

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 電腦與資訊學科

第三名

052507

以無線傳輸技術整合家電遙控之研究

學校名稱：臺北市立松山高級工農職業學校

作者：  職三 林聖祐  職三 范謙提  職三 石國良	指導老師：  余耀銘  林敬堯
---	-----------------------------

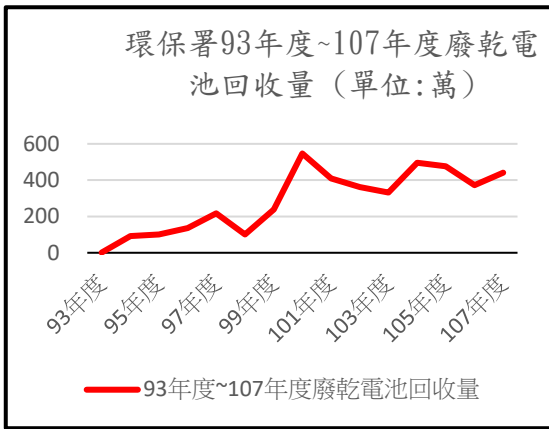
關鍵詞：紅外線學習、無線射頻、物聯網

## 摘要

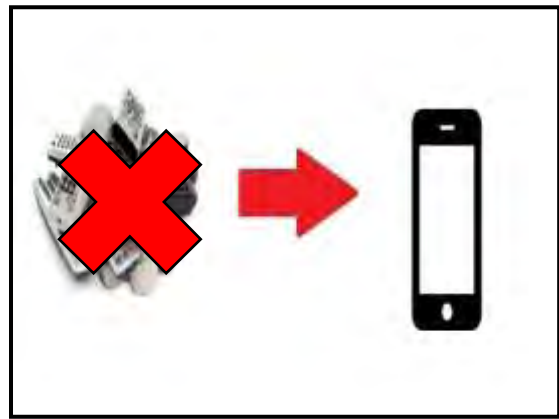
隨著科技的進步，居家生活中許多電器產品因應而生，衍生的問題便是遙控器數量的增加，不僅在使用上容易混淆，也造成了能源的浪費。首先利用嵌入式系統搭配藍牙、Wi-Fi 模組、紅外線發射及接收模組，設計出了硬體電路，再利用 RF 技術用來連結主副設備。此外，利用 Java 語言撰寫系統的 APP 軟體程式，讓使用者只需操作手機 APP 就能學習所有遙控器的訊號，進行無線遙控、遠端操作、即時記錄等功能，接著透過 3D 列印以客製化設計系統外觀，改善傳統遙控器指向性問題，配合主副設備整合家中所有的遙控器，避免不必要的電池浪費，達到節能環保的效果。整個研究只要使用手機 APP，就能不受空間及距離的限制進而控制家中電器，達到「一機在手，遙控無窮」之科學研究。

## 壹、研究動機

無線技術的用途之廣，可用在軍事、工業、科學、醫學及居家的應用中，而遙控器就是一種把無線技術應用於居家生活的例子。遙控器不需要實體連線，簡單易用且實現成本較低，因此廣泛應用於小型移動設備互換數據和電器設備的控制中，如今無線遙控的應用越來越廣泛，從智慧家庭中的開關、捲簾門及車庫門，無一產品是不用到無線遙控的，無線遙控在我們的工作、生活中扮演著越來越重要的角色，但也因家中都必須使用許多遙控器來控制不同的家電設備，這樣不僅容易遺失，更可能造成混淆。我們希望能研究各種不同的無線傳輸技術，經過實驗分析和特性比較，統整各項傳輸技術的優點來解決市售遙控器的缺點，打造更具便利的萬用遙控器。另外，在講求環保的現今，若遙控器長時間沒有使用，乾電池內部的化學物質流出也會造成遙控器損壞。由【圖一】廢電池回收圖中我們可以得知，自 87 年起乾電池回收量逐年上升，替換遙控器的電池更造成金錢上的浪費，若這些廢乾電池沒做好徹底的回收處理，甚至會造成環境的污染，為了解決已上的問題及缺點，我們期望透過研究這項作品，將整合所有家庭遙控器，讓居家生活更加便利，如【圖二】所示。



【圖一】近年廢乾電池回收量折線圖



【圖二】整合家中所有紅外線遙控器

## 貳、研究目的

### 一、研究架構

本產品將研究方向分為三大類:開發環境的探討、紅外線技術的探討、無線傳輸技術的探討，市售的微電腦開發版有許多種，我們針對 Arduino 開發版進行了更深入的探討，紅外線有許多種技術上的限制，我們研究紅外線的各種種類及頻率。在遠端傳輸中，我們也對無線傳輸技術作更細部的探討，將藍芽、RF、Wi-Fi 技術運用到本產品。



【圖三】研究架構圖

### 二、研究目的

本創意作品主要是希望將物聯網的概念融入家庭當中，整合家中所有的遙控器，讓所有紅外線家電都能透過手機 APP 進行操控，如此便能不受距離因素影響，無須對準設備也能操控各個房間的設備，同時我們會紀錄使用者的操控情況，如有設備忘記關閉即可遠端進行操作，避免不必要的能源消耗，大幅提升居家生活的便利性。

以下是作品已達到的目標：

- (一) 整合所有遙控器，避免資源的浪費。
- (二) 儲存並學習遙控器控制訊號。
- (三) 隨時隨地遠端控制家中設備。
- (四) 定時功能自動控制家中設備。
- (五) 即時記錄設備運作情況，便於管理家中紅外線設備。

### 三、研究問題

本計畫在實作和測試期間，曾遭遇的困難或問題臚列於下：

- (一) 因市面上各廠牌的紅外線協定皆不同，因此在紅外線學習方面有不少困難。
- (二) 紅外線訊號指向性的問題，如何讓受控設備，不再有方向控制，這也導致我們研究進度停滯不前。
- (三) 在研究 ESP8266WiFi 模組上，上傳資料與取值部分的 AT 指令遇到了不少問題。
- (四) 由於開發環境和不同行動載具的 Android 系統不同，實際執行時會造成運作不良或甚至無法運作的狀況。

## 參、研究設備及器材

### 一、設備介紹

我們利用免焊萬用電路板、三用電表、電源供應器、示波器來做基本電路測試，以及 3D 列印機來完成我們研究作品的外觀設計。如下表【表一】所示。

【表一】研究設備

名稱	型號
免焊萬用電路板	
三用電表	Pro' sKit MT-2017
電源供應器	GW INSTKE GPC-3030D
數位示波器	B&K 2536-TC
3D 列印機	Ultimaker

#### (一) 3D 列印機

3D 列印機如【圖四】所示。運用目前最受到關注的 3D 列印技術，以客製化的觀點，設計並製作本研究作品的外殼，減少線路空間，又可方便使用者拆裝。



【圖四】3D 列印機

## (二) 免焊萬用電路板

免焊萬用電路板，俗稱麵包板，如【圖五】所示，是電子電路設計中所常用的一種基底。與印刷電路板不同的是，它不採取軟釐焊，所以修改時較為方便，主要用於構造電子樣品以及學習使用。



【圖五】麵包板

## (三) 三用電表

三用電表如【圖六】所示，一般人所稱呼的三用電表也稱作萬用電表，三用電表能應用的範圍很廣，一般所使用的三用電表主要功能是測量電路的電壓、電流和電阻值，其原理是利用達松發檢流計而設計。我們還可以用來測量電容、電感、電晶體、二極體及分貝等值。



【圖六】三用電表

#### (四) 電源供應器

電源供應器如【圖七】所示，是電腦的一種電能轉換類的電源，負責將標準交流電轉成低壓穩定的直流電，給電腦內其它的組件所使用。目前一般的電腦電源供應器都是交換式電源供應器，輸入電壓自動適應用家所在地點市電參數。



【圖七】 電源供應器

## 二、元件

本研究作品主要利用 Arduino 當我們主要核心，配合藍牙做為傳輸媒介，以及 RF 作為主副產品溝通橋樑等，其他材料如下表【表二】所示。

【表二】 研究材料表

名稱	型號
Arduino 單晶片	UNO R3、Mega 2560
SD 記憶卡	SanDisk 32GB
SD 記憶卡模組	ADIO-SD
藍牙通訊模組	HC-05
紅外線發射 LED	3mm 紅外線 LED
紅外線接收模組	Digital 38KHz IR Receiver Sensor
RF 無線傳輸模組	nRF24L01+
Wi-Fi 無線傳輸模組	ESP8266

#### (一) Arduino UNO 板

Arduino 是一個軟、硬體開放原始碼的單晶片微電腦，使用了 Atmel AVR 單晶片，程式撰寫的語法類似 C 語言。我們利用 Arduino 上傳程式碼後將其 ATmega328

