

投稿類別：工程技術類

篇名：

智能感應風扇

作者：

沈映廷。海青工商。三年真班

陳宜歆。海青工商。三年真班

蔡嘉祐。海青工商。三年真班

指導老師：

謝品辰老師

侯淇健老師

壹、前言

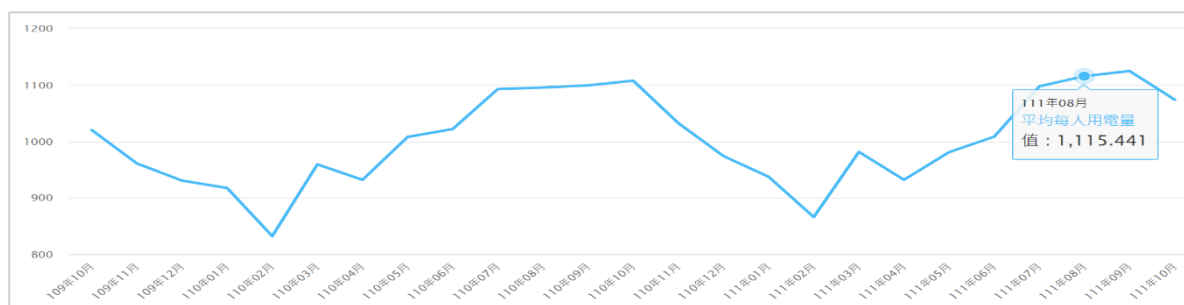
一、研究動機與背景

現今夏日日漸炎熱，冷氣沒辦法時刻都在身邊，此時，電風扇就是個非常好的解暑聖物，但電風扇無法時刻的都向著自己吹，都要手動去調整方向才能吹到清涼的風。而且，只要離開風扇吹的範圍外就會吹不到清涼的風，並且對著空氣吹又無法達到消暑的效果，某個層面來講，並無法有效使用電力。

現在人都很懶惰，能坐著就不站，能躺就不坐，有句廣告台詞說的好：「科技始終來自於人性」，所以我們想製作一款造福大眾的產品，使人們生活能更便利。

根據經濟部能源局研究顯示，台灣在今年 2022 年 9 月每人平均一天耗 1124 瓦電，需支出約新台幣一萬元左右，為近三年來最高的用電量，但如今全球缺電，而台灣又十分仰賴進口能源，從西元 2017 年的 815 大停電和西元 2022 年 3 月初的三次全台性大停電可得知，台灣在能源電力的匱乏。

圖 1：

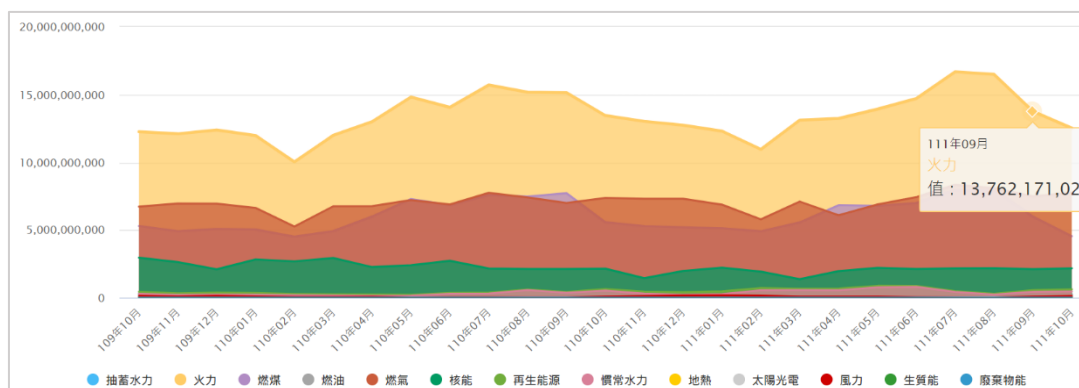


(資料來源：經濟部能源局 民國 109-111 年，平均每人使用電量折線圖)

