

目錄

壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	1
參、研究設備及器材.....	1
肆、研究過程或方法.....	2
【問題一】 了解感測器在信箱中的適用性.....	3
[實驗 1-1] 測試相關器材在信箱中的反應測試.....	4
[實驗 1-2] 測試相關器材在不同溫度下的反應測試.....	9
[實驗 1-3] 測試相關器材的偵測距離.....	11
【問題二】 分析信件在信箱中位置的著陸點.....	14
[實驗 2-1] 測試信件投入信箱後的著陸情況.....	15
【問題三】 分析視訊攝影機在信箱中的解析度.....	19
[實驗 3-1] 測試視訊攝影機在信箱中的解析度.....	19
【問題四】 以視訊攝影機作為感測器，探討信箱設計.....	26
伍、結論與未來研究方向.....	30
陸、參考資料及其他.....	30

You got mail! -物聯網信箱研究

摘要

本作品探討適合物聯網信箱的感測器，並藉由信件著陸的分布機率與視訊解析度的分析，規劃設計物聯網信箱。即便是傳統實體信箱，使用者也能透過手機了解其狀況，提升便利性。

壹、研究動機

日常生活中，家裡的長輩常要走到家門口或者是要我們到信箱看看有沒有信，這對於行動不便的長者很不方便，所以我們聯想到如果信箱有信可以立即透過手機通知，就能省去定時查看的時間花費。上網查了是否有類似的作品，發現有利用超音波感測器偵測是否有信件的信箱，也有利用 RFID 貼在信件上分辨寄信者，只是我們擔心這樣的可行性與便利性，所以決定好好研究如何設計一個可以讓手機或平板知道家中信箱狀況的方式。

貳、研究目的

- 一、了解感測器在信箱中的適用性
- 二、分析信件在信箱中位置的著陸點
- 三、分析視訊攝影機在信箱中的解析度
- 四、以視訊攝影機作為感測器，探討信箱設計

參、研究設備及器材

- 一、設備與器材:電腦、冰箱、烤箱、LED 燈、Arduino Uno 板、樹莓派、尖嘴鉗。
- 二、軟體: [WFduino](#) 是專供 Scratch 操作 Arduino 的套件，WFduino 主要是一個訊息管理者，將 Scratch 送來的資料整理後再透過序列埠發送給 Arduino。同時也將 Arduino 送來的資料轉發給 Scratch。[HYRes 3.1](#) 它是使用 ISO 12233 分辨率圖表精確讀取數碼相機分辨率的工具。[Fritzing](#) 協助電路繪製。[Excel](#) 統計圖表的繪製。

肆、研究過程或方法

研究架構如下圖

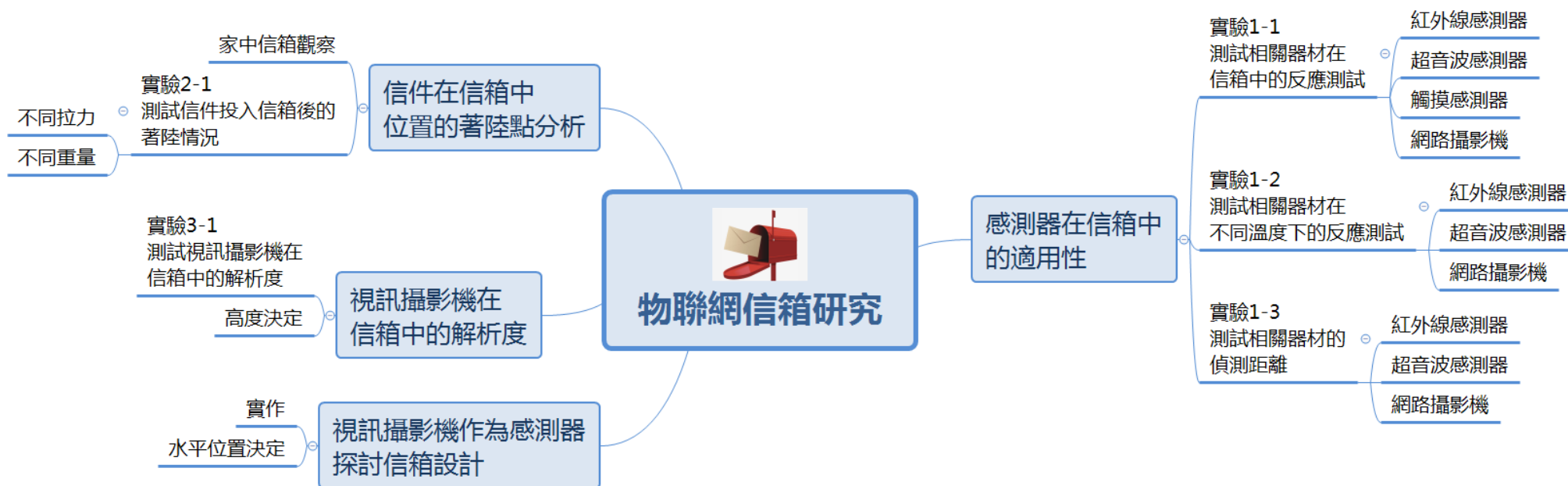


圖 1:研究架構圖

【問題一】 了解感測器在信箱中的適用性

我們假設可以用在信箱中作為感測是否有信件進入的器材有紅外線感測器、超音波感測器、觸碰感測器、雷射測距儀和網路攝影機。在網路上可以找到關於這些感測器或是器材的一些資料，但是不確定那些真的適合用在物聯網信箱設計中。因此我們決定一一測試。除了雷射測距儀過於昂貴，不太適合利用在家用信箱中，我們使用到的器材如表一

表一:實驗器材

紅外線感測器	超音波感測器	觸摸感測器模組	網路攝影機
FC-51	HC-SR04	TTP223 YFRobot	羅技 C170 型
			

- 一、紅外線感測器(PIR sensor)具有一對紅外線發射與接收管，發射管發射出一定頻率的紅外線，當檢測方向遇到障礙物（反射面）時，紅外線反射回來被接收管接收，指示燈會亮起，同時信號輸出介面輸出數字信號（一個低電位信號），可通過電位器旋鈕調節檢測距離，有效距離範圍 2~30cm，工作電壓為 3.3V~5V。
- 二、超音波感測器（Ultrasonic sensor）是由超音波發射器、接收器和控制電路所組成。當它被觸發的時候，會發射一連串 40 kHz 的聲波並且從離它最近的物體接收回音。因為它的頻率很高，所以人類耳朵是無法聽見超音波的聲音。聲音在空氣中的傳播速度大約是每秒 340 公尺，傳播速度會受溫度影響，溫度愈高，傳播速度愈快。超音波的優點為能使用在惡劣之環境中，如：光線不足或強烈光線之場所及充滿灰塵的環境。
- 三、觸摸感測器模組，該模組是一個基於觸摸檢測 IC（TTP223B）的觸摸開關模組。常態下，模組輸出低電位，模式為低功耗模式；當用手指觸摸相應位置時，模組會輸出高電位，模式切換為快速模式；當持續 12 秒沒有觸摸時，模式又切換為低功耗模式。

四、網路攝影機 (Webcam) 一般具有視訊攝影/傳播和靜態圖像捕捉等基本功能，它是藉由鏡頭採集圖像後，由網路攝影機內的感光元件電路及控制元件對圖像進行處理並轉換成電腦所能識別的數位訊號，然後藉由 USB 連接，輸入到電腦後由軟體再進行圖像還原。本研究採用羅技 C170 型號的 Webcam(最高可達 1024×768 五百萬畫素照片拍攝)。

[實驗 1-1] 測試相關器材在信箱中的反應測試

一、**實驗目的**:本實驗是為了讓我們了解感測器的偵測範圍、角度之準確性，作為我們選擇信箱內部感測器的依據。

二、**實驗設計**:針對上述四種器材，我們先建立測試環境。

(一)信箱:外觀長寬高分別為 40 公分、25 公分、33 公分。

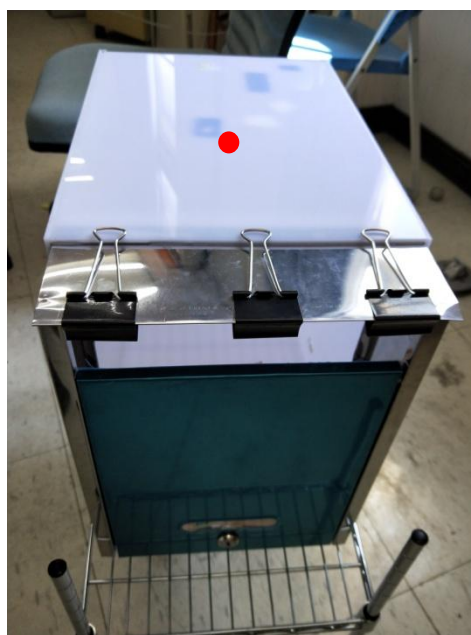


圖 2:信箱

(二)環境溫度與濕度:攝氏 28 度，相對溼度 58%。

(三)實驗方式:

1. 信件投遞:將信件(重量為 12 克)投入測試的信箱，測試的四種設備置於信箱中央處(如圖 2 紅點處或是圖 18 的第 23 區)，以偵測各種測試設備是否有反應(說明如實驗結果-表二)。

2. 實驗次數:每種設備的實驗次數皆為 10 次。
3. 所需程式:我們撰寫測試程式以實驗各種感測器能否測得資料。流程圖如圖 3。程式開始後，我們設定腳位。超音波感測器利用 HSCR 的積木即可設定腳位(如圖 4)。紅外線感測器(如圖 5)與觸碰感測器需指定腳位並設成 input。網路攝影機則是開啟”視訊”積木(如圖 6)。之後進行測試迴圈，我們設定為無窮迴圈，利用手動停止。迴圈中，先輸入偵測點的位置，再由事先建立好的清單比對，以防人為輸入錯誤。接著將測試的溫濕度與偵測距離寫入檔案中，以利後續統計。在我們的程式中(如圖 7)，我們使用到陣列、副程式、迴圈、變數(全域)、事件的概念。

4. 硬體接線:

- (1)紅外線感測器:感測器電源”+”接 UNO 板上的 3.3V,感測器”-“接 UNO 板上的 GND,感測器上的 S 訊號接腳接 UNO 板上的數位腳位 6。
- (2)超音波感測:感測器電源”+”接 UNO 板上的 3.3V,感測器”-“接 UNO 板上的 GND,感測器上的 Echo 接腳接 UNO 板上的數位腳位 5,感測器上的 Trig 接腳接 UNO 板上的數位腳位 6(如圖 8)。
- (3)觸摸感測器模組:感測器電源”+”接 UNO 板上的 3.3V,感測器”-“接 UNO 板上的 GND,感測器上的 S 訊號接腳接 UNO 板上的數位腳位 6。
- (4)網路攝影機:連接電腦 USB 插槽。

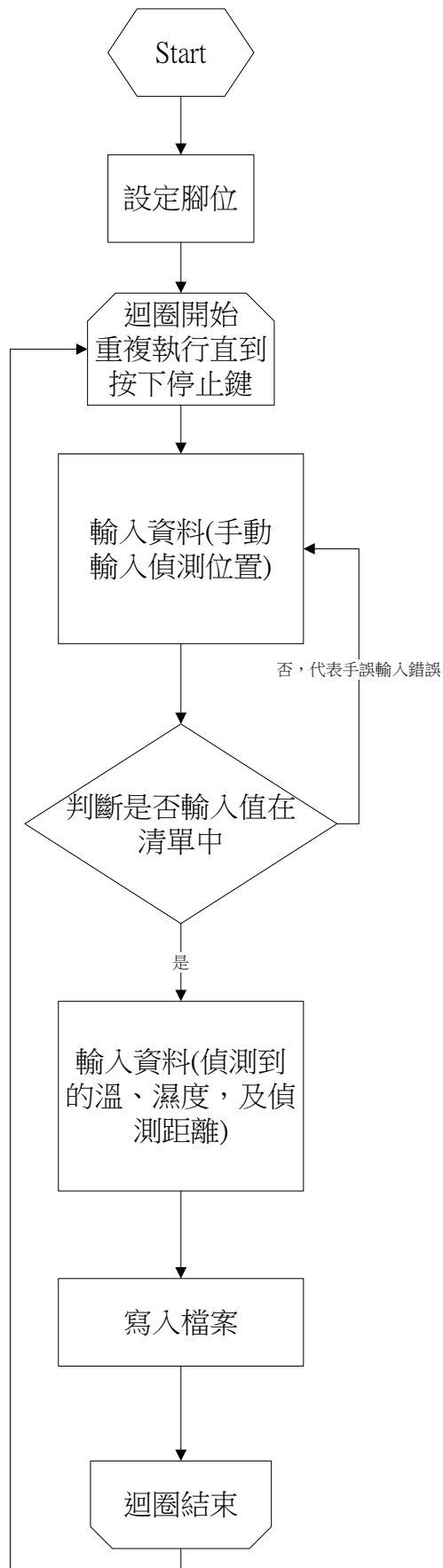


圖 3: 流程圖



圖 4:超音波感測器設定



圖 5: 紅外線感測器設定



圖 6:視訊攝影機設定

註 1:廣播”訊息 1”代表呼叫副程式，手動輸入資料並判斷是否在清單中。

註 2:圖 6 中，如果 video 動作 on 這個角色 >50，代表視訊攝影機會偵測是否有動作，數字的大小則牽涉到靈敏度。我們設定為 50，讓他不會太敏感。

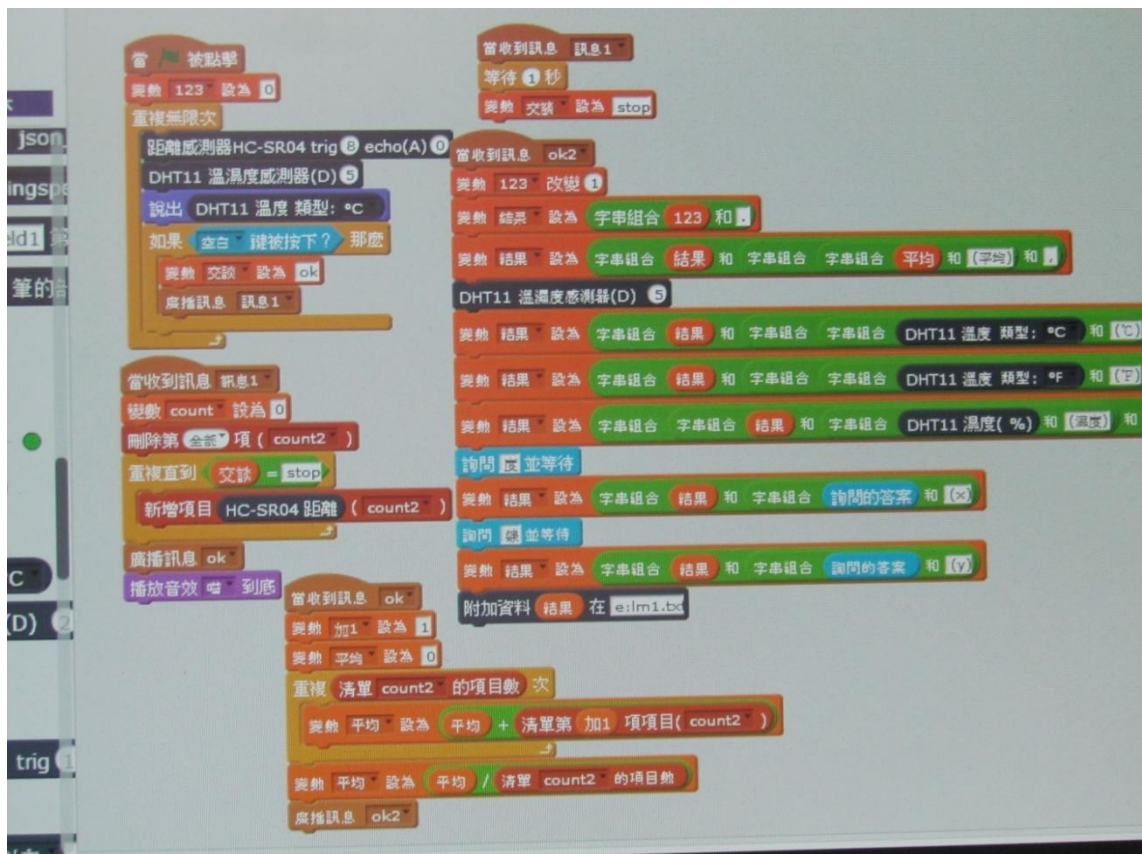


圖 7:測試程式

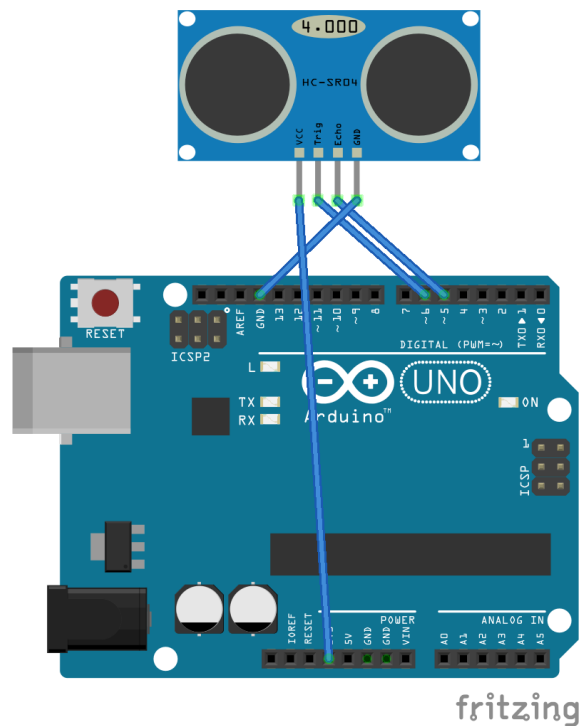


圖 8: 硬體接線

三、實驗結果

表二: 正常環境下感測器反應測試結果

測試設備	測試方式	測試狀況
紅外線感測器	判斷偵測距離是否改變	可以偵測得到
超音波感測器	判斷偵測距離是否改變	可以偵測得到
觸摸感測器模組	判斷感測器值是否改變 (由 0 變為 1)	需要重量大於 84 克以上才有反應
網路攝影機	判斷是否偵測到物體移動	可以偵測得到