微控制器單獨取下並焊接至成品電路中。如【圖八】所示。



【圖八】 Arduino UNO 板

## (二) Arduino MEGA 板

Arduino Mega2560 是一塊以 ATmega2560 為核心的微控制器開發板。由於具有 bootloader，因此能夠通過 USB 直接下載程式。供電部份可選擇由 USB 提供電源，或者使用 AC-to-DC adapter 及電池作為外部供電。如【圖九】所示。



【圖九】 Arduino MEGA

## (三) 紅外線發射 LED

為了簡化無線紅外線的發射與接受設計，並省下繁複無線紅外線通訊協定的攥寫，我們使用了常見的紅外線接收模組，這個模組許多廠商都有製造，在這個 38 Khz 的標準規格之下，有許多相容品。如【圖十】所示。



【圖十】紅外線 LED

#### (四) 紅外線接收模組

為了簡化無線紅外線的發射與接受設計，並省下繁複無線紅外線通訊協定的攥寫，我們使用了常見的紅外線接收模組，這個模組許多廠商都有製造，在這個 38 Khz 的標準規格之下，有許多相容品。如【圖十一】所示。



【圖十一】紅外線接收模組

#### (五) ESP8266

ESP8266 是一款低功耗 UART-WIFI 模組，擁有封裝小和超低消耗的技術，專為移動裝置和物聯網應用設計，可將用戶的物理裝置連線到 Wi-Fi 無線網路上，進行互聯網或區域網路通訊實現聯網功能。如【圖十二】所示。



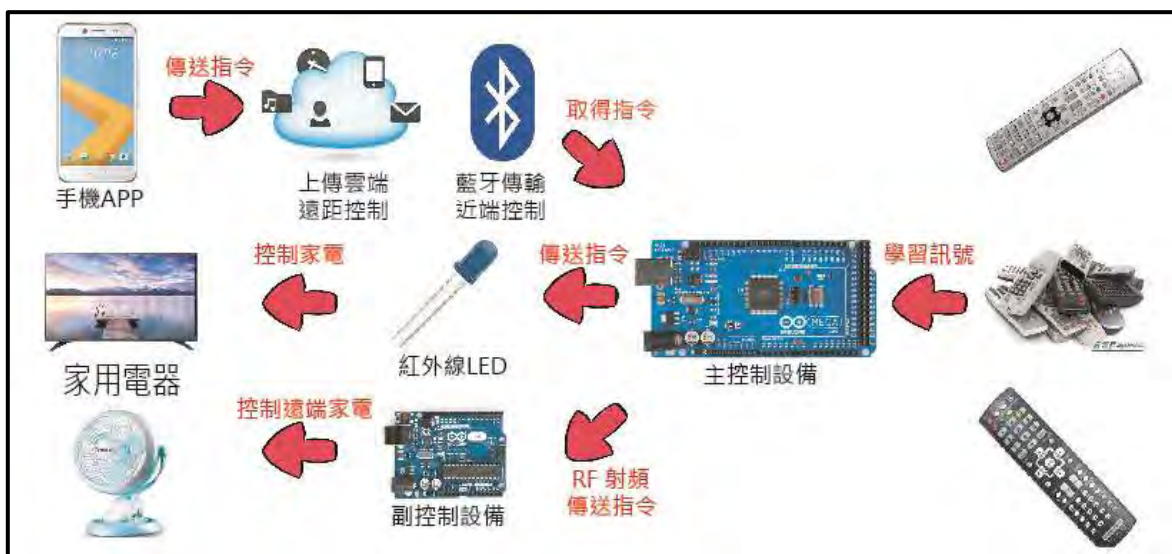
【圖十二】ESP8266 無線模組



## 肆、研究過程或方法

### 一、作品構想

以手機 APP 作為萬用遙控器(終端)，並以 WIFI 傳送按鈕訊號至雲端，主控制設備以 ESP8266 無線 WIFI 模組接收到雲端訊號後，轉成將紅外線訊號發射，以達到控制家電的功能。也可利用雲端藉由 WIFI 傳送訊號，使用手機 APP 可遠端控制家中家電，達到「遠端控制」的效果。考慮到使用者家中可能沒有 WIFI 盒，本作品也支援藍牙功能如【圖十三】所示。



【圖十三】系統架構

### 二、開發板之研究探討

#### (一) 微電腦開發板之選用

市面上有許多開發板，像是樹莓派(Raspberry Pi)、Arduino……等等，其中 Arduino 的編譯程式較簡易，也有不少的函式庫可使用，加上學校有教 C 語言，故我們選用 Arduino 板作為我們主要研究之微電腦開發核心。

#### (二) Arduino 開發板之選用

Arduino 有許多類型的開發板，像是 Uno、Mega、Nano……等等，由於主產品需要用到較多的模組，故我們使用接腳較多，容量也較大的 Mega 板；而副產品之模組量較少，故我們採用較精簡的 Uno 板作為核心。

### 三、紅外線技術之探討

#### (一) 紅外線的種類

根據文獻，一般使用者的分類有分為：近紅外線、短波長紅外線、中波長紅外線、長波長紅外線以及遠紅外線。而一般家用遙控器波長大約在 940nm 左右，屬於近紅外線。

#### (二) 紅外線的頻率

在紅外線通信中，例如：電視機、DVD 等家電遙控器，其載波頻率通常為 38KHz。也有一些系統使用 32KHz、36KHz、40KHz、56KHz、68KHz 等載波頻率，但是比較少見。

當紅外線載波發射頻率為 38KHz，同時匹配紅外線接收電路 38kHz 時，可以獲得最高靈敏度，也就是說傳輸接收距離最遠。

### 四、無線傳輸技術之探討

#### (一) 無線傳輸的種類:

無線傳輸技術的種類有：Wi-Fi、藍牙(Bluetooth)……等等，這類的技術在現今社會種廣泛的被使用，也使我們的生活越來越便利。

#### (二) 藍牙傳輸技術－HC-05&HC-06 選用:

這是一種無線技術標準，用來讓固定與行動裝置，在短距離間交換資料，以形成個人區域網路 (PAN)。

在 Arduino 模組中，HC-05 較便宜且實用，在設定中只需透過簡單的 AT 指令即可完成設定。

#### (三) RF 傳輸技術－nRF24L01+ 選用:

RF 射頻是類似無線電頻率、無線射頻、高周波，為在 3 kHz 至 300 GHz 這個範圍內的震盪頻率，這個頻率相當於無線電波的頻率，所以能提供超過 100 公尺的高速傳輸，若是要長距離，還可以使用外加天線的方式來增長距離。

nRF24L01+具備價格低廉、省電、程式設計簡單且通訊可靠等優點，用它可以取代藍牙達到遠距離的控制。

#### (四) Wi-Fi 傳輸技術－ESP8266 選用:

Wi-Fi 是一個建立於 IEEE 802.11 標準的無線區域網路技術，使用的頻率為 2.4GHz 或 5GHz。

ESP8266 是一款支援無線 802.11 b/g/n 的 Wi-Fi 模組，ESP8266 可廣泛應用於智慧電網、智慧交通、智慧家具、手持裝置、工業控制等區域。

【表三】無線傳輸技術比較表

	紅外線技術	藍牙技術	RF 技術	Wi-Fi 技術
穿透障礙物	✘	✓	✓	✓
不受網路影響	✓	✓	✓	✘
一對多	✘	✘	✓	✓
成本	約 2 元	約 30 元	約 60 元	約 120 元
延遲	≤1(s)	≤1(s)	≤1(s)	5~10(s)
功耗	低	中	高	高
傳輸距離	近	中	遠	無距離

由【表三】可以得知，雖然紅外線成本與功耗較低，但是由於無法穿透障礙物，因此並不適合用於主副設備間的連接。

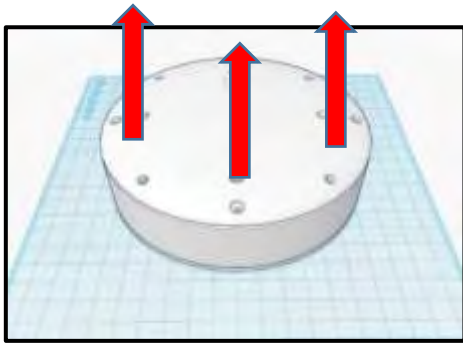
而在藍牙方面，由於只能一對一，因此無法應用於「由一點控制多點」的副產品，也被我們所排除。

而 Wi-Fi 模組則是因為成本較高，且會因為網路速度的影響而有些許延遲，只適合用於主產品的遠端模式。

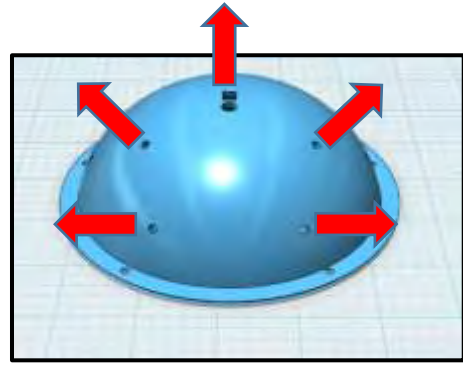
在多方比較之下，我們選用 RF 技術作為主副產品間的溝通橋樑，雖然成本與功耗較高，但可以達到穿透障礙物、一對多控制，傳輸距離也相當遠，發射延遲也少到幾乎能夠忽略，綜合相比之下是更勝於其他的無線傳輸技術的。