台灣目前主要兩大發電能源為「天然氣」與「燃煤」，我國天然氣 99% 為進口，在開採、運輸、燃燒的過程會產生大量的「甲烷」，是造成「全球暖化」的最大主謀，而燃煤（火力發電）雖能解決電能缺乏問題，但同時火力發電廠也遍布了西台灣與離島造成極大的空汙，而核能發電至今不能夠大量設廠的原因是考量到有安全隱患的問題...等等因素。

現今，台灣雖有在研發太陽能、水力...等再生能源，但遠遠不夠國民使用，所以當下，我們的力所能及就是節約用電，雖然力量薄弱，但是確可達到積少能成多之效，何樂而不為。

圖 2：



(資料來源：經濟部能源局 民國 109-111 年，發電量區域圖)
(2022 年 12 月 4 日)

研究者想利用紅外線感測器，來製作「智能感應風扇」讓它偵測到人或者是移動物體能使風扇朝向我們吹，沒感應到時，可自動停下，這樣不僅可以不用時刻注意電風扇吹的方向，還能夠達到省時、省力又省電的效果。

二、研究目的

- (一) 了解電風扇的構造
- (二) 知道步進馬達和一般馬達的差別以及如何控制
- (三) 實作我們現在所學的元件和理念進行設計
- (四) 紅外線感測距離
- (五) 3D 建模與列印

貳、文獻探討

一、電風扇的歷史

根據研究目的 (一) 研究者想知道電風扇的內部構造，所以想先從風扇的歷史開始著手進行研究。

(一) 第一代-發條驅動機械式風扇

在風扇尚未被發明的時代，而人們到了夏季只能拿著扇子解熱消暑，直到西元 1830 年詹姆斯·拜倫，他在鐘錶的構造中獲得靈感，而發明了用發條驅動的機械風扇，這造就了歷史上第一台風扇。

圖 3：



<https://pse.is/4mwj66>

(二) 第二代-齒輪驅動機械風扇

圖 4 :



第二次突破發明是西元 1872 年約瑟夫，約瑟夫覺得發條驅動裝置太粗糙，經過多次改良發明出用「齒輪鏈條」來取代發條，使風扇整體更精緻，也為第三代風扇種下了一顆種子。

<https://pse.is/4lmgtq>

(三) 第三代-電風扇

圖 5 :



<https://pse.is/4pxrwr>

第三代風扇，因內部電通線圈在磁場中受力轉換的關係，而使能量轉換從電能→機械能，再因線圈中含有電阻所以又使機械能→熱能，也就是我們現代使用的「電風扇」，在這基礎上再加上一些感測器，使使用上可以更便利，經過前兩代的發明，在西元 1880 年美國人舒樂，突發奇想，為什麼風扇不能直接安裝在電動機上呢？於是她將葉片和馬達組裝，這靈機一動也造就了後來電風扇的基礎。

(資料來源：風扇的用途及歷史。2010 SMC FAN 取自 <https://ppt.cc/f4hHBx>)
(2022 年 10 月 18 日)

二、步進馬達介紹

根據研究目的(二)，步進馬達和 AC 伺服馬達的比較，因我們研究者的設計理念是讓電風扇能夠準確地朝向人吹，所以對角度精密度和轉動速度快慢有較高的要求，因此在兩者間我們選擇了使用步進馬達來作為我們的核心元件。

表 1、步進馬達規格

	步進馬達	一般伺服馬達
迴路	開迴路	閉迴路
特性	低轉速、高扭力	高低速、定扭矩
精度	0.9	
反應速度	快	慢
電路系統	簡單	複雜
接線數	4~6 條線	3 條線

