見的馬達之一，而大部分的人對其結構也較了解，小如四驅車的馬達，大到鋼鐵工廠的輾壓機皆為其使用範疇，而其驅動的方式也非常簡單且動作穩定，因此在工業界中廣泛受歡迎，也由於直流馬達具有較高的扭力，再搭配適當的減速齒輪箱的設計，將可以產生很大的扭力，足以驅動很重的負載，因此本次專題將以直流馬達配合減速齒輪所構成的動力推動行李箱的動作。

圖 10-1 是本次所採用的直流減速馬達，驅動電壓為 12V，轉速為 200RPM，基本上為了能夠配合人們步行的速度以及行李箱負重程度，本次專題嘗試了許多種轉速的減速馬達，從 25RPM 到 400RPM 都嘗試過，高轉速的減速馬達固然可以獲得相當高的速度與機動性，但是高轉速的馬達因為扭力較小，而無法有效承受行李箱與行李的負重，因此，如圖 10-2 我們採用 200RPM 的減速馬達四個，一方面可以獲得適當的速度與機動性，另一方面，亦可獲得較大的負重能力。

但另一方面而言，四個減速馬達也造成較大的重量，與較大的電流負荷，因此為了配合對應的電流需求，在本專題當中，我們採用了圖 10-3 的「鉛酸充電電池」當成主要的電力來源，圖 10-4 為電池充電器。



圖 10-1 直流馬達含減速齒輪



圖 10-2 由四個直流減速馬達構成行李箱的動力



圖 10-3 鉛酸電池



圖 10-4 電池充電器

(二) 直流馬達驅動電路：

本次專題所採用的直流馬達，其必須要能夠控制正反轉以改變方向，本次研製採用專用的直流馬達驅動 IC，圖 10-5 為本次專題所採用的元件 TA7257P，從圖 10-6 的 IC 的內部結構可知，其 OUT1、OUT2 兩端的輸出結構是橋式結構，透過 CONTROL 控制電路可與 Arduino 微電腦進行連結，此外，TA7257 本身具有過溫保護電路與過流保護電路，可以有效保護直流馬達與介面電路，提高使用上的安全。

在 IC 輸入腳位 1 與 2 加入 0 或 1 的邏輯位準信號，以做輸入信號的組合來做不同的控制，從表 10-8 可知正轉、反轉、停止、快轉制動四種功能與輸入接腳的組合關係；從圖 10-7 可知 IC 工作電壓與馬達驅動電壓可獨立輸入；IC 工作電壓範圍為 6~18V，馬達驅動電壓為 0~8V。電流流出平均可達 1.5 A，最大值为 4.5 A。



圖 10-5 外觀圖

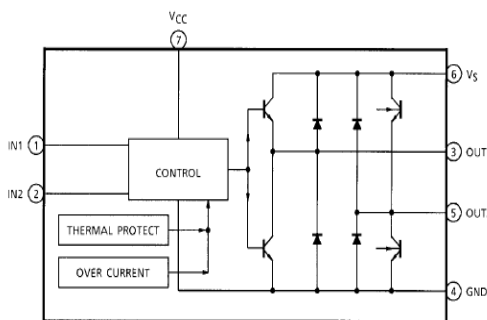


圖 10-6 內部結構圖

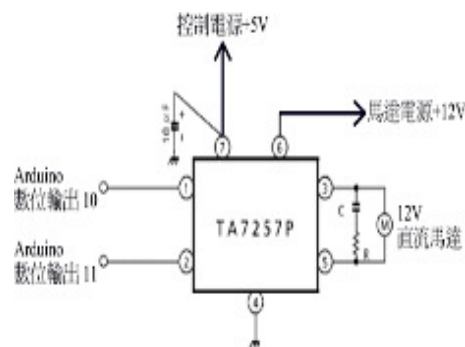


圖 10-7 電源連接方式

IN1	IN2	OUT1	OUT2	馬達動作
1	1	L	L	剎車
0	1	L	H	正/反轉(CW/CCW)
1	0	H	L	反/正轉(CCW/CW)
0	0			停止(Stop)

表 10-8 馬達動作與輸入組合

十一、微電腦控制設計說明

(一) Arduino 微電腦控制板硬體規格：

1. 電源供應方式可由 Arduino 自動偵測。
2. 處理器核心為 AVR 系列 ATMEGA328，處理速度可達 20MIPS
3. 12 組數位 I/O 腳位(其中包含可輸出 8bit PWM 的腳位 6 組)
4. 6 組類比輸入腳位
5. 兩組可獨立控制伺服馬達的腳位
6. P4, P5 腳位可提供 I2C 協定傳輸
7. USB 5V 供電系統
8. USB 端程式編輯(不需使用燒錄器)