#### 五、外觀設計

以紅色箭頭表示紅外線發射方向，為了解決紅外線有指向性的問題，我們將外觀由【圖十四】修改為【圖十五】的形狀，解決紅外線只能朝上方法發射的問題，增加多方向紅外線訊號的傳輸，以此來達到 360°無死角的發射範圍。



【圖十四】修改前外觀

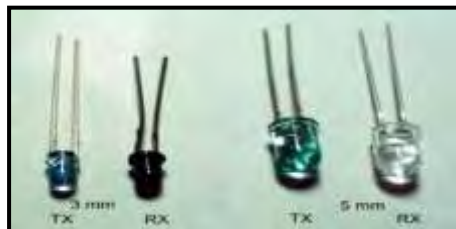


【圖十五】修改後外觀

## 六、元件測試

### (一) 紅外線 LED 發射距離測試

市面上紅外線 LED 分別有 3mm 以及 5mm 兩種尺寸，如【圖十六】所示，為了確認 3mm 與 5mm 的紅外線在較長的距離何者能有更好的穩定性，在經過實驗測試後發現，如【表四】和【圖十七】所示，由於 3mm 的紅外線 LED 相較於 5mm 紅外線 LED 小，所以它可以提供較長的發射距離，且較穩定的訊號傳輸。



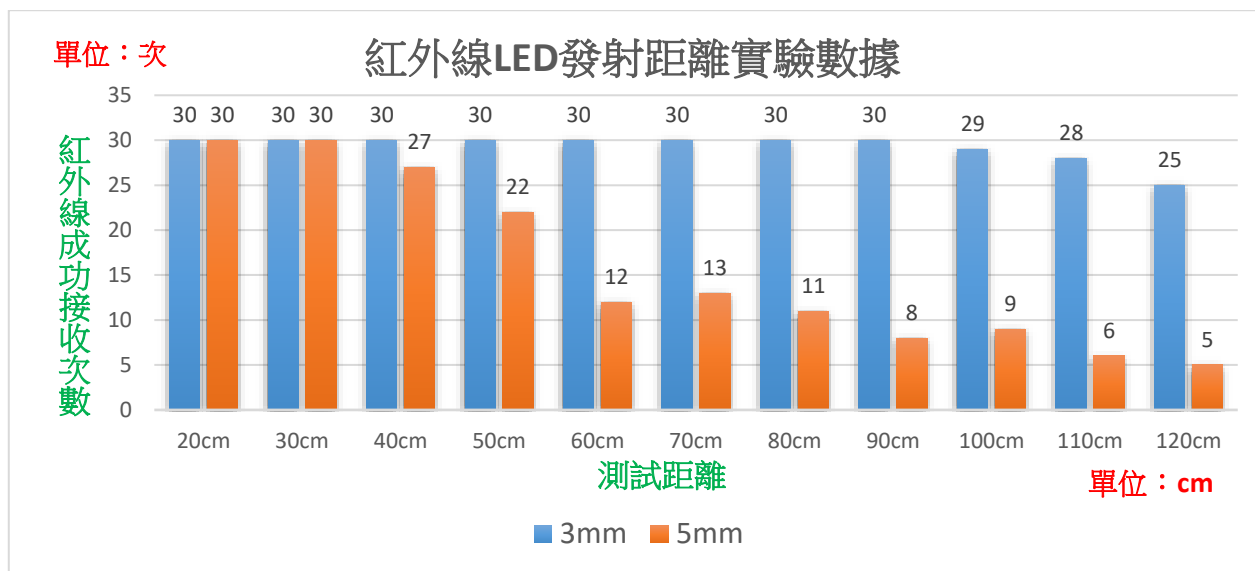
【圖十六】3mm 與 5mm 紅外線 LED

【表四】紅外線 LED 發射距離實驗數據

距離(CM)	3mm 成功/次數	3mm 成功率	5mm 成功/次數	5mm 成功率
20	30/30	100.0%	30/30	100.0%
30	30/30	100.0%	30/30	100.0%
40	30/30	100.0%	27/30	90.0%
50	30/30	100.0%	22/30	73.3%
60	30/30	100.0%	12/30	40.0%

70	30/30	100.0%	13/30	43.3%
80	30/30	100.0%	11/30	36.7%
<b>90</b>	<b>30/30</b>	<b>100.0%</b>	<b>8/30</b>	<b>26.7%</b>
100	29/30	96.7%	9/30	30.0%
110	28/30	93.3%	6/30	20.0%
120	25/30	83.3%	5/30	16.7%

由以上數據我們可以知道，在發射距離高達 90CM 時，3mm 紅外線發射器成功率遠大於 5mm 紅外線發射器。



【圖十七】紅外線 LED 發射距離實驗數據長條圖

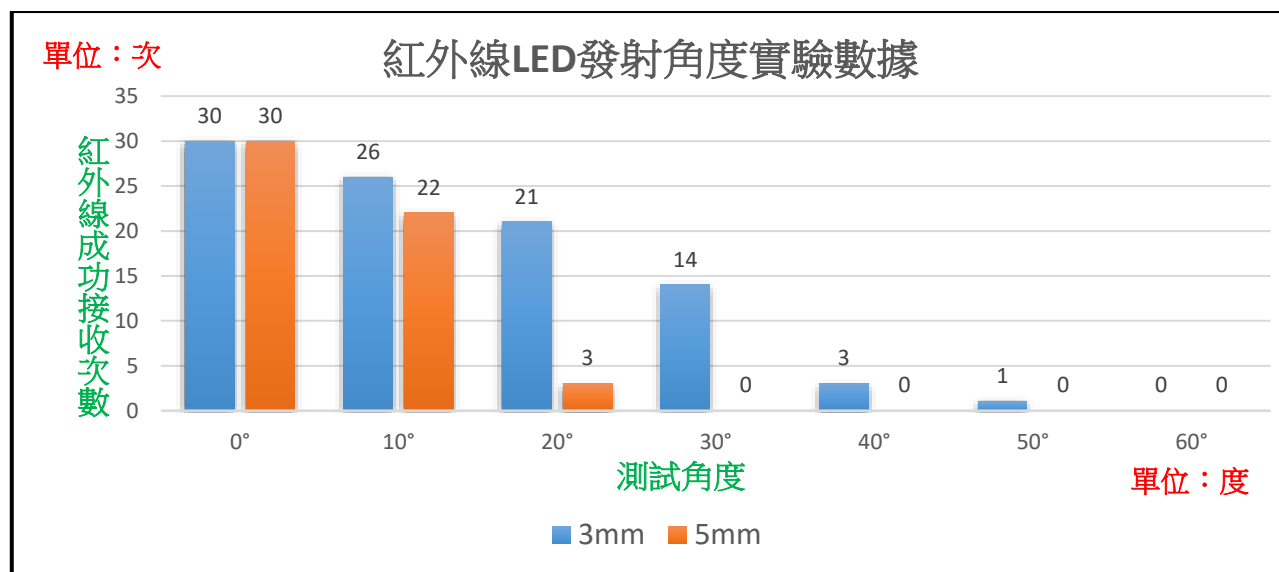
## (二) 紅外線 LED 發射角度測試

如【表五】和【圖十八】所示，在經過實驗測試後發現，3mm 的紅外線 LED 發射角度比起 5mm 紅外線 LED 的發射角度還要來的廣，使紅外線發射面積更大，且大幅減少紅外線 LED 使用數量，綜合以上實驗結果，我們選擇使用 3mm。

【表五】紅外線 LED 發射角度實驗數據

度數( ° )	3mm 成功/次數	3mm 成功率	5mm 成功/次數	5mm 成功率
0°	30/30	100.0%	30/30	100.0%
10°	26/30	86.7%	22/30	73.3%
<b>20°</b>	<b>21/30</b>	<b>70.0%</b>	<b>3/30</b>	<b>10.0%</b>
30°	14/30	46.7%	0/30	0.0%
40°	3/30	10.0%	0/30	0.0%
50°	1/30	3.3%	0/30	0.0%
60°	0/30	0.0%	0/30	0.0%