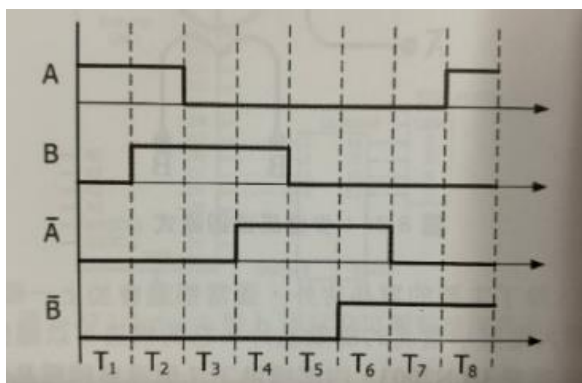
(研究者繪製)

三、步進馬達順時針與逆時針轉動控制設計

由脈波信號對激磁的排列順序會影響馬達的旋轉方向，所以我們紅外線偵測到人的同時，步進馬達的必須從繞圈狀態→轉向紅外線偵測的地方靜止不動直到人員離開。

一二相步進馬達驅動顧名思義就是結合了一相和二相，「每走一步的步進角為前兩種激磁方式的一半」，這樣做的優點是能得到更精密的步進角，但時序要求也相對複雜。(參考書籍：最簡單的互動設計 Arduino-試就上手(第二版) 2012 年)

圖 1：一二相步進馬達驅動時序（逆時針轉動）

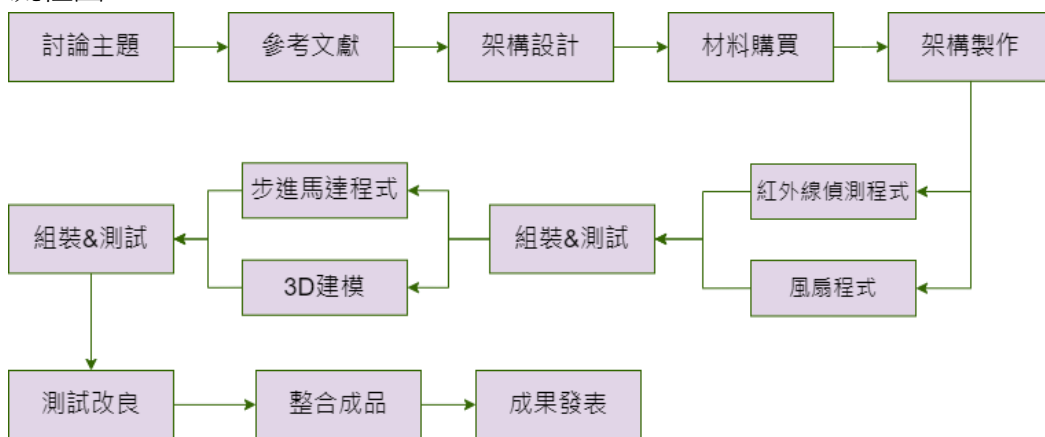


(研究者自行拍攝)