本次所使用的 Arduino 微電腦控制板，基本上是一個以 X51 為核心的 AVR 微電腦，Arduino 微電腦板提供了許多 I/O 介面接腳足以應付本專題的所有需要，圖 11-1 是實體圖，圖 11-2 為介面接腳圖，在本專題當中，應用到的接腳分別如下：

1. 「數位 I/O」接到紅外線定向裝置 (8 條輸入線)。
2. 「類比輸入」接到 EZ-1 超音波測距板訊號線。
3. 「DC IN」接到鉛酸電池當電源
4. 「USB 接頭」接到電腦傳輸各種資訊，或進行程式規劃。
5. 「PWM 端子」接到直流馬達驅動電路

在本次專題中，Arduino 微電腦板扮演極為重要的控制角色，在每次的實測當中，我們發現 Arduino 微電腦板內建處理類比信號轉換的功能以及 PWM 輸出功能，使得我們在製作電路極為方便，省卻了許多轉換電路的製作成本。

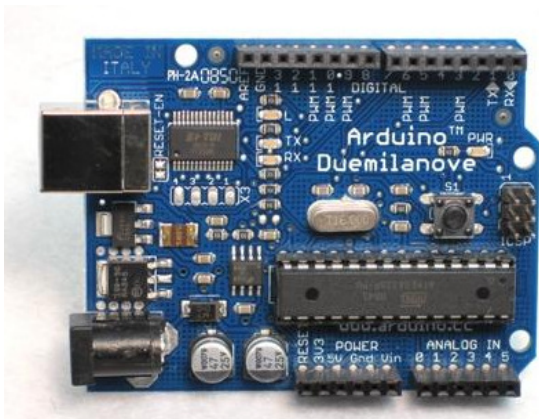


圖 11-1 Arduino 微電腦板

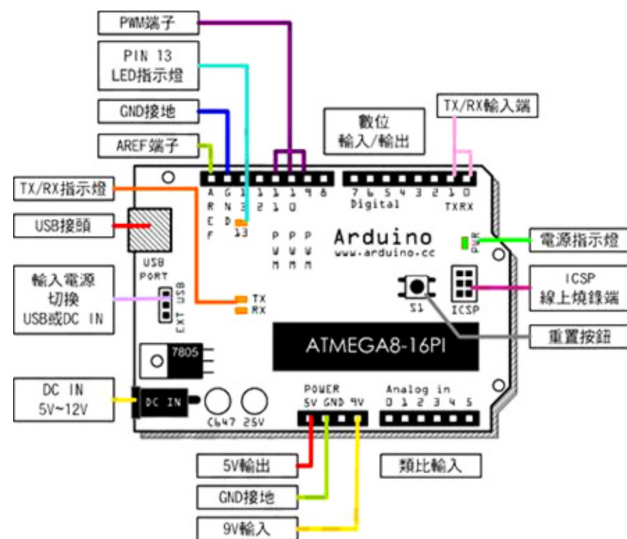
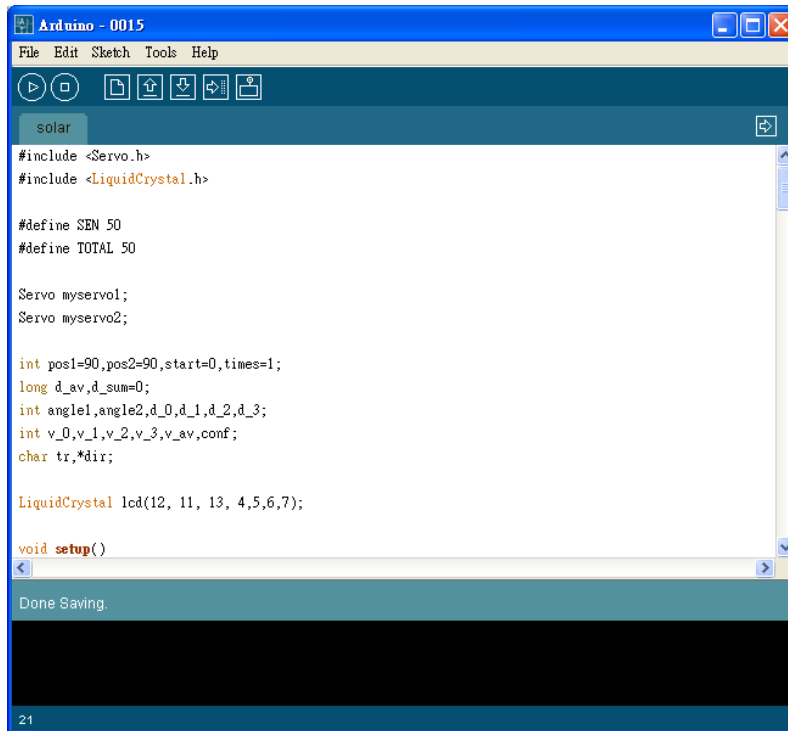