由以上數據我們可以知道，在發射角度高達 20°時，3mm 紅外線發射器成功率遠大於 5mm 紅外線發射器。



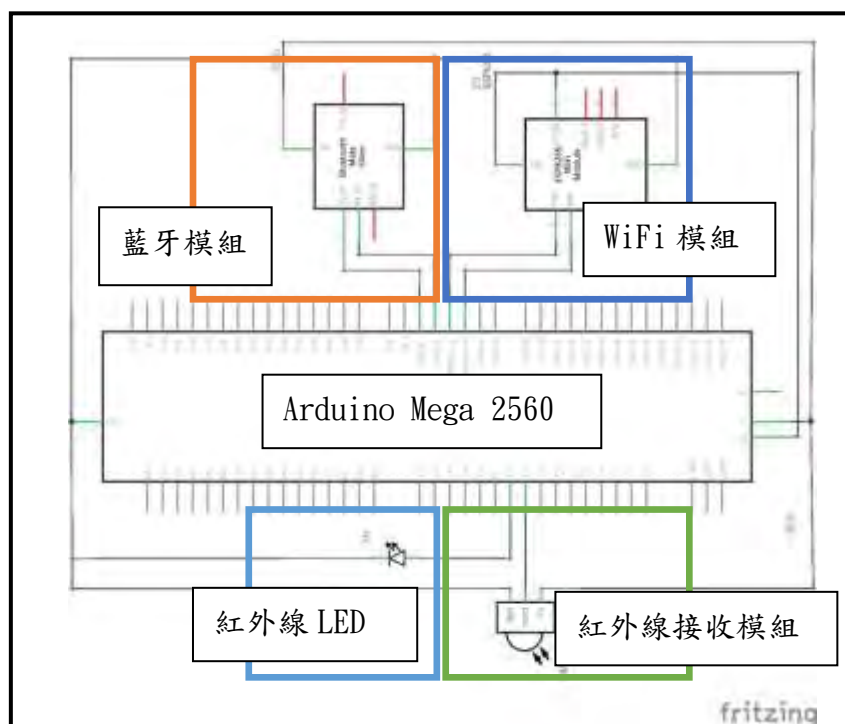
【圖十八】紅外線 LED 發射角度實驗數據長條圖

## 七、軟硬體系統說明

### (一) 硬體電路設計

整個電路以 Arduino Mega 2560 為單晶片控制核心，主要分成紅外線接收以及發

射兩部分，在紅外線接收模式下可以學習一般遙控器的訊號並透過 ESP8266 上傳至網頁儲存，而在紅外線發射模式下會從網路上抓取控制指令，藉此判斷要控制哪一項家中設備。電路圖如【圖十九】所示。



【圖十九】電路設計圖

## (二) 軟體程式分析

### 1. 測試學習紅外線訊號：

我們將家中的遙控器對準紅外線接收器，由紅外線接收器來解碼原本遙控器的訊號，藉這實驗可以看出只要解碼出原本遙控器的紅外線，再用程式的方式作儲存，便能達到萬能遙控器的學習功能以供使用者新增所要遙控的設備。測試程式如【圖二十】所示。

```
void loop() {
  if (irrecv.decode(&results) ) {
    Serial.println(results.value, HEX);
    dump(&results);
    irrecv.resume(); // Receive the next value
  }
}

void dump(decode_result *results) {
  // Dumps out the decoder results structure
  // Call this after IRrecv::decode()
  int count = results->rawlen;
  while (count-->0) {
    digitalWrite(LED_BUILTIN);
  }
  if (results->decode_type == UNKNOWN) {
    Serial.println("Unknown encoding");
  }
}
```

【圖二十】紅外線接收程式



## 2. Arduino Wi-Fi 取值測試程式：

由於我們透過雲端做為遠端控制的橋梁，本作品必須能夠接收雲端上的數值，我們利用 ESP8266 模組來收取 ThingSpeak 雲端平台所儲存的值，以下是我們的測試程式如【圖二十一】所示，序列端的讀取結果如【圖二十二】所示。

```
String getStr = GET + " HTTP/1.1\r\n";
client.print( getStr );
client.print( "Host: api.thingspeak.com\r\n" );
client.print( "Connection: close\r\n\r\n" );

delay(10);

// 讀取所有從 ThingSpeak IoT Server 的回應並輸出到串列埠
String section="HEAD";
while(client.available())
{
  String line = client.readStringUntil('\r');

  /** parsing the JSON response here ! **/
  // parse the HTML body
  if(section == "HEAD" ) // HEAD
```

【圖二十一】Wi-Fi 測試程式

```
COM15

Connect to Wifi
...
Wifi connected
IP address:
192.168.4.1

.....

{"created_at":"2016-10-25T10:44:58+08:00","entry_id"
-- Decoding / Parsing --
Created at : 2016-10-25T10:44:58+08:00
Entry id: 1
Field 1: 1
```

【圖二十二】序列端讀取結果

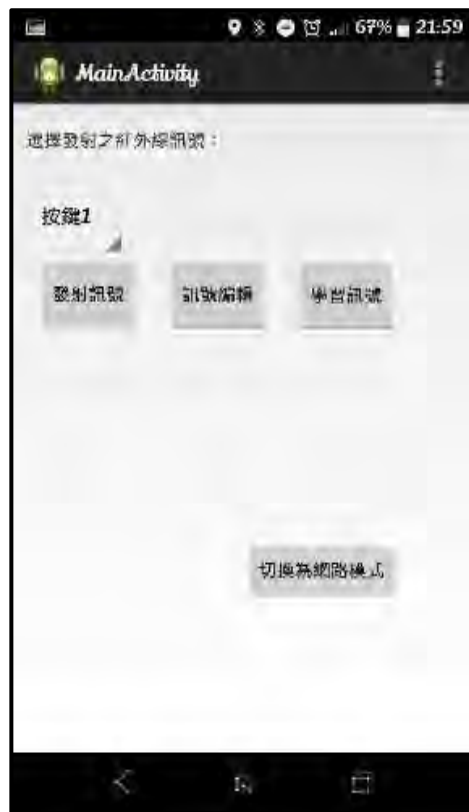
## 3. Eclipse 手機 App 與藍牙模組連接測試程式：

為了達到近端的手機遙控，我們透過藍牙傳輸模組與手機連接，讓使用者可以透過在家中可以透過藍牙直接遙控我們的作品以控制家中設備，以下是藍牙連接程式如【圖二十三】所示，與測試 APP 如【圖二十四】所示。

```
public void bt_cview (int) {
  Data data = new Data();
  String str = String.format("str", data);
  String str = str.substring(0, 10);
  int i = Integer.parseInt(str);
  settings = sharedPreferences(data, 0);
  if (data + 15 <= data) {
    int = Integer.parseInt(str);
    mView = (TextView) findViewById(R.id.textView);
    mView.setText(str);
    mView.setOnClickListener(new OnClickListener() {
      public void onClick() {
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "str" + str, Toast.LENGTH_SHORT).show();
        data = settings.getString("str", "");
        if (data == "") {
          data = settings.getString("str", "");
          settings.edit().putString("str", Integer.toString(i), String.format("%s", data)).commit();
          settings.edit().putString("id", Integer.toString(i), Integer.toString(i)).commit();
          SimpleDateFormat dateFormat = new SimpleDateFormat("yyyy/MM/dd");
          String date = dateFormat.format(new java.util.Date());
          settings.edit().putString("date", Integer.toString(i), date).commit();
          SimpleDateFormat dateFormat = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyy");
          String date = dateFormat.format(new java.util.Date());
          settings.edit().putString("date", Integer.toString(i), date).commit();
          data = Integer.toString(i);
          settings.edit().putString("str", data).commit();
        }
      }
    });
  }
}
```

【圖二十三】手機藍牙連接程式





【圖二十四】APP 測試介面

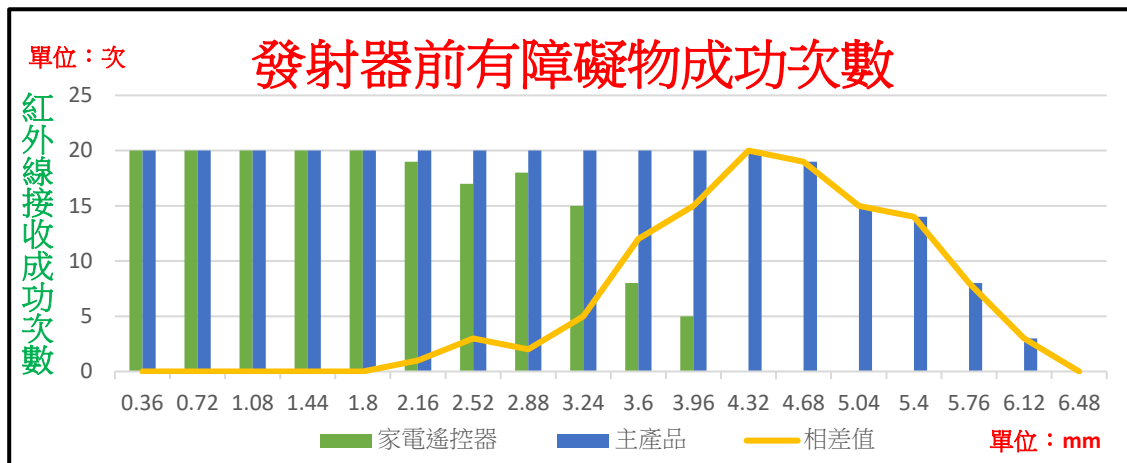
## 伍、研究結果

### 一、一般家電遙控器與主產品的比較

以下是家電遙控器與我們的產品在各種厚度之障礙物下，紅外線接收成功次數之研究數據及長條圖，由【表六】及【圖二十五】可以得知，在厚度約 2.16mm 時，市面上的遙控器會開始有無法接收的情形發生，在厚度超過 4.32mm 時，會完全無法接收訊號。而我們的產品約在 4.68mm 時，才會開始發生無法接收訊號的情形，綜合上述可以得知，我們的產品與市面上之遙控器相比，較不會發生受到障礙物影響而無法接收之情形。