四、討論與發現

我們的測試結果發現如果以觸碰感測器模組作為信箱的偵測設備，當投入信件，重量 12 公克時，完全沒有反應。也就是會有許多重量較輕的信件無法偵測到，直到重量到達 84 公克以上，才有 1/10 的機率有反應。我們發現他並不適用在我們的物聯網信箱中，因此在接下來的實驗中將他從我們的選項中排除。

[實驗 1-2] 測試相關器材在不同溫度下的反應測試

一、實驗目的:變化環境溫度後，觀察不同器材的運作能力

由於信箱置於室外，根據中央氣象局的資料，過去 30 年資料花蓮平均月氣溫介於 18 度~28 度間；每日最高與最低氣溫分別在攝氏 6 度及 35 度左右，因此我們希望設備在此狀況下能順利運作。

二、實驗設計

(一)實驗 1-2-1 設計:低溫測試，我們將設備置於攝氏 4 度的冰箱中 15 分鐘(如圖 9)，再進行反應測試，也就是是否能正常運作。

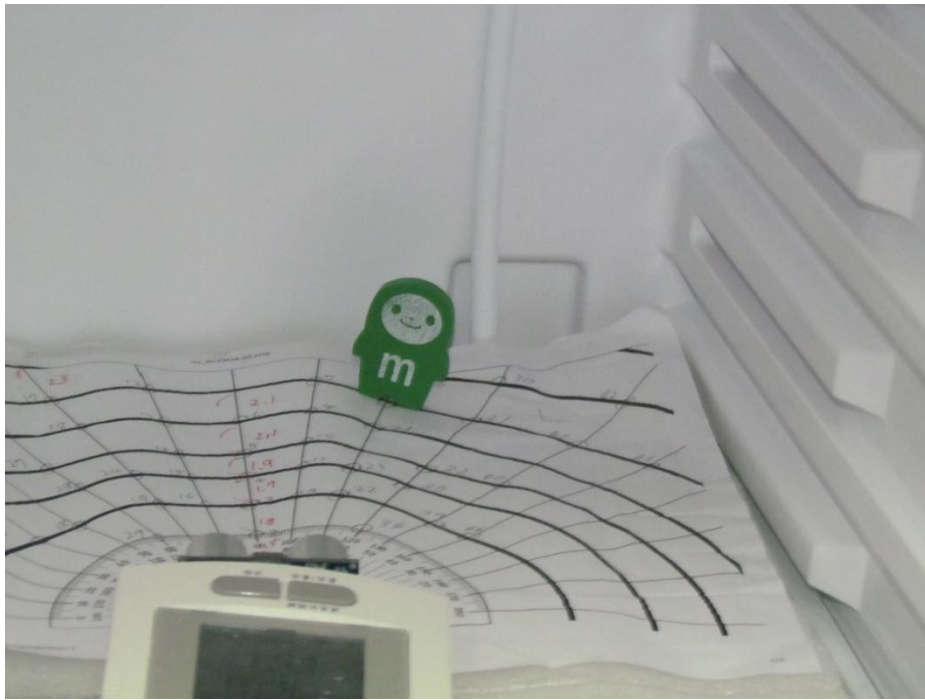


圖 9:將不同器材置於冰箱中

(二)實驗 1-2-2 設計:高溫測試，將設備置於攝氏 50 度的烤箱中 15 分鐘後(如圖 10)，再進行反應測試。



圖 10:將不同器材置於烤箱中

三、實驗結果

表 3:實驗 1-2 結果

設備名稱	測試次數	低溫反應 次數	高溫反應 次數	說明
紅外線感測器	10	10	10	依照測試程式(判斷偵測距離是否改變),能顯示出數值,亦即產生偵測結果。
超音波感測器	10	10	10	判斷偵測距離是否改變
網路攝影機	10	10	10	判斷是否偵測到物體移動

四、討論與發現

在兩種較極端的測試環境下，紅外線感測器、超音波感測器和網路攝影機這三種設備都能正常運作。

[實驗 1-3] 測試相關器材的偵測距離

一、實驗目的:測試不同器材的偵測能力

我們先製作一個扇形圖(如圖 11)，也就是先依照不同角度畫出直線，並且依不同距離畫上半圓，直線與半圓的交點上置放物品，測試不同設備下(圖 12、14、16)是否有偵測反應。

二、實驗方式:我們以量角器中心為起點，由近而遠在各交點放置小人形立牌，當某個點上的立牌被設備偵測到兩次以上，我們就標上記號。

三、實驗結果:繪製如圖 13、15、17。

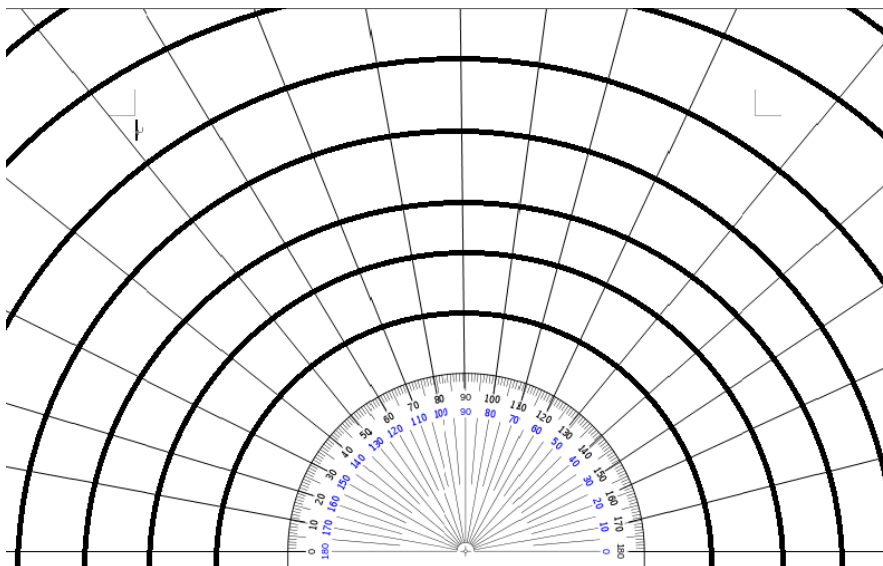


圖 11:測試距離的扇形圖

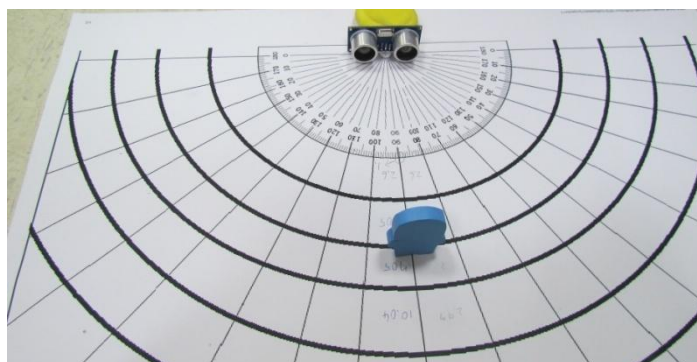


圖 12:超音波感測器實驗

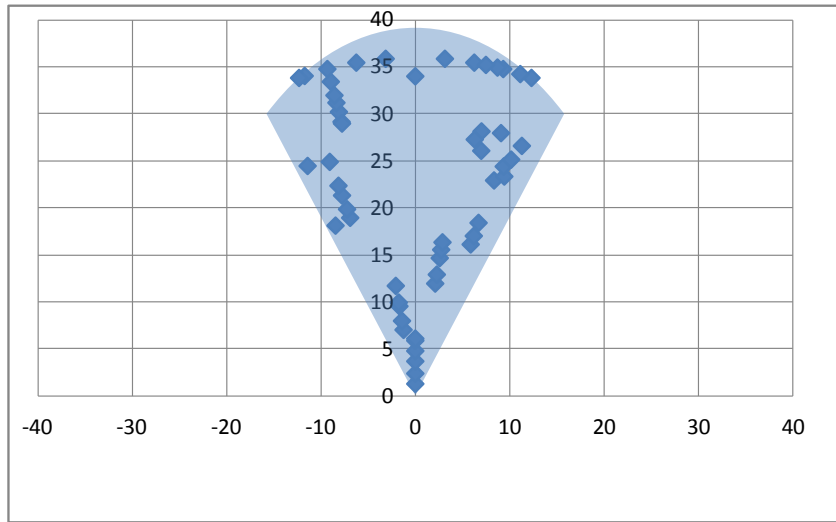


圖 13: 超音波偵測結果(0 為中心點左右兩側共 48 度)