圖 11-2 Arduino 介面接腳圖

(二) 線上燒錄 (ISP) 功能

圖11-3是Arduino的編譯與燒錄整合環境，在操作的過程當中，使用者不需要將ATMEGA-168拔除，直接就可以線上完成程式的撰寫與下載，這樣可以加速整個開發的過程，並且日後較易維護程式，更難得的是，這個開發環境，本身是一套自由軟體，可以容易在「www.arduino.cc」當中下載，版本更新迅速也是這套開發系統的特點，沒有高昂的開發成本，更也符合本專題著眼的目標。



```
Arduino - 0015
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
solar
#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>

#define SEN 50
#define TOTAL 50

Servo myservol;
Servo myservo2;

int pos1=90,pos2=90,start=0,times=1;
long d_av,d_sum=0;
int angle1,angle2,d_0,d_1,d_2,d_3;
int v_0,v_1,v_2,v_3,v_av,conf;
char tr,*dir;

LiquidCrystal lcd(12, 11, 13, 4,5,6,7);

void setup()
Done Saving.
21
```

圖11-3 Arduino 整合開發環境

肆、成果

成果列表

評估項目	達成方式	備註
控制使用方法	無線控制	採用紅外線控制並以超音波控制行李箱與主人的距離。
前進速率	每秒 1 公尺(最快 2 公尺)	正常拖曳行李箱時的速度。
整體續航力	連續使用約 4 小時	一般行李不會連續拖曳超過這麼長的時間。
承載重量	最多 16 公斤	須考慮馬達承載能力。
驅動方式	12V 直流伺服馬達	考慮電池供電，故採用直流伺服馬達
電力來源	鉛酸電池(可充電)	必須配合馬達的耗電狀況選用電池容量。
整體電路與驅動系統重量	不超過四公斤	連同承載重量共約 20 公斤，以符合航空公司限重標準。
行李箱尺寸	大約是 21 吋大小	標準行李箱大小。