【表六】發射器前有障礙物成功次數實驗數據

障礙物厚度(mm)	家電遙控器 (發射/接收)	家電遙控器 成功率	主產品 (發射/接收)	主產品 成功率
0.36	20/20	100.0%	20/20	100.0%
0.72	20/20	100.0%	20/20	100.0%
1.08	20/20	100.0%	20/20	100.0%
1.44	20/20	100.0%	20/20	100.0%
1.8	19/20	95.0%	20/20	100.0%
2.16	19/20	95.0%	20/20	100.0%
2.52	18/20	90.0%	20/20	100.0%
2.88	18/20	90.0%	20/20	100.0%
3.24	16/20	80.0%	20/20	100.0%
3.6	7/20	35.0%	20/20	100.0%
3.96	5/20	25.0%	20/20	100.0%
<b>4.32</b>	<b>1/20</b>	<b>5.0%</b>	<b>20/20</b>	<b>100.0%</b>
4.68	0/20	0.0%	18/20	90.0%
5.04	0/20	0.0%	16/20	80.0%
5.4	0/20	0.0%	16/20	80.0%
5.76	0/20	0.0%	8/20	40.0%
6.12	0/20	0.0%	2/20	10.0%
6.48	0/20	0.0%	0/20	0.0%



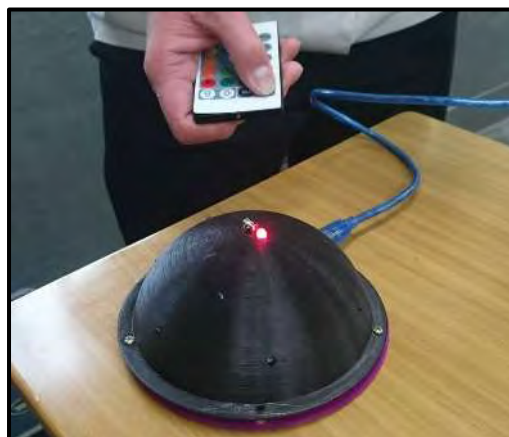
【圖二十五】發射器前有障礙物成功次數長條圖

由以上數據我們可以知道，在障礙物厚度高達 4.32mm 時，主產品的發射成功率遠大於家電遙控器。

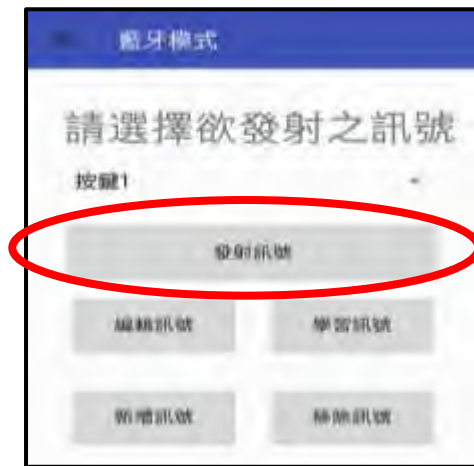
## 二、作品演示

### (一) 學習紅外線訊號

點選 APP 介面上方的學習訊號以讓作品開啟接收模式，將所要學習的遙控器對準我們的作品並按下所要學習的遙控器按鈕，如【圖二十六】所示。遙控器發出訊號後再點選 APP 下方的發射訊號，如【圖二十七】所示。



【圖二十六】將遙控器對準主產品發射



【圖二十七】APP 學習功能

### (二) 編輯學習訊號名稱

透過 APP 的編輯訊號功能即可編輯我們剛剛所學習到的訊號。如【圖二十八】所示。



【圖二十八】APP 紅外線訊號編輯

### (三) 即時控制周遭設備

只要將本作品放置適當的位置，就能對周遭設備進行即時控制。如【圖二十九】所示。



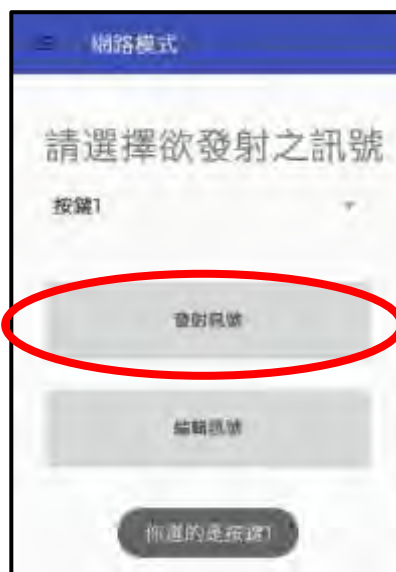
【圖二十九】開啟周遭設備

#### (四) 遠端控制

只要使用者手機有與網路連結，即可透過 APP 隨時隨地控制家中所有紅外線設備。如【圖三十】、【圖三十一】所示。



【圖三十】遠端遙控開啟紅外線設備



【圖三十一】APP 遠端遙控介面

### (五) 紀錄控制歷程

藉由 APP 連線至雲端平台可以看到家中紅外線的狀態，以及監控開關的運作時間，並且將家中設備的使用狀況上傳到線上雲端平台，方便使用者隨時隨地監控設備。如【圖三十二】、【圖三十三】所示。



【圖三十二】雲端紀錄使用歷程

紀錄頁面			
序號	按鈕	日期	時間
000	按鈕4	2018/01/14	03:59:47
001	按鈕1	2018/01/14	04:02:11
002	按鈕B	2018/01/14	04:02:19
003	按鈕1	2018/01/26	17:01:47
004	按鈕1	2018/01/26	17:01:58
005	按鈕1	2018/01/26	17:02:25
006	攝放器開關	2018/01/29	12:04:25
007	攝放器開關	2018/01/29	12:06:01
008	攝放器開關	2018/01/29	12:14:31
009	攝放器開關	2018/01/29	12:15:02
010	攝放器開關	2018/01/29	12:17:01

【圖三十三】APP 紀錄使用歷程

### (六) APP 定時功能

透過 APP 的定時功能，能夠賦予一般紅外線設備定時功能，滿足使用者的特殊需求。如【圖三十四】所示。



【圖三十四】APP 定時功能介面

### (七) 副控設備

將我們的副控設備放置於所要控制的設備旁，之後就能使用手機 APP 對其進行控制，由於一個人家中不會每個房間都有許多紅外線控制的設備，所以我們設計一個小型且可連接我們作品主體的副產品，以副產品接受主體的指揮，由副產品發射訊號進行控制。如【圖三十五】所示。



【圖三十五】以副控設備開啟紅外線設備

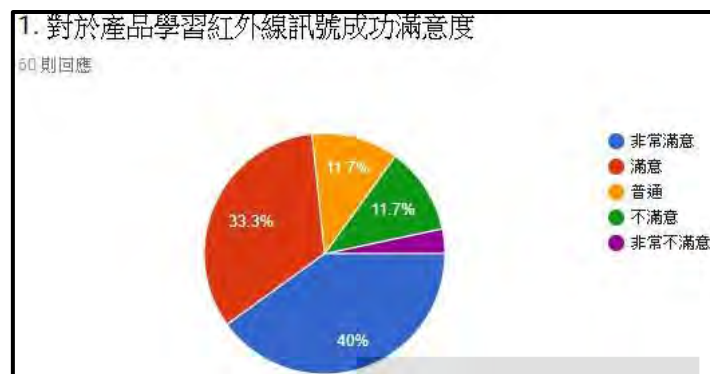
## 陸、討論

### 一、作品整體分析

將我們的成品拿給 60 位同學使用，並利用 Google 試算表來進行問卷調查，請適用的同學填寫，統計過後製作成圓餅圖，還規劃了意見回饋的欄位，希望可以透過同學們的回饋，針對我們的成品進行改善。

#### (一) 學習紅外線功能滿意度

首先我們先針對學習紅外線訊號是否有順利成功進行調查，由【圖三十六】學習紅外線成功滿意度可以得知高達 85%的使用者是滿意學習紅外線的成功率，這也達到了我們最初的目的，讓所有的遙控器都可以學習訊號。