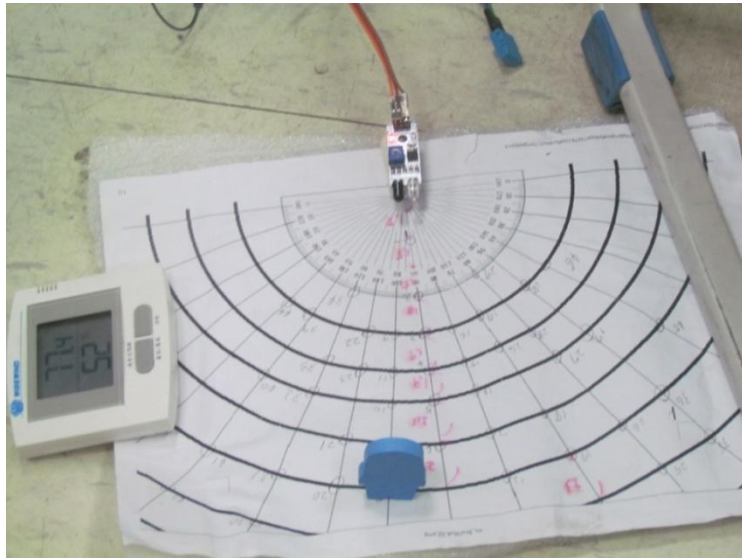


圖 14: 紅外線感測器實驗

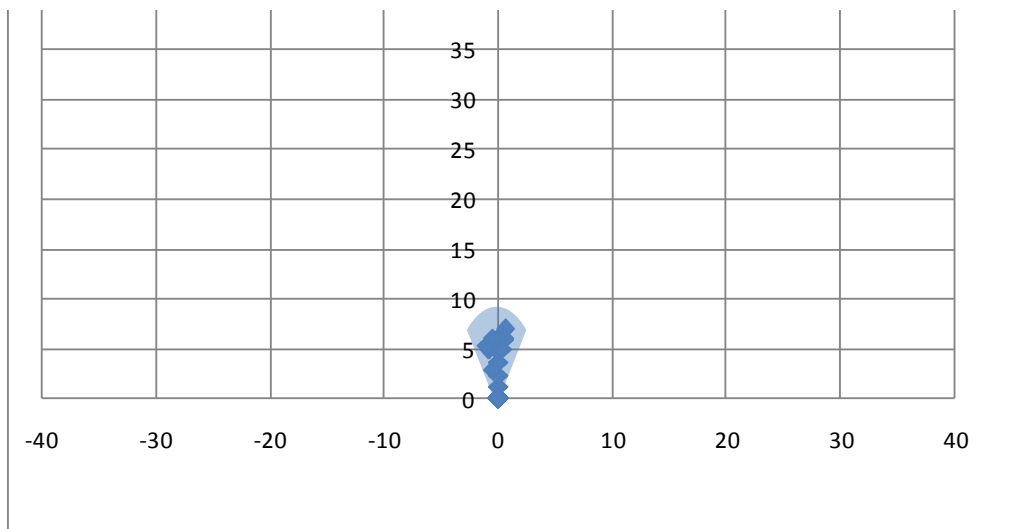


圖 15: 紅外線偵測結果(0 為中心點左右兩側共 10 度)



圖 16:視訊攝影機實驗

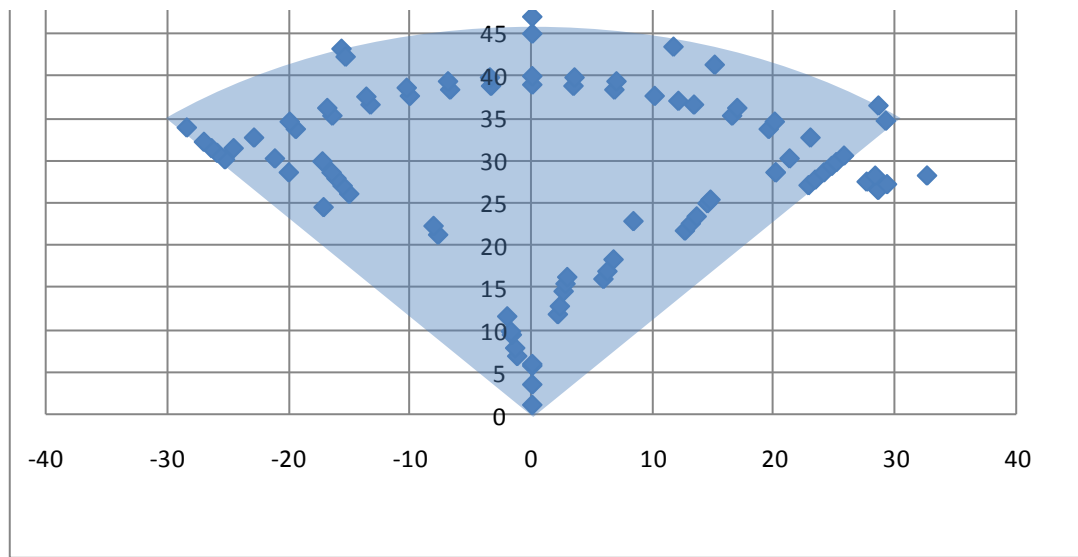


圖 17:Webcam 偵測結果(0 為中心點左右兩側共 90 度)

四、討論與發現

- (一)我們從實驗中發現，**紅外線感測器的偵測角度是最小的**，左右兩側合起來不超過 10 度。
- (二)**紅外線感測器的偵測距離也是最小的**，不超過 10 公分。我們認為將他放在信箱中做偵測設備，失敗機率較高。
- (三)超音波與紅外線兩者都可以透過發射源發射，接收器接收。**紅外線感測器**的好處是可以透過光學元件將光源聚焦，使發出的能量集中而得到較遠的感應距離，若用來作為量測用也可以得到較精確的良測精密度。然而在我們的實驗中，發現它**很容易受環境影響而受限制**。**超音波感測器**可以當做信號的傳遞源，較不易受到環境影響且具穿透性可穿牆。但因為信號多為發散源，能量不易聚集，故無法進行長距離傳遞或感測。但在我們此次的實驗中，只是用來測短距離（幾十公分），**超音波雖然相較紅外線速度慢，但短距離中的時間差異不大**，

卻因為較不容易受環境干擾(如光線不足或強烈光線之場所及充滿灰塵的環境),反而**比較適合**作物聯網的信箱設計。

(四)在感測器的選項中,尚有雷射測距,但因價格太高,我們並未納入考量。剩餘的超音波、紅外線、觸碰感測器中,以超音波感測器較適合信箱偵測有無來信的設計。

(五)除了感測器外,我們考量到如果可以直接有感測的效果,並且也能拍照,將信箱狀況回傳,那就以 Webcam 便能單獨完成兩者的工作。而且在偵測角度與距離上都比較適合信箱偵測有無來信的設計,所以我們選擇 Webcam 來完成物聯網信箱設計。

【問題二】分析信件在信箱中位置的著陸點

當我們決定感測器的佈署位置時,會有兩個方面的考量,第一個是信件的著陸點。第二個是部署後的感測器的偵測範圍。分析信件在信箱的著陸點有兩個方式,第一種是調查家中信箱的實際狀況,第二種是由實驗觀察信件落入信箱的狀況。首先我們探討家裡信箱中信件落入的狀況。

[觀察一]

一、**觀察目的**:了解家中信箱實際信件落入狀況。

二、**觀察方式**:

(一)觀察地點:家中信箱

(二)觀察日數:三個地點皆為 30 日;有信件的次數分別為 27、29、30 次

(三)觀察記錄:我們將信箱底部分為 45 個區域(如圖 18),若該區域被信件遮蓋住則記為 1,若該區域沒有被完全遮蓋則記為 0。

信箱前方(信件投入口)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45

圖 18:家中信箱底部分區

三、觀察結果

我們的統計結果如下

11%	44%	78%	67%	56%	78%	56%	44%	33%
22%	44%	78%	67%	67%	78%	78%	56%	22%
22%	33%	67%	67%	78%	89%	78%	44%	22%
22%	22%	56%	78%	89%	78%	67%	56%	33%
11%	22%	44%	56%	78%	78%	67%	67%	44%

圖 19:家中信件實際投入統計

接著，我們以實驗探討信件進入信箱後的分布狀態為何？

[實驗 2-1] 測試信件投入信箱後的著陸情況

一、實驗目的:了解信件在信箱的著落分佈以利感測器的佈署規劃

信箱前方(信件投入口)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	37	38	39	40	41	42	43	44	45

圖 20:實驗信箱底部分區

二、實驗方式:我們將信箱底部分為 45 個區域(如圖 20),每個區域的大小為 5.1 公分×4.7 公分，信件大小為 19.5×18.2 公分，接著以下列順序實驗

(一)以彈簧秤測量拉力，紀錄不同放信位置點的拉力為何。

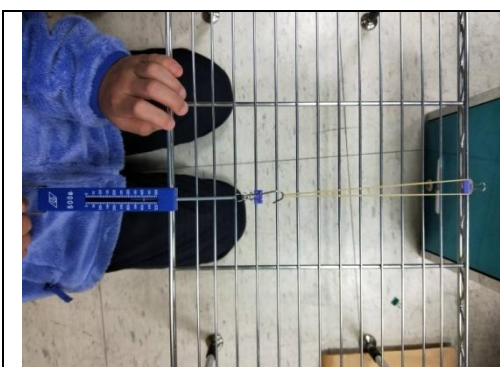


圖 21:以彈簧秤測量拉力



圖 22:紀錄不同放信位置點的拉力

(二)將信件加上長尾夾套上橡皮筋(橡皮筋每 20 次實驗更換一條新的以防止彈性疲乏)