參、研究方法

一、研究流程

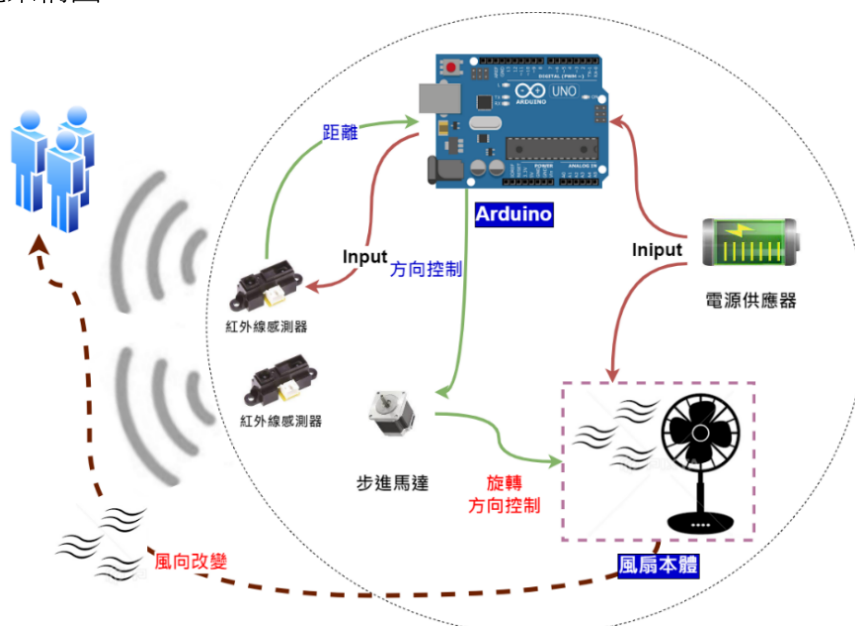
圖 6：流程圖



(研究者繪製)

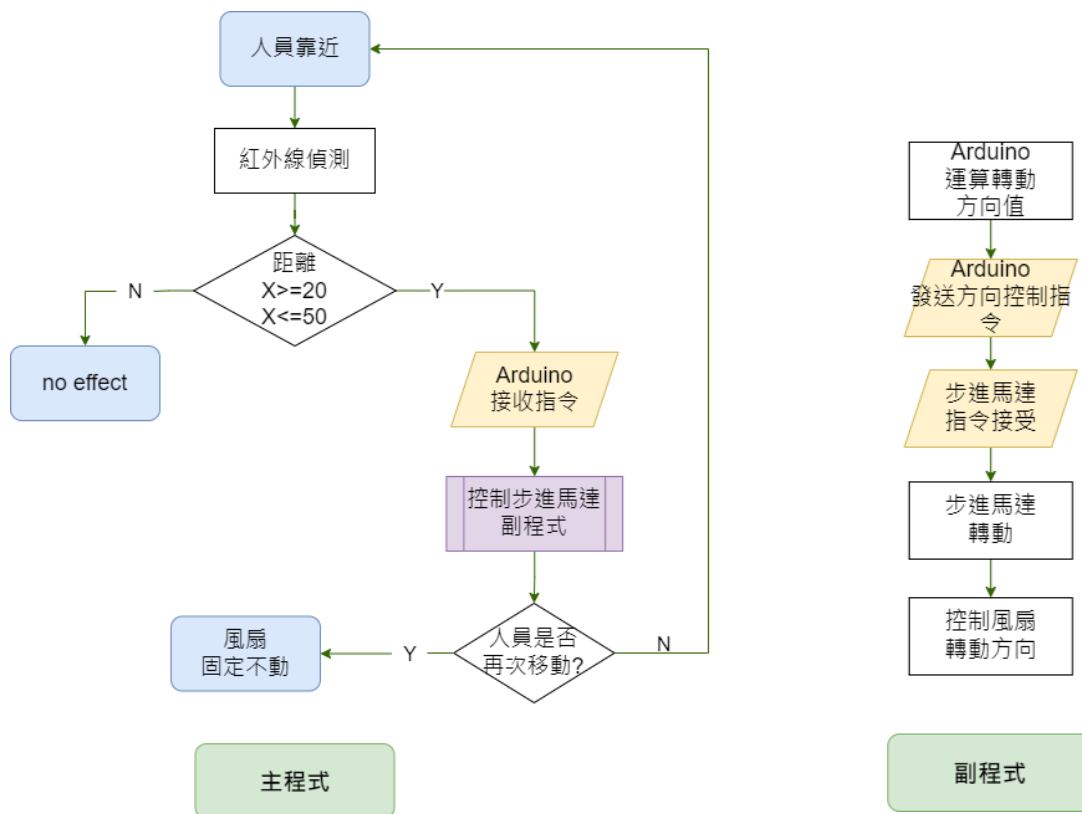
二、系統架構及程式流程圖

圖 7：系統架構圖



(研究者繪製)

圖 8：程式流程圖



(研究者繪製)

(研究者繪製)