【圖三十六】學習紅外線成功滿意度

#### (二) 作品功能性是否符合需求

我們接著針對產品的功能性是否有達到使用者的需求進行調查，透過【圖三十七】可以看到，有70%的使用者是認為產品功能有符合需求的。

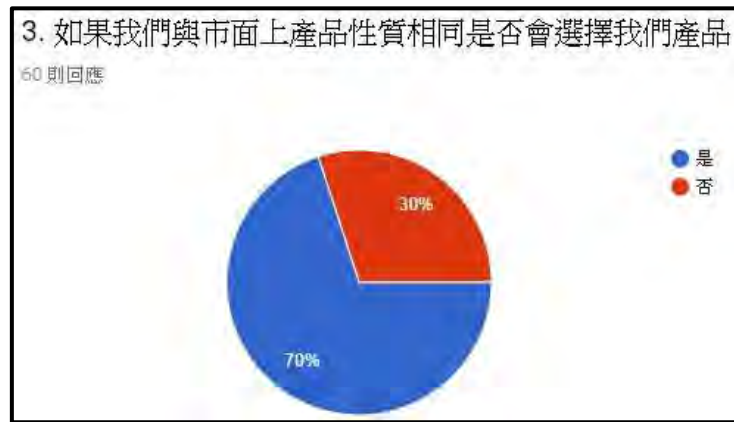


【圖三十七】產品是否符合你的需求

#### (三) 是否選擇我們的作品



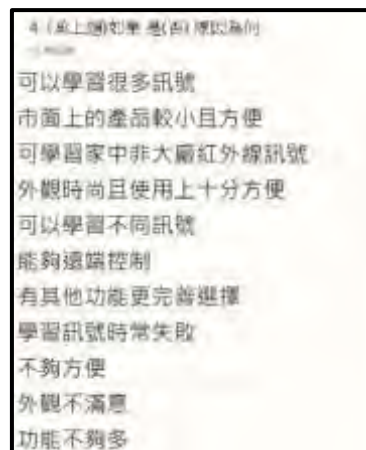
再來我們詢問使用者若市面上有性質相同的產品時，是否會選擇我們的作品，透過【圖三十八】可以得知，有高達 70%的使用者是認為我們作品是優於市面上常見的產品，。



【圖三十八】是否選擇我們的作品

#### (四) 使用者回饋

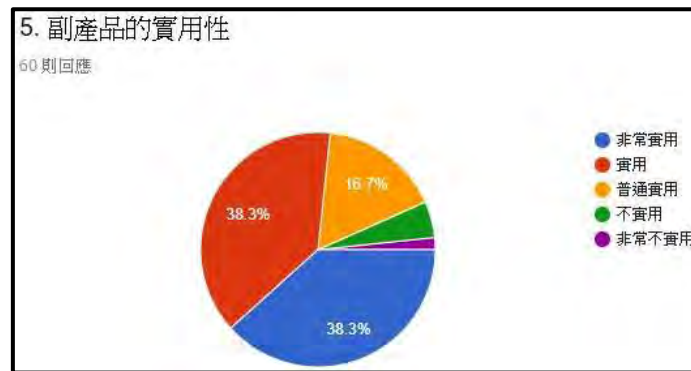
接著我們詢問使用者是否選擇我們作品的原因，如【圖三十九】呈現部分的使用者回饋，讓我們更知道如何進一步改善作品。



【圖三十九】部分使用者回饋

#### (五) 副產品之實用性

詢問使用者作品中的副產品是否具有實用性，透過【圖四十】可以得知，有 高達 93.3%的使用者認為副產品確實有增加紅外線家電在使用上的便利。



【圖四十】副產品實用性

#### (六) APP 人性化介面滿意度

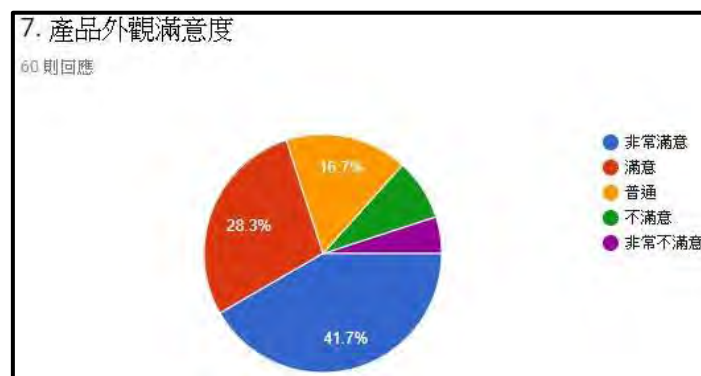
為了改善 APP 的外觀，我們詢問了使用者是否對目前的介面是否滿意，透過【圖四十一】可以得知，高達 70%的使用者滿意目前的 APP 介面。



【圖四十一】APP 介面滿意度

#### (七) 作品外觀滿意度

針對產品外觀滿意度的調查中，從【圖四十二】可以得知，有 70%的使用者覺得外觀設計兼具美觀與實用性，而有 30%的使用者則認為外觀可以再改善。



【圖四十二】產品外觀滿意度

## (八) 其他建議

透過【圖四十三】其他建議中可以看到使用者希望我們所增加的功能。



【圖四十三】其他建議

## (九) 哪些功能你覺得實用滿意的

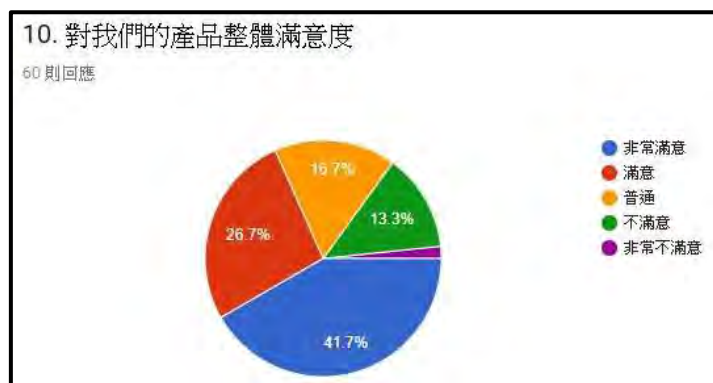
透過【圖四十四】可以得知有 60%的使用者相當滿意我們的學習紅外線訊號功能，第二則是 36.7%的智能遙控，其次分別是遠端控制、雲端紀錄、定時功能及副控設備。



【圖四十四】功能滿意圖

## (十) 作品整體滿意度

透過【圖四十五】可以得知有 68.4%的使用者對我們的作品是滿意的。



【圖四十五】作品整體滿意度

(十一) 與市售紅外線遙控器之比較：如下【表七】所示。

比較項目	市售紅外線遙控器	萬能紅外線遙控器 APP
是否有定時功能	✘	✓
是否有網路遠端遙控功能	✘	✓
是否能使用手機 APP 控制	✘	✓
能否避免資源浪費	✘	✓
是否支援多廠牌	✘	✓
是否有副控設備	✘	✓
是否能紀錄使用歷程	✘	✓

## 二、總結

透過讓使用者親自使用過本產品，回饋給我們的意見後，本計畫未來的努力方向和工作，包括以下幾點：

- (一) 讓本作品只要放在家中便能對所有紅外線設備進行控制，同時還能學習各種不同的遙控器控制訊號，以達到更加完善的控制，讓居家生活更加便利。
- (二) 透過架設資料庫網站的方式儲存數據，變成能夠自行新增及刪減紅外線的控制訊號。
- (三) 能夠統計長時間的使用數據，讓使用者更加明白家中電器的使用狀況。
- (四) 夠學習更多頻率的紅外線訊號，如：冷氣機、機上盒……等等。
- (五) 希望紅外線訊號能穿透障礙物，達到更方便、更直接的控制。

## 柒、結論

### 一、探討使用者常常遺失遙控器的問題。

透過使用我們的產品，使用者就不會有因為遙控器遺失而造成無法使用家中電器的問題，甚至不必再購買紅外線遙控器。

### 二、探討使用者家中擁有許多遙控器造成混淆。

將家中諸多家電的遙控器整合在手機的 App 上，可以有效避免使用者家中太多遙控器造成混淆的情形。

### 三、探討使用者使用遙控器造成電池的浪費。

依據環保署廢乾電池回收量統計表，近年廢乾電池回收量逐年上升，使用這項作品取代家中多數遙控器，避免使用者替換遙控器的電池造成金錢上的浪費。

### 四、探討使用者遠端遙控的問題。

若使用者有特殊的需求在外需要操作家中電器時，使用我們的 App 即可透過雲端即時控制家中電器。

### 五、探討使用者遙控器一次性電池造成環境汙染。

擁有遙控器會有替換電池的需求，而隨意丟棄電池可能因為內部化學物質外流，造成環境的汙染，用我們的作品做為萬能遙控器使用以解決此問題。

### 六、探討藍牙及 RF 傳輸之傳輸距離、穩定性的優劣比較。

根據參考資料及我們實際實驗後的結果，藍牙在 60 公尺後和 RF 傳輸穩定度有明顯差距，所以我們認為藍牙較為適合使用在近距離的傳輸上，而 RF 傳輸則在遠距離的傳輸上更具穩定性。