(三)將橡皮筋拉至放信位置點，然後放手彈出。

(四)紀錄信件的遮蓋區域。



圖 23: 將橡皮筋拉至放信位置點，然後放手彈出

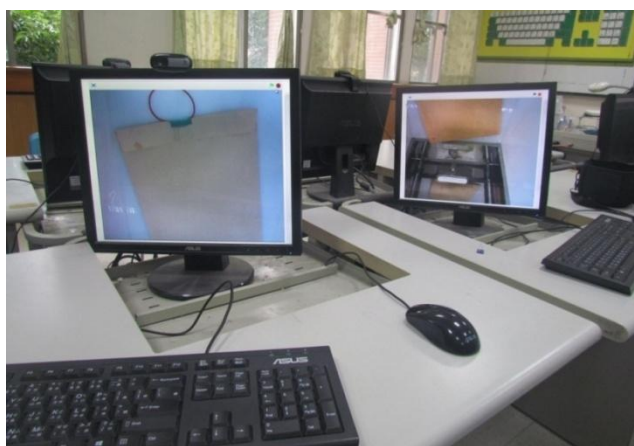


圖 24: 觀察並紀錄信件的遮蓋區域

三、實驗結果:以不同重量及拉力彈送信件進入信箱後的實驗結果如圖 25~33，各圖內的數值代表各區域被信件完全遮蓋住的機率值。信件重量參考中華郵政的信件資費前三個級距而設定。我們使用三色色階表示機率值的大小，綠色代表最小值，黃色代表中間值，紅色代表最高值。其他依漸層方式表現。

40%	26%	26%	14%	17%	23%	26%	34%	23%
54%	46%	43%	43%	26%	20%	31%	31%	37%
91%	71%	66%	57%	26%	29%	34%	34%	31%
77%	71%	63%	40%	26%	20%	20%	14%	20%
40%	43%	40%	31%	20%	6%	0%	9%	9%

圖 25: 實驗結果，信件重量 12 克，彈簧秤刻度 300 克

55%	42%	33%	17%	23%	23%	32%	37%	33%
85%	68%	57%	28%	28%	27%	37%	37%	38%
98%	83%	73%	42%	28%	27%	30%	27%	28%
68%	67%	60%	42%	27%	15%	12%	13%	17%
23%	25%	23%	18%	12%	3%	0%	5%	5%

圖 26: 實驗結果，信件重量 12 克，彈簧秤刻度 400 克

55%	40%	34%	18%	24%	26%	33%	40%	33%
73%	67%	54%	54%	66%	74%	65%	39%	42%
76%	78%	79%	67%	65%	78%	59%	33%	33%
80%	76%	68%	71%	65%	66%	49%	15%	20%
33%	35%	33%	26%	16%	5%	0%	7%	7%

圖 27: 實驗結果，信件重量 12 克，彈簧秤刻度 500 克

40%	53%	33%	40%	53%	67%	47%	33%	27%
60%	93%	93%	80%	73%	80%	53%	40%	13%
60%	93%	87%	80%	80%	93%	60%	40%	20%
53%	93%	87%	87%	73%	87%	60%	33%	27%
33%	53%	60%	60%	53%	60%	53%	27%	13%

圖 28: 實驗結果，信件重量:42 克，彈簧秤刻度 300 克

33%	33%	22%	22%	44%	22%	22%	22%	22%
56%	56%	44%	56%	78%	56%	44%	44%	22%
56%	56%	56%	67%	78%	67%	67%	67%	33%
56%	56%	56%	67%	78%	56%	67%	67%	44%
22%	22%	33%	44%	56%	44%	44%	56%	33%

圖 29: 實驗結果，信件重量:42 克，彈簧秤刻度 400 克

29%	24%	19%	24%	38%	24%	24%	24%	19%
48%	38%	33%	52%	67%	71%	48%	48%	33%
48%	38%	38%	62%	81%	71%	71%	71%	52%
43%	33%	43%	67%	76%	67%	71%	76%	57%
29%	19%	33%	52%	71%	62%	57%	57%	33%

圖 30: 實驗結果，信件重量 42 克，彈簧秤刻度 500 克

0%	10%	17%	27%	40%	47%	37%	27%	23%
3%	17%	23%	33%	60%	63%	50%	43%	30%
13%	30%	37%	47%	70%	77%	60%	57%	43%
13%	33%	37%	47%	60%	70%	50%	50%	33%
10%	20%	27%	33%	43%	27%	27%	23%	13%

圖 31:實驗結果，信件重量:62 克， 彈簧秤刻度 300 克

7%	17%	20%	30%	33%	33%	47%	33%	10%
7%	20%	33%	47%	67%	60%	63%	47%	23%
7%	23%	33%	57%	77%	73%	70%	50%	40%
7%	27%	33%	53%	77%	77%	80%	50%	40%
3%	13%	20%	37%	50%	67%	63%	43%	23%

圖 32:實驗結果，信件重量:62 克，彈簧秤刻度 400 克

15%	15%	25%	40%	40%	30%	30%	0%	0%
30%	45%	60%	80%	90%	70%	40%	0%	0%
35%	60%	75%	80%	100%	85%	45%	0%	0%
35%	55%	65%	85%	95%	70%	45%	0%	0%
35%	45%	65%	75%	65%	40%	25%	0%	0%

圖 33:實驗結果，信件重量:62 克，彈簧秤刻度 500 克

四、討論與發現

(一)我們的實驗設計雖然包含不同重量與不同拉力，只是不可能涵蓋所有實際的拉力與信件重量。

然而，從測試出的結果觀察到，1. 彈力遠大於遞送信件所需力量，讓信件碰撞到信箱另一端後大力反彈至信箱前端的投信口。2. 彈力適中，讓信件反彈至信箱中間區域或是後段區域。3. 彈力微弱，信件進入信箱後即落入底部區域。因此，我們的實驗仍模擬了常見狀況。

(二)由圖 25、28、31，圖 26、29、32，圖 27、30、33 的色塊分布可以發現，**信件重量相同時，當彈力越大，機率較大的值大多在信箱前面區域**，這是因為當彈力越大，信件往信箱後彈到擋板後再往前落下。

(三)整理上面的結果，以 excel 算出各狀況的標準差製成圖 34，我們發現，**當信件重量一樣時，彈力越大，標準差越大，代表各區被遮蓋的機率差異性較大**，這是因為彈力越大時，則容易出現各種不同落下的狀況，各區的差異也就會變大。

(四)不管是家裡觀察或是實驗測試，**信箱中間區域都有較高機率被遮蓋**(如表 4 與圖 35)。

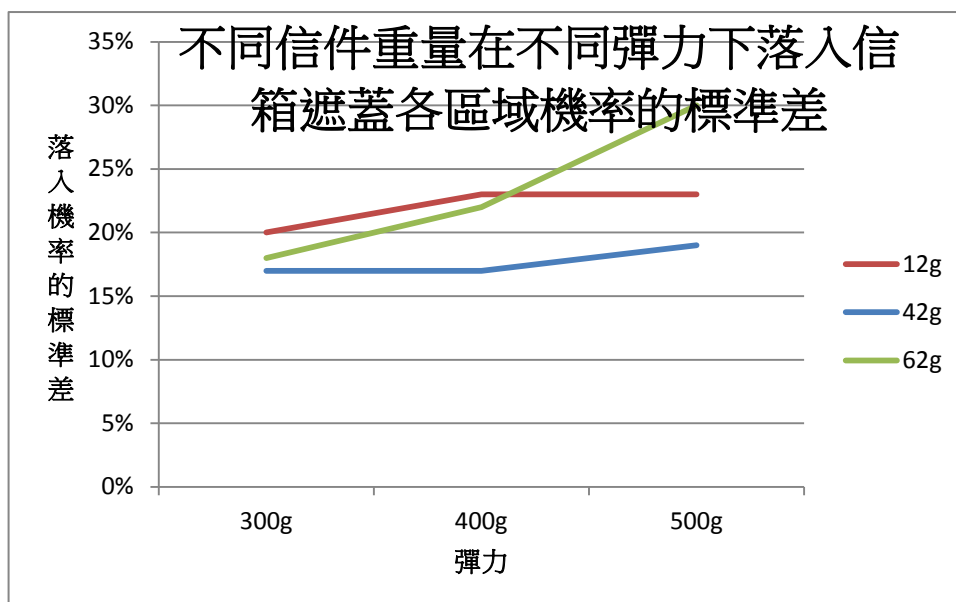


圖 34: 信箱各區域被遮蓋的機率的標準差

表 4: 家裡觀察與著陸實驗測試統計結果

方式 \ 區域	比例	
	信箱外圍區域(區域 1~9、10、18~19、27~28、36~37、45)	信箱中間區域(區域 11~17、20~26、29~35)
家裡觀察	45%	65%
實驗測試	32%	55%