三、研究設備&元件

(一)、使用設備

表：2

	硬體設備	數量
1	Mega2560-Arduino	x1
2	L9110 風扇模組 Arduino	x1
3	17pm-k405-p3vs 步進馬達	x1
4	CR-10MAX 3D 列印機	x1
5	Sharp_GP2Y0A 紅外測距傳感器	x4
6	TB6600 42/57/86 步進馬達驅動器	x1

(研究者繪製)

表：3

	軟體設備
1	Arduino 1.8.16 程式編碼軟體
2	Onshape3D 繪圖軟體

(研究者繪製)

(二)、元件規格

1、Arduino 微控制器

研究者用它與 Arduino IDE 編寫程式來連接控制電風扇、紅外線與步進馬達的運轉。

表 4：Arduino 規格

型號	Mega2560
工作電壓	5V
類比輸入腳位	6 個 (A0~A5)
數位輸出/入腳位	14 個 (D0~D13)

(研究者繪製)

圖 9：Arduino



(圖片來源：<https://pse.is/4nwxme>)

2、L9110 風扇模組 Arduino

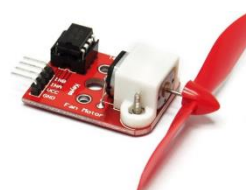
「可控制正反轉配有安裝孔，相容舵機舵盤控制優質螺旋槳，效率高。」可連接兩顆直流馬達，且每顆馬達各有兩條訊號線進行控制，再藉由控制兩線的高低電位使馬達能執行正反轉功能，輸出轉速則透過 PWM (脈波寬度調變 Pulse-width modulation) 來做控制。

表 5：L9110 風扇規格

型號	L9110
工作電壓 (DC)	5V
工作電流	0.8A
螺旋槳直徑	75mm
尺寸	50*26*15mm

(研究者繪製)

圖 10：L9110 風扇模組



(圖片來源：<https://pse.is/4dwbve>)

3、六線式 微步進馬達 兩相激磁

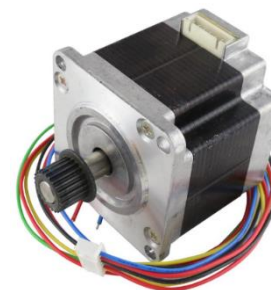
步進馬達也稱脈衝馬達，利用脈波信號可達到極佳的速度與方位上的控制，實現簡單且精確的定位運轉。

表 6：步進馬達規格

型號	17pm-k405-p3vs
電壓 V	5v
電流 I	1.5A
精度	0.9DEG
軸心	7 mm (含齒輪)
工作溫度	表面溫度 70~80°C
白 (A)、紅 (V+)、黃 (A-)、綠 (B)、紅 (V+)、藍 (B-)	

(研究者繪製)

圖 11：步進馬達規格



(圖片來源：<https://sho.pe/4nvmw2>)

4、CR-10MAX 3D 列印機

專題成品外部需將所有元件做銜接，研究者選擇用 3D 建模的方式來呈現。

表 7：3D 列印機規格

型號	CR-10MAX
功率	750W
電流	4，2~8.7A
成型技術	FDM（熔融沉積成型）

（研究者繪製）

圖 12：3D 列印機



5、紅外測距傳感器 Sharp_GP2Y0A

圖片來源：<https://pse.is/4naeve>

Sharp_GP2Y0A 是一種距離測量傳感器組件，是由 PSD（位置靈敏感測器）、IRED（紅外線發光二極體）與信號處理電路所組成，因 PSD 的關係，紅外線感測不輕易遭環境、溫度、物理反射率與操作時間長短外界因素影響。

表 8：紅外線感應器規格

型號	Sharp_GP2Y0A
測量距離	20 ~ 150cm
輸出類型	類比
消耗電流	Typ. 33mA
電源電壓	4.5 ~ 5.5 V
尺寸	45 (L) x 20 (W) x 22 (H) mm