### 七、探討 3mm 紅外線發射器及 5mm 之發射距離、角度的優劣比較。

根據參考資料及我們實際實驗後的結果，3mm 紅外線發射器在發射距離高達 90CM 時仍保持著極高的成功率，而在發射角度高達 20°時依然維持著極高的穩定性，所以我們選用 3mm 紅外線作為本作品的發射器。

### 八、探討使用者必須將遙控器對準家電才能進行遙控的指向性問題。

在家中絕大部分的紅外線遙控器都必須對準家電才能進行進一步的控制，考量到這樣的問題，我們將作品主體設計成四面八方皆能進行接收及發射，配合副廠品的使用在家中任何一角都能隨意控制家電。

在這項研究中，經過不同的紅外線 LED 及 RF 和藍牙的距離和穩定性相關的測試之後，採用 3mm 紅外線 LED 和 RF 技術作為和家電溝通的管道和主副產品溝通的橋樑，並透過手機

App 儲存大量的控制訊號，使用者在家中不需再尋找對應的家電，可以有效避免遙控器混淆或是遺失造成無法操控的情形，而在未來我們更希望可以學習並操控機上盒、冷氣機.....等等更多頻率的訊號，達成《萬能遙控器》的目標，更能避免因為替換電池造成環境的汙染或是金錢上的浪費。

## 捌、參考資料及其他

- 一、林弘偉（2016）。架構於無線網路之可學習與可擴充式紅外線遙控系統。國立臺北科技大學碩士論文。
- 二、李奇峰（2012）。使用微控制器實作可搭配 Android 手機遙控之萬用遙控器。南台科技大學碩士論文。
- 三、怯婷芳（2012）。實作一個具備情境感知與個人化使用介面框架之萬用遙控器。輔仁大學碩士論文。
- 四、楊明豐（2014）。Arduino 最佳入門與應用--打造互動設計輕鬆學。台北市：碁峰資訊出版社。
- 五、曾吉弘（譯）（2015）。實戰數位家庭自動化 | 使用 Arduino。台北市：碁峰資訊出版社。
- 六、Martin Evans、Joshua Noble、Jordan Hochenbaum（2014）。王冠勛/譯；陳錦輝/審校。Arduino 完全實戰手冊(Arduino in action)。新北市：博碩文化股份有限公司。
- 七、宮本信二（2014）。Eclipse 完全攻略(第二版)。新北市：博碩文化股份有限公司。
- 八、蕭文龍(2013)。TCP/IP 最佳入門實用書(第七版)。臺北市：碁峰資訊股份有限公司。
- 九、陳明熒(2015)。Arduino 實作入門與應用。臺北市：松崗科技股份有限公司。
- 十、Cooper Maa，紅外線遙控原理與 NEC IR Protocol。取自於：  
<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2010/01/nec-ir-protocol.html>
- 十一、SB-Projects，NEC Protocol。取自於：<http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.php>
- 十二、瑞生網，NRF24L01 一對多通信方法程序詳解。取自於：  
<http://www.rationmcu.com/elec/1592.html>

## 【評語】 052507

本作品將物聯網的概念融入家庭當中，整合家中所有的遙控器，讓所有紅外線家電都能透過手機 APP 進行操控，利用 RF 傳輸命令如此便能不受距離影響且能操控各個房間的設備。此作品對紅外線設備所用的通訊協定研究相當清楚，所做出的系統具有實用價值，對實驗的結果也有探討。

此研究過程雖有進行產品試用問卷調查，但所問題目及資料收集方式皆缺乏科學嚴謹度，未來可加以改善。

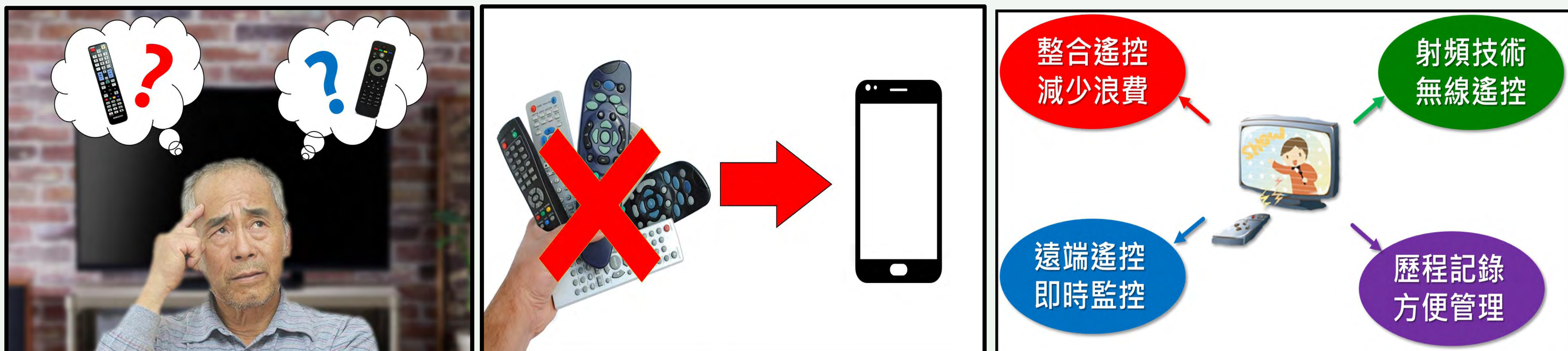


# 摘要

居家生活中過多的家電遙控器在使用上**容易混淆**，也造成了**能源的浪費**。本研究透過手機App藉由**藍牙**及**網路**連接硬體裝置進行無線遙控、學習紅外線發射訊號，並利用3D列印技術設計系統外觀來改善傳統遙控器**指向性問題**。此外，紅外線有**易受障礙物阻隔**的特性，利用可穿透障礙物且能一對多的**RF傳輸技術**連接主副控裝置就能整合家中所有的遙控器，避免不必要的電池浪費。整個研究只要使用手機App，就能不受空間及距離的限制進而控制家中電器，達到「**一機在手，遙控無窮**」之科學研究。

## 壹、研究動機

每個人家中都必須使用許多遙控器來控制不同的家電，這樣不僅**容易遺失**，更可能造成**混淆**。近年**乾電池回收量不斷上升**，替換遙控器的電池更造成**金錢上的浪費**，若這些廢乾電池沒做好徹底的回收處理，甚至造成**環境的汙染**，為了解決遙控器的這些使用缺點，我們研究這項作品整合家中所有遙控器，讓居家生活更便利，同時也能**減少汙染**。