32%	31%	31%	27%	35%	31%	27%	26%	20%
48%	51%	53%	56%	62%	54%	44%	36%	25%
57%	58%	64%	68%	67%	61%	52%	43%	28%
50%	55%	61%	65%	64%	55%	46%	37%	27%
24%	29%	38%	41%	43%	36%	30%	26%	17%

圖 35: 所有實驗結果統計

【問題三】分析視訊攝影機在信箱中的解析度

網路攝影機設置的位置會影響拍照清晰狀態，我們探討網路攝影機拍攝下，信箱底部不同區域的解析度有何不同，再探討其影響。

[實驗 3-1] 測試視訊攝影機在信箱中的解析度

一、實驗目的:分析攝影機涵蓋位置的解析度，以利 Webcam 的部署位置決定

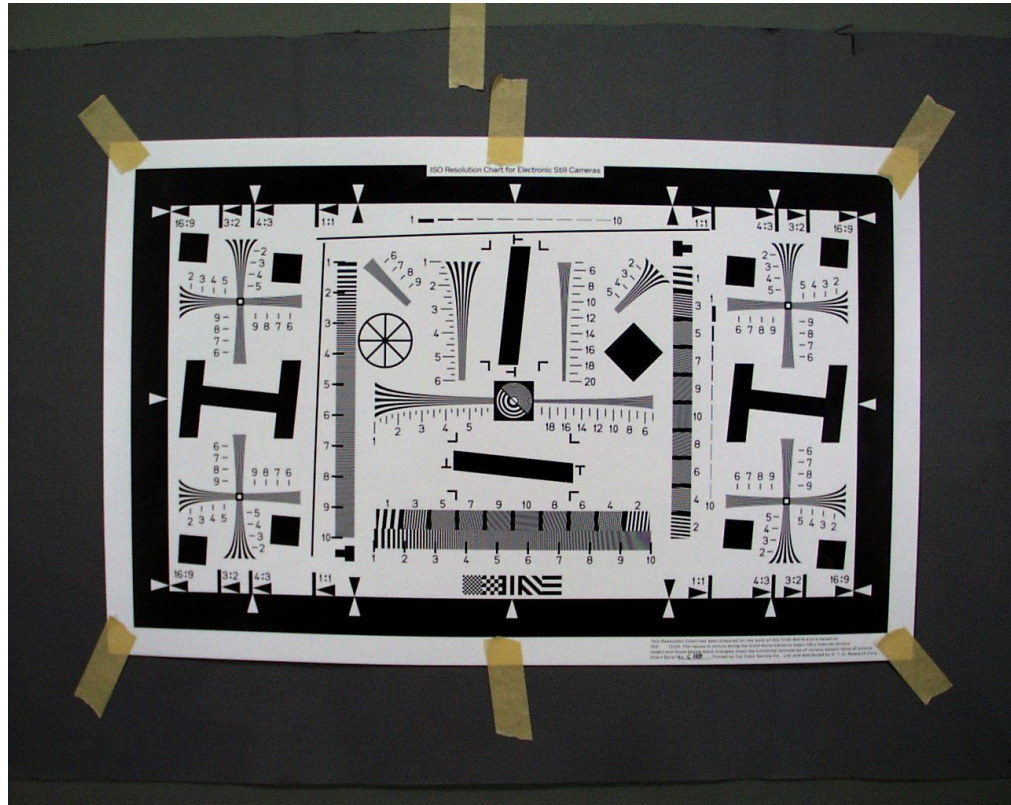


圖 36:使用 ISO 12233 分辨率圖表

二、實驗設計:

(一)實驗工具:通常判斷解析度的方式會配合視訊示波器，或運用電腦軟體來測量。本研究使用後者，並且搭配解析度線圖用來測量監視攝影機解析度。我們將 Webcam 架設至解析度線圖上，配合使用運用電腦軟體 HYRes3.1(圖 37)來測量解析度。HYRes3.1 它是使用 ISO 12233 分辨率圖表精確讀取數碼相機分辨率的工具。它是 CIPA (相機和影像設備製造商協會) 的分辨率測量方法 (支持的操作系統僅限於 Windows)，意即這套軟體是 CIPA 日本相機工業協會制訂的檢測標準。由奧林巴斯公司 (Olympus) 提供免費提供。程式介面分成切割 (Trim) 與測量區 (Measure) 兩大部分 (圖 38)，使用時須切割下解像力尺，電腦會自動檢查尺上的臨界點，再經由換算得出解析度線數 (如圖 39 中的 293 Lines)。

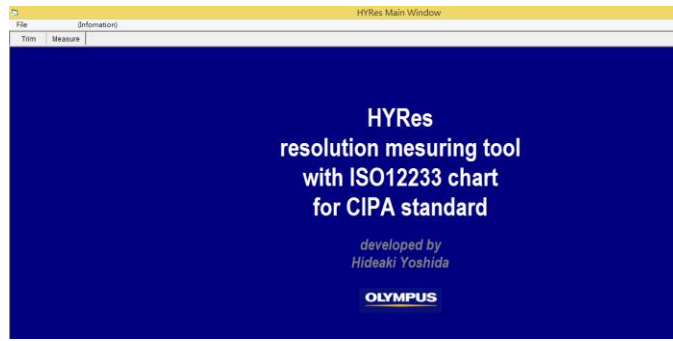


圖 37: 電腦軟體 HYRes3.1

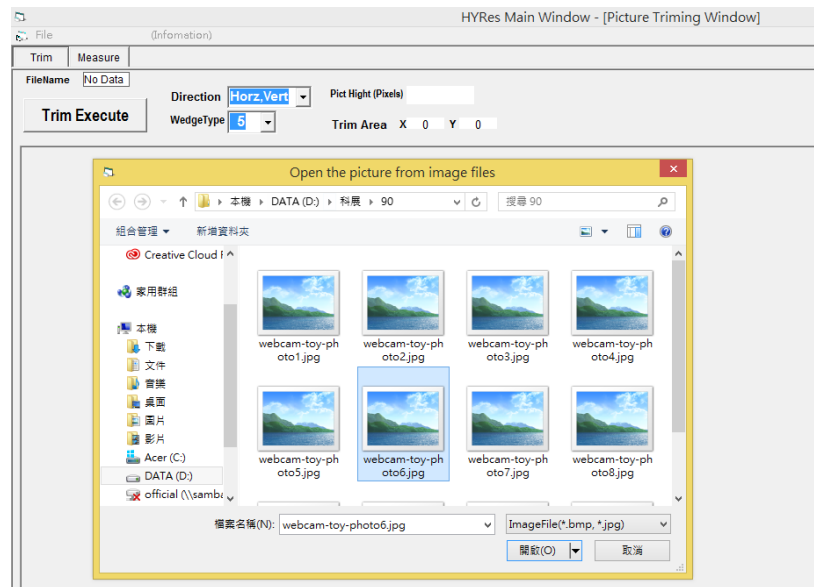


圖 38: 程式介面分成切割(Trim) 與測量區 (Measure) 兩大部分

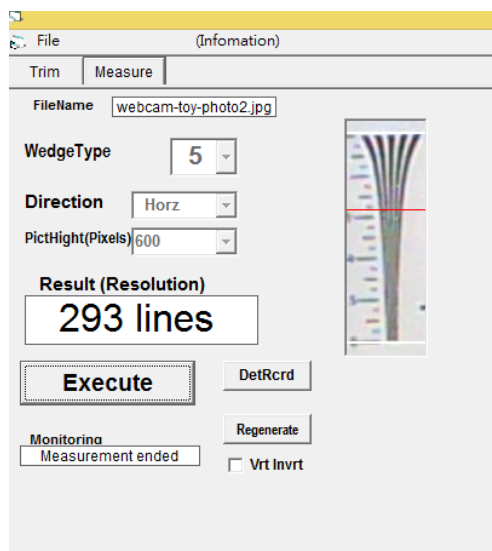


圖 39: 電腦軟體算出解析度線數



圖 40: ISO 12233 分辨率圖表的擷取圖樣

(二)實驗方式:我們以攝影機置於信箱頂端拍攝,信箱底部置放 ISO 12233 分辨率圖表的擷取圖樣(如圖 40),我們使用圖 40,使得信箱底部每個區塊恰好有一個圖樣,拍照後擷取測試解析度。根據 CIPA 日本相機工業協會的公式:(Line Widths / inch on the print) (單位長度下解析度的表現) = $MTF50(LW/PH)$ (解析度線數) / Print height in inches (輸出物的總高度),我們可以得知: **解析度線數除以圖樣長度等於單位長度下解析度的表現**。例如: $450 \div 1.54 = 293.76$ Line Widths/inch,表示這個情況下的這個點是可以被辨識的。其中 450 是軟體測出的解析度線數,1.54 英吋是我們實驗的圖像長度。

表 5: 單位長度下解析度數據意義

單位長度下解析度 (Line Widths/inch)	畫面品質	說明
150	最佳表現	畫面每一吋均非常清晰
110	佳	人眼辨識範圍內幾乎難以挑別畫質上的缺點
80	好	遠距離尚未能察覺畫面的瑕疵,近距離檢視可發現細微之處模糊