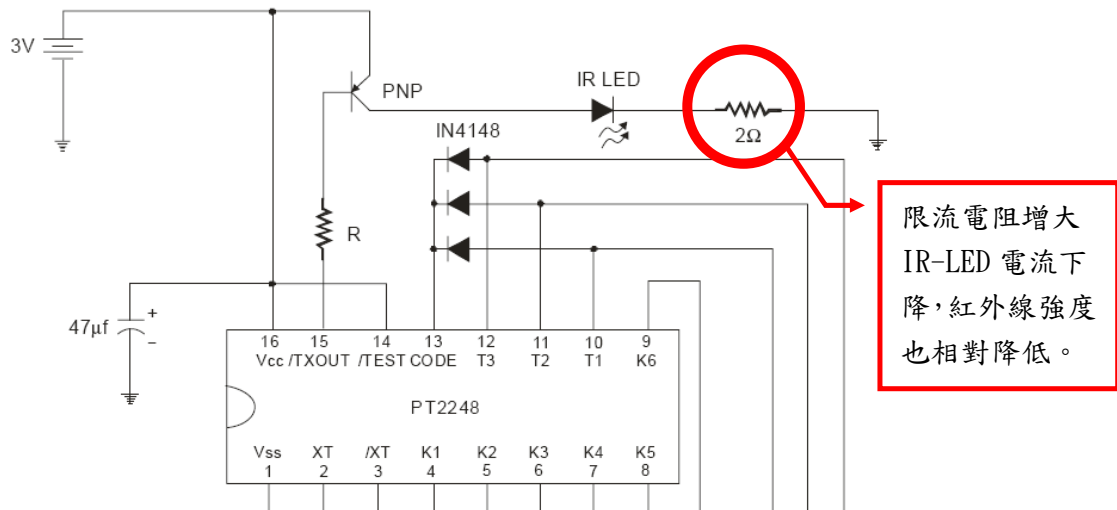


伍、問題與討論

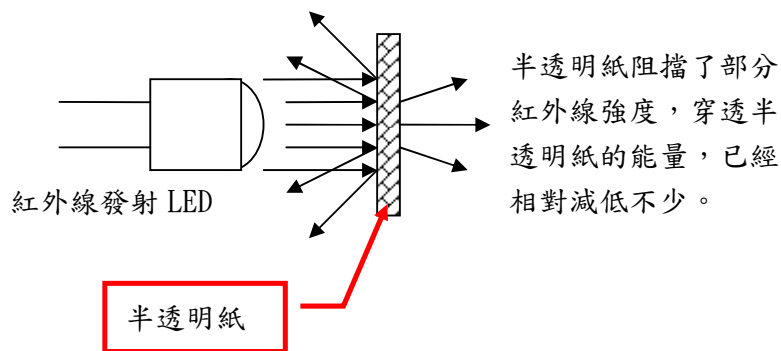
問題一：行李箱的紅外線感測模組靈敏度甚高，常會造成訊號的錯誤判斷。

解決方式：

1. 衰減紅外線發射 LED 的發射強度，將紅外線發射 LED 的限流電阻阻值增大，使流過 LED 的電流下降，以降低發射強度，參考下圖。



2. 在 LED 頭端透鏡，加裝減光紙降低紅外線發射強度，參考下圖。



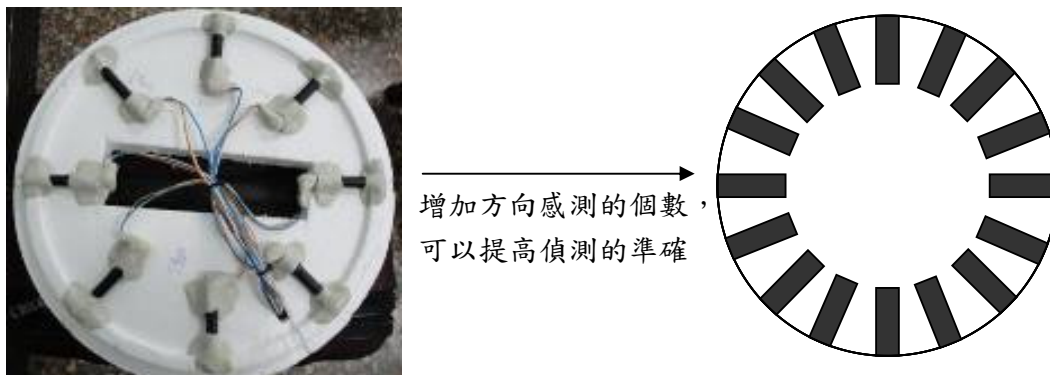
3. 在紅外線接收模組端加裝接收角度限制管，限制接收角度，降低接收到其他方向反射光的問題，參考下圖。



問題二：行李箱定向裝置只有 8 個接收方向，對於主人的位置無法準確定向，甚至影響轉向角度無法相當準確。

解決方式：

1. 擴充定向裝置可偵測的角度為 16 個方向角，相信已經可以充分滿足各種轉向角度的應用，但是接收器的成本將會提升，參考下圖。



2. 透過程式的修改增加轉向程式的判斷準確度，可在失去主人訊號的時候，開始進行原地的迴轉，重新尋找主人的定位信號，但在原地迴轉需要時間，迴轉搜尋時的轉速必須提升，以加快搜尋速度。

問題三：行李箱的驅動底盤為額外附加，使用者必須先行固定底盤才能使用。

解決方式：

1. 改變行李箱機械構造，將直流馬達隱藏置於行李箱底。
2. 將行李箱驅動底盤構造輕巧化，使之容易收納到行李箱中。

問題四：行李箱直立時因重心較高，行李箱行進起步時，會有明顯晃動的現象，甚至有傾倒的現象。

解決方式：

1. 將行李箱擺置方式，改成「平躺」方式，將整個行李箱的運動重心降低，但行李箱平躺使用有違背一般使用者使用習慣。
2. 利用程式進行馬達的「緩啟動」，馬達起步時應降低轉速，降低轉速的方式可透過控制輸入至 TA7257P 的輸入接腳的脈波寬度減低，達到降低轉速的目的，緩啟動也可以使行李箱的起步電流得以降低，提高電池的使用效能。

陸、參考文獻

1. 百年電子網站。http://www.100y.com.tw
2. 普誠科技股份有限公司網站。http://www.princeton.com.tw
3. 蔡宗成、徐業良，”小型馬達驅動 IC 簡介與應用”，元智大學最佳化實驗室，2001，
http://designer.mech.yzu.edu.tw
4. Arduino 樂園。http://Arduino.TW © 2009
5. TSOP1838元件DATASHEET。http://www.vishay.com
6. 廣華電子網站。http://www.cpu.com.tw