（研究者繪製）

圖 13：Sharp_GP2Y0A



圖片來源：<https://pse.is/4kqwwy>

6、步進馬達驅動器 TB6600 42/57/86

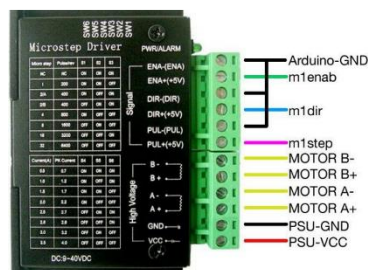
可作為橋樑來連接控制器、電源和步進馬達。原先我們只使用電腦主機提供的電流對步進馬達做輸出，但發現單單只使用主機電流輸出，電流太小無法供應馬達需求，所以中間增添了步進馬達驅動器來做為電腦主機與馬達間的橋樑並提供足夠的電源。

表 9：TB6600 42/57/86

規格	TB6600 42/57/86
輸入電流	開關電源功率 5A
輸出電流	0.5-4.0A
最大消耗	160W
細分	1、2/A、2/B、4、8、16、32
溫度	工作溫度-10~45°C

（研究者繪製）

表 14：步進馬達驅動



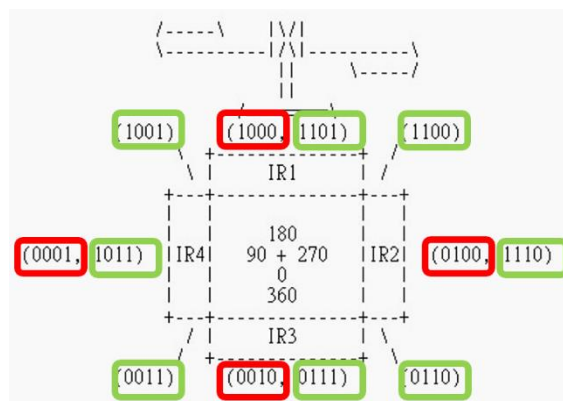
圖片來源：<https://sho.pe/4nubmq>

肆、研究分析與結果

圖 15：風扇感應旗標作動圖

一、風扇感應旗標作動圖

- (一) 中心正方形為步進馬達，四邊長方形為感測器。
- (二) 先宣告 4 顆 IR (紅色框)
 假設：1000 為 1 號 IR、0001 為 4 號 IR。



(研究者繪製)

- (三) 1/0 分別代表有無偵測到訊號 (綠色框)
 假設：站在 IR4 的位置，步進馬達轉向 90° 並顯示 (0001, 1011)。
 再設：站在 IR3 與 IR4 間，馬達將轉向 45° 的位置並顯示 (0011)。

二、3D 建模

為了讓物件之間有良好的銜接，研究者使用 3D 列印來當作為橋樑，在製作多少有誤差，經過多次失敗與測試，終於成功完成模型量出適合的數值。

2022/10/21 · 完成
 為下方元件的縮小模型，經過了多次測試才量出適合的規格大小

2022/11/04 · 完成
 功能是将螺絲鎖於模型上加以固定。

2022/11/11 · 完成
 加上左圖，為紅外線支撐架。

2022/10/28 · 完成
 此模型的功能為支撐風扇使風扇能立起。

2022/11/18 · 完成
 步進馬達與紅外線銜接固定器。

(研究者繪製)