三、實驗結果

當我們使用 Webcam 後測得的解析度線數如圖 41，出現 X 代表 Webcam 無法涵蓋該區域，因此我們將先探討 Webcam 的適當垂直安裝距離。

X	424	402	329	410	396	418	X	X
X	508	502	423	455	483	476	X	X
X	462	500	455	439	447	483	X	X
X	471	493	432	447	424	469	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X

圖 41: Webcam 解析度線數測試結果

四、實驗修正

依照透鏡成像原理，我們知道

$$\text{影像大小} / \text{焦距} = \text{實物大小} / \text{物距} \dots\dots\dots\text{①}$$

對照圖 43，得到 $a / b = a1 / b1$ 。可以推算

$$\text{物距} = \text{焦距} \times \text{實物大小} / \text{影像大小} \dots\dots\dots\text{②}$$

$$\text{即： } b1 = b \times a1 / a$$

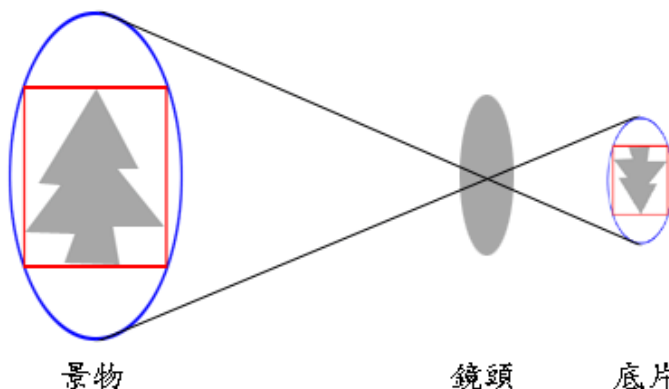


圖 42: 成像原理

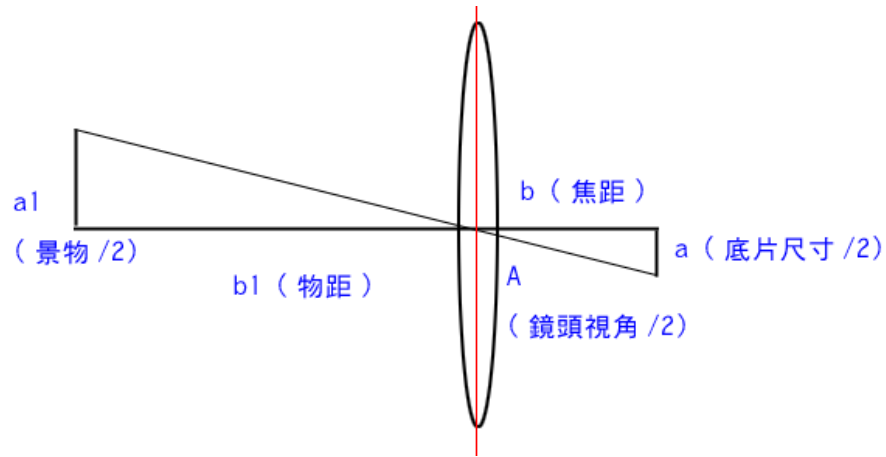


圖 43: 焦距、底片與景物及物距的關係

以我們的實驗狀況可得

物距 = $2.3(\text{mm}) \times 38 / 2.1(\text{mm}) = 41.6(\text{cm})$ 其中 2.3 為焦距(廠商資料)、38 為信箱內部底部長度、2.1 為感光元件大小(廠商資料)。我們根據此物距，將攝影機安裝在垂直高度為 41.6(cm)處。

五、修正後實驗結果

我們根據上述距離再次測得如下的解析度線數，這次可以完全取得每一格的資料。每格取樣三次算出平均得到圖 44 結果。

347	354	354	354	390	364	355	352	350
385	395	380	380	453	392	381	387	381
331	347	375	390	395	393	369	366	344
385	375	369	360	385	382	362	365	374
323	375	363	340	389	355	350	352	310

圖 44: Webcam 解析度線數測試結果

我們挑選數值最糟的第 45 區的解析度線數 310，試算如下

$310 \div 1.54 = 201.3 \text{ Line Widths/inch}$ ，表示這個情況下的這個點是可以被辨識的。



圖 45: Webcam 實際照相結果

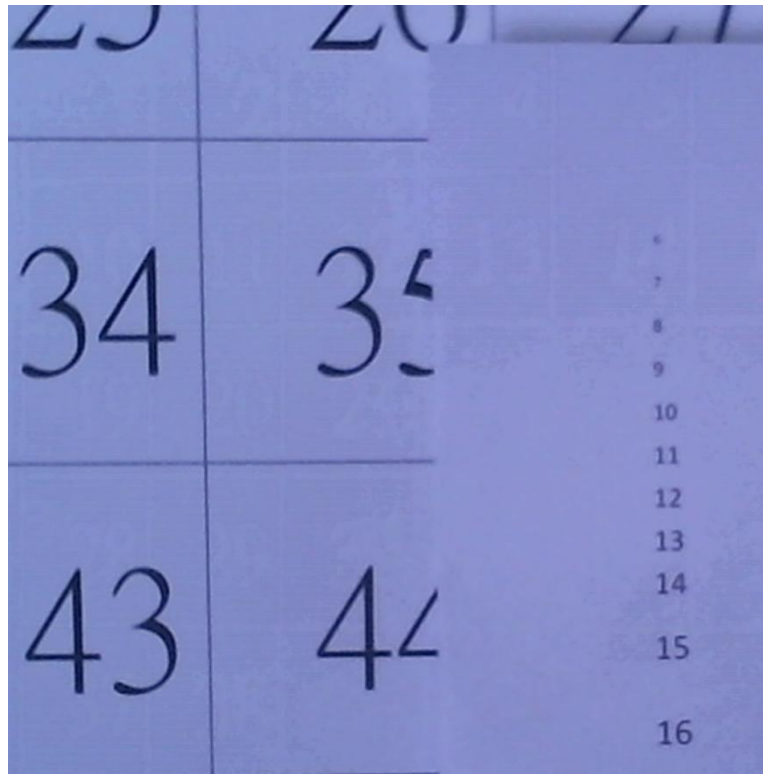


圖 46: Webcam 實際照相結果 2

我們實際以不同字型大小放至於第 45 區，拍攝後的照片如圖 46，我們可以看得出，在字型大小 10 以上的字是可以肉眼判別的，我們觀察家中的來信及廣告，一般的字大小大多在 12 以上，因此這樣的設計是可以看見信件上的字體。

六、討論與發現:

- (一)我們利用解析度辨識軟體與成像原理找出適合的視訊攝影機的安裝距離。
- (二)視訊攝影機對於信箱底部不同區域下，解析度是不同的。在其正下方的區域解析度高於邊緣區。

【問題四】以視訊攝影機作為感測器，探討信箱設計

依照上述研究，使用視訊攝影機的優勢較大，但是對於習慣使用 scratch 介面的我們，有一個困難在於要獲得 Webcam 偵測動作的訊息，需在連接電腦的狀況下才能執行。因此我們需要跳脫 arduino，換成支援性更廣的 Raspberry。

一、實作硬體：(一)感測器：使用 Webcam 連接樹莓派 USB 插槽。(二)開發板:使用樹莓派。

二、作業系統：Prota Pi 是一套作業系統，安裝在 Raspberry Pi 中(參考資料一)，它可以透過智慧型手機、平板或是電腦遠端控制 Raspberry Pi。安裝完成後，透過區域網路連線即可看見 raspberry pi 的系統，點選” Story” 可以建立觸發事件，如同圖 48 有四個選項需要建立。