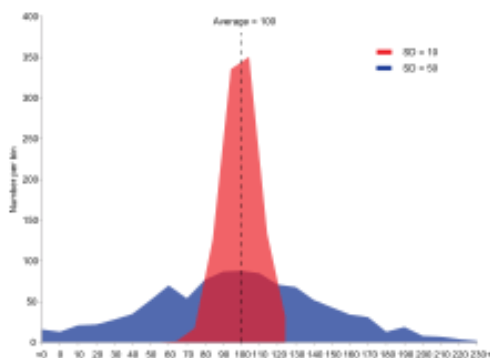
伍、研究結論與建議

一、中途除錯改良

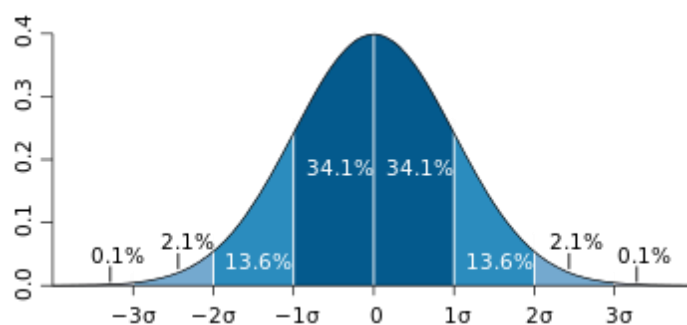
建立日期	解決日期	問題	解決方式
2022/9/25	2022/10/10	步進馬達程式無法傳入到馬達	原先從電腦供予的電壓不足，需外加 12V 電源供應器。
2022/10/21	2022/11/11	各元件程式整合失敗	1.同樣指令放太多，導致電腦無法分辨先後順序。 2.語法錯誤。
2022/11/18	2022/12/03	馬達並沒有朝著人吹，而定在原位	因電流過大和轉速過慢導致無法轉動，因將步進馬達驅動器的指撥開關數值從 111000 改為 000111。
2022/11/4	2022/12/15	3D 模組大小測量大小與現實有誤差	用游標卡尺測量，提高精準度。
2022/12/7	2022/12/13	紅外線雜訊大多導致誤判	因原先的數值 $20 \leq x \leq 150(\text{cm})$ 為 IR 的理想測量值，所以 IR 的感測距離下修至 $20 \leq x \leq 50(\text{cm})$ 。
2022/12/10	2022/12/15	風扇旋轉時線路纏繞死結	原設計是以 360 度旋轉，改以左右各轉 180 度旋轉。
2022/12/09	2022/12/18	紅外線偵測到時，電風扇的轉動方向能否更精確	如下圖，使用 3 個標準差準確值能達到 99.7%。將平均值上下 3 個標準差之外的異常值當作雜訊值排除，得到一個穩定訊號值。

(研究者繪製)

圖：26 標準差



圖：27 標準差常態分布規則圖



(圖片來源：<https://reurl.cc/33Am8j>)

假設 IR 距離訊號數據具有近似於常態分布的連續機率分布，在距離平均值有 1 個標準差之內的範圍則約 68% 數值分布，距離平均值有 2 個標準差範圍之內約 95% 數值分布，以及在距離平均值有 3 個標準差之內的範圍約 99.7% 數值分布，此法則也稱為 68-95-99.7 法則。

二、結論

本次專題除了課本上所學習到的知識，電路設計、程式設計撰寫及機構製作，更需要高度的團隊默契與資料整合能力，經由這次也明白到專案管理的重要性，專題過程中有理論之間的爭吵，也有團隊之間的腦力激盪，才能共同完成這個目標。也透過這次專題的學習，讓我們更懂得如何在網路上查找多面向的資料，並且統整出重點之後得到結論，所以資料搜集及整理能力，也是這次專題中重要的收獲。團隊合作也是一種學習，希望可以在不久的將來，可以更多方面的運用上在這次專題上所得到的能力。

陸、參考文獻

SMC（2022年11月18日）。新聞。

<https://pse.is/4pejhz>

交通部中央氣象局（2022年11月18日）。台灣長期氣候變化全書下載。

<https://pse.is/4m8ewy>

今華電子有限公司（2022年11月25日）。R15# DC5V 微步進馬達 六線式。

<https://pse.is/4pmrcd>

廣華電子商城（2022年11月25日）。Arduino 光電感測模組。

<https://pse.is/4pr3un>

敦華電子材料有限公司 TAIWANIOT（2022年12月2日）。L9110 風扇電子模組。

<https://pse.is/4pkq4a>

Wikiwand（2023年1月2日）標準差。

<https://reurl.cc/33Am8j>