(一) Set Sensor: 設定感測器，這裡設定成視訊攝影機。

(二) Set Event: 設定觸發事件，我們撰寫成偵測到有物件時觸發。

(三) Set actor: 設定執行動作者，我們設定為 email 與 LED。

(四) Set action: 設定執行動作，在此撰寫為發信與 LED 燈閃爍。

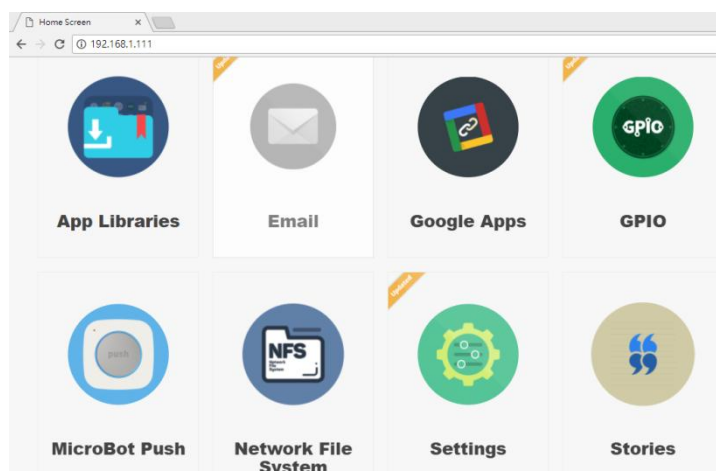


圖 47: Prota Pi 作業系統

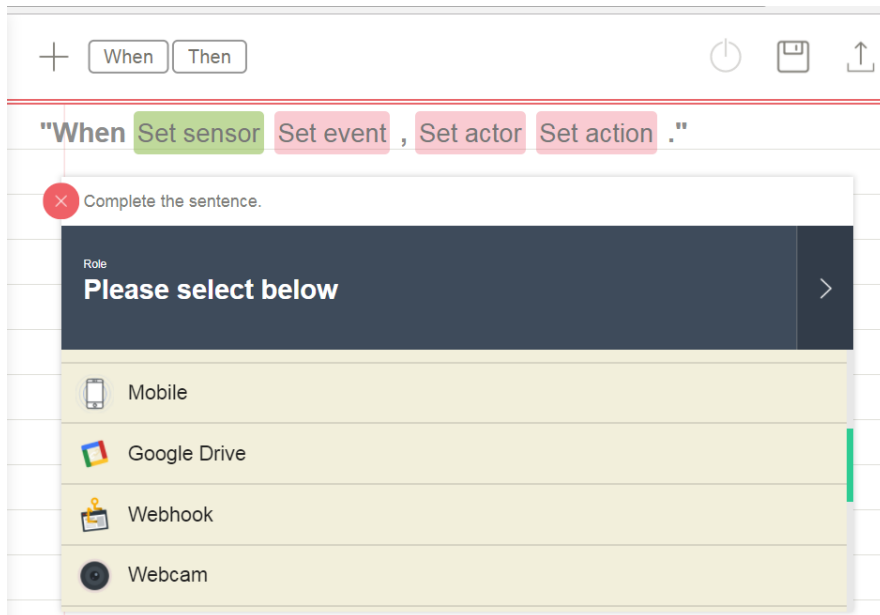


圖 48: Story 可以建立觸發事件

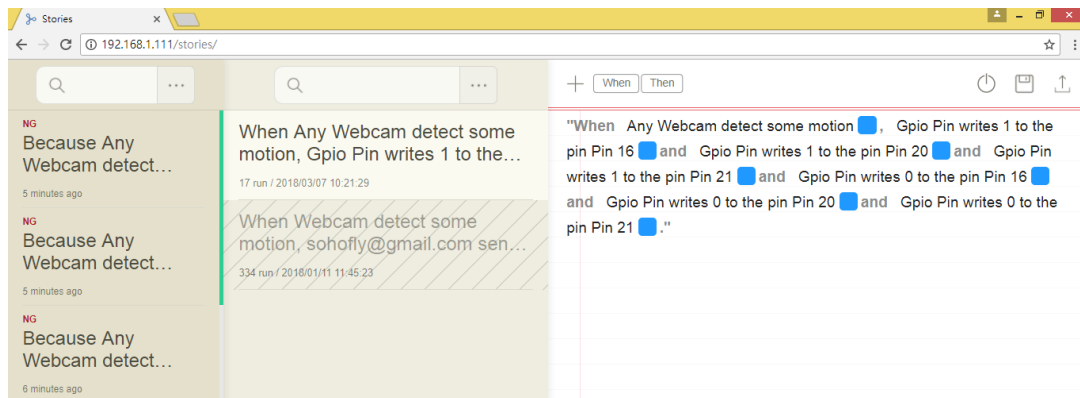


圖 49: 以 Story 建立觸發事件

透過指令，可以讓 Webcam 在偵測到郵件之後寄發電子郵件到指定的信箱(圖 49)。另外，我們接收到信件後，可以在網路上直接點選網址(如圖 50)，看到信箱內的狀況；使用 Prota Pi 作業系統是可以跨網域的，出門在外也可以看見家中信箱的狀況。

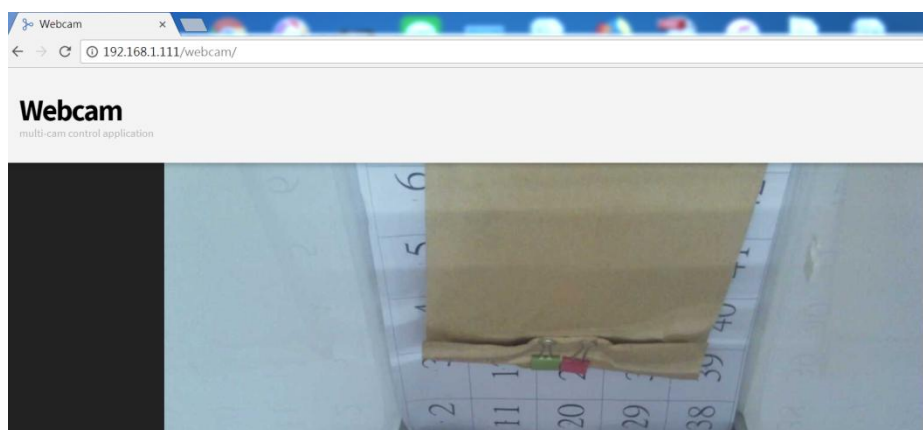


圖 50: 由網頁直接觀看信箱內狀況

三、信箱被涵蓋機率與視訊解析度探討：

在上述的解析度實驗中，我們的 Webcam 放置於信箱正上方，信箱底部各區域被涵蓋的機率如圖 44，如果我們想要知道這些實驗中的平均解析度為何，我們沒有辦法將圖 44 的值乘上圖 35 的值，因為每次信件著陸會佔用的區域數不一定相同。所以，我們計算平均解析度的方式為：將每一次的著陸點被遮蓋各區域的解析度線數，加總並計算平均，再將所有實驗的平均再次平均，得到我們實驗數據的最終解析度線數平均。這個數字的意義在於，我們可以期待每一次的解析度線數，有這樣的水準。

例子:300 克的拉力，與 12 公克的信件測試下的某一個狀況如圖 51，將之每一格數字乘上圖 44 的相對應格子內的數字後(如圖 52)加總除以 18(因為共有 18 筆資料)得到答案為 367.9。

					1	1	1	1
					1	1	1	1
					1	1	1	1
					1	1	1	1
					1	1		

圖 51: 300 克的拉力，與 12 公克的信件測試下的一個狀況

0	0	0	0	0	364	355	352	350
0	0	0	0	0	392	381	387	381
0	0	0	0	0	393	369	366	344
0	0	0	0	0	382	362	365	374
0	0	0	0	0	355	350	0	0

圖 52: 依照圖 50 對應出的解析度線數

依此類推，我們算出我們所有的實驗的平均解析度線數為 366.9。若依照問題三的討論， $366.9 / 1.54 = 238.2$ ，是可以接受的單位長度下解析度。但是，變化區域是否會有不同的結果呢?我們改將視訊攝影機置於如圖 18 的第 22 區，再次拍照截圖測試解析度，得到如圖 53 的結果。我們依照上述的算法，得出所有實驗的平均解析度線數為 375.5。

362	370	378	405	390	384	372	359	317
384	394	420	413	383	402	392	362	331
395	372	440	413	393	382	379	356	343
373	388	401	434	401	383	380	360	329
367	351	360	378	389	355	352	349	322

圖 53: 視訊攝影機置於第 22 區上方的解析度線數

四、討論與發現:

- (一) 信箱設計中，視訊攝影機置放的高度與涵蓋視野相關，這個高度與相機本身條件相關，包括他的感光器大小與焦距。
- (二) 從我們的實驗中，了解到視訊攝影機放置的位置在信箱 22 區上方較中央處(23 區)上方較佳。這與我們原本假設視訊攝影機置中的設計方式不一樣，代表**物聯網信箱的設計若考量信件實際著陸的機率狀況，平均的解析度線數值會比較好。**

伍、結論與未來研究方向

- 一、針對各種感測器實際實驗後發現感測器性能並不見得與網路找到的資料吻合，其中以超音波感測器較適合信箱偵測用。但為了功能性考量，我們跳脫感測器的選擇，發展以視訊攝影機當作感測器的物聯網信箱。
- 二、我們以觀察與實驗，了解信件被投遞後的著陸點，信箱中間區域被遮蓋的機率最高。
- 三、以軟體分析探討視訊攝影機的解析度，發現信箱內部各區域有解析度差異。在攝影機直視下的區域的解析度較佳。
- 四、考慮解析度與信箱的被涵蓋機率下，決定視訊攝影機水平的佈署位置，可以獲得較好的平均解析度值。結合成像原理，則可以決定視訊攝影機適合的安裝高度。
- 五、當信件投遞後，若不是正面朝上，視訊會有辨識困難，因此我們朝向將信箱中間加入透明壓克力板，信箱下方加上另一台視訊攝影機，如此一來可以讓信件辨識度更高。同時因為照相解析度會因角度而不同，如果視訊攝影機有軌道可以移動，將能更提高辨識效果。我們將此列為未來研究方向。

陸、參考資料及其他

- 一、樹莓派作業系統網頁 <https://prota.info/prota/pi/> 2018/3
- 二、最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手。基峯資訊，孫駿榮著 2012/9。
- 三、Arduino 最佳入門與應用。基峯資訊，楊明豐著 2015/4。
- 四、中央氣象局網頁 <https://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>
- 五、中華郵政網頁 <https://www.post.gov.tw/post/internet/index.jsp>
- 六、Hyres 網頁 http://www.cipa.jp/dcs/hyres/hyres_1_j.html