## 貳、研究目的

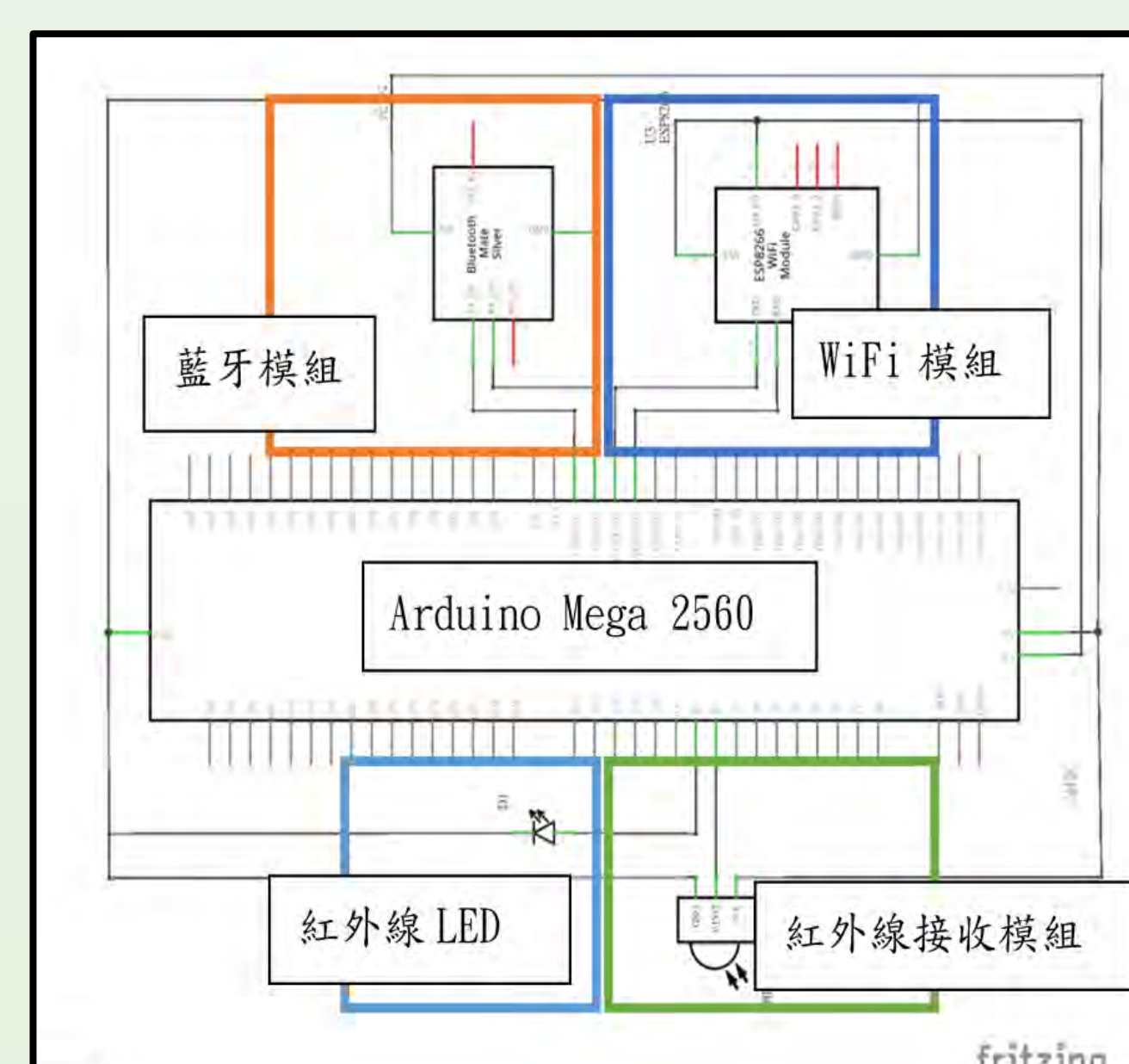
- 一、探討不同大小之紅外線LED發射**距離**與**接收成功率**之關係。
- 二、探討不同大小之紅外線LED發射**角度**與**接收成功率**之關係。
- 三、探討不同無線傳輸技術**距離**及**穩定性**優劣比較
- 四、探討**一般家電遙控器**與**主控設備**紅外線發射**障礙物穿透程度**比較。

## 參、研究過程及方法

### 研究設備及器材

研究設備表		研究材料表	
名稱	型號	名稱	型號
萬用電路板	無	Arduino 單晶片	UNO R3、Mega 2560
三用電表	Pro'sKit MT-2017	SD卡模組	ADIO-SD
		藍牙模組	HC-05
電源供應器	GW INSTKE GPC-3030D	紅外線LED	3mm紅外線LED
		RF無線傳輸模組	nRF24L01+
數位示波器	B&K 2536-TC	Wi-Fi無線傳輸模組	ESP8266
3D列印機	Ultimaker		

### 電路設計



### 軟體程式碼

```
void loop() {
  if (irrecv.decode(&results)) {
    Serial.println(results.value, HEX);
    dump(&results);
    irrecv.resume(); // Receive the next value
  }
}

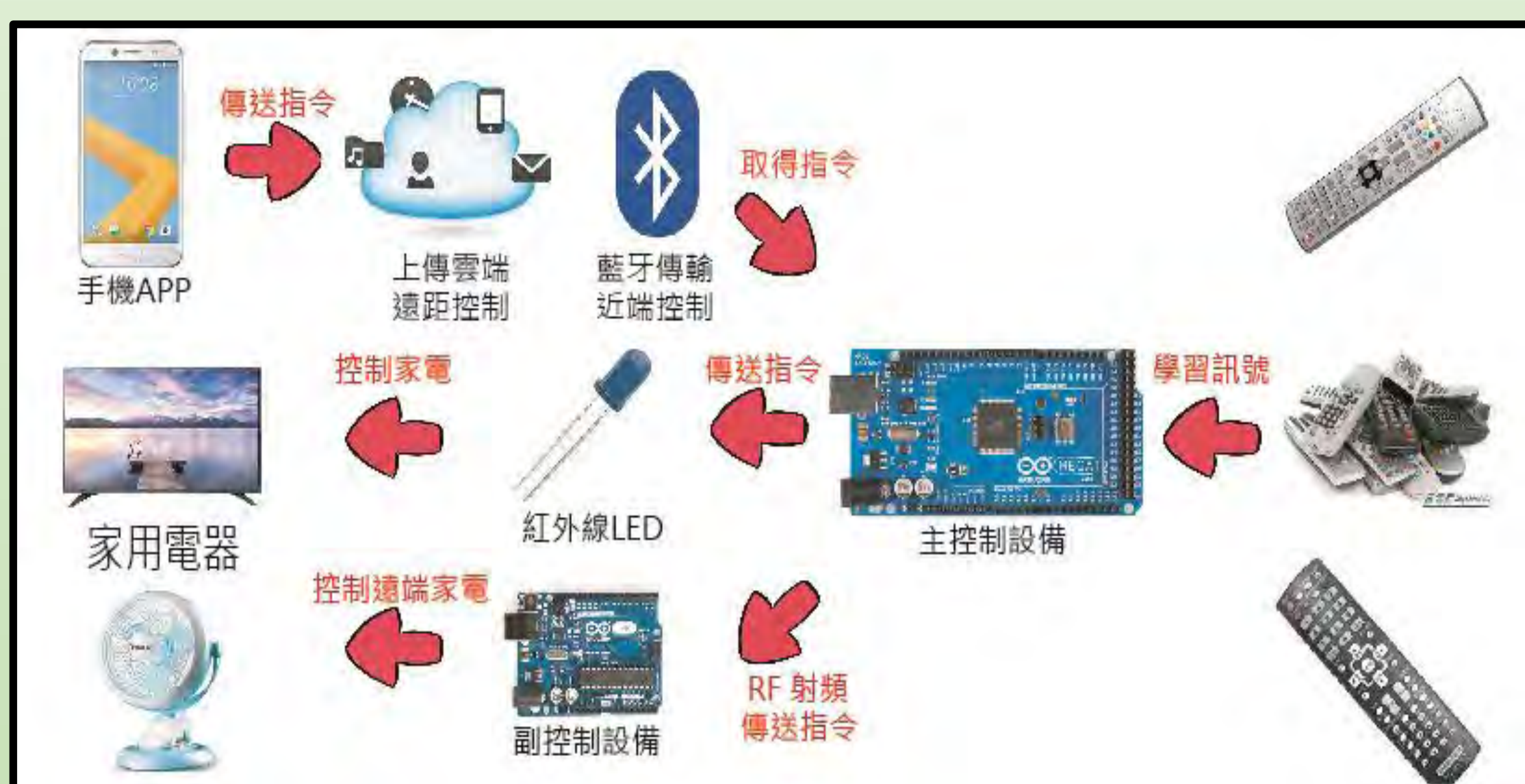
void dump(decode_results *results) {
  // Dumps out the decode_results structure.
  // Call this after IRrecv::decode()
  int count = results->rawlen;
  if (digitalRead(RECV_PIN)>0) {
    digitalWrite(LED_OUTPUT);
  }
  if (results->decode_type == UNKNOWN) {
    Serial.print("Unknown encoding: ");
  }
}
```

```
public void b3_c(View view) {
  Date dNow = new Date();
  String sNow = String.format("%ts%N", dNow);
  String aNow = sNow.substring(0, 10);
  dtt2 = Integer.valueOf(aNow);
  settings = getSharedPreferences(data, 0);
  if (dtt + 15 <= dtt2) {
    dtt = Integer.parseInt(aNow);
    mWebView = (WebView) findViewById(R.id.webView1);
    mWebView.setWebViewClient(mWebViewClient);
    mWebView.loadUrl("http://api.thingspeak.com/update?key=" + key + "&field1=" + (a + 65));
    Toast.makeText(MainActivity.this, "se:" + ls1[a] + "Fse", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    cu = settings.getInt("us", 1);
    if (cu == 1) {
      c1 = settings.getInt("const", 0);
      settings.edit().putString("id1" + Integer.toString(c1), String.format("%03d", c1)).commit();
      settings.edit().putString("id2" + Integer.toString(c1), ls1[a]).commit();
      SimpleDateFormat sDateFormat = new SimpleDateFormat("yyyy/MM/dd");
      String date = sDateFormat.format(new java.util.Date());
      settings.edit().putString("time1" + Integer.toString(c1), date).commit();
      SimpleDateFormat sDateFormat2 = new SimpleDateFormat("kk:mm:ss");
      String date2 = sDateFormat2.format(new java.util.Date());
      settings.edit().putString("time2" + Integer.toString(c1), date2).commit();
      c1 = c1 + 1;
      settings.edit().putInt("const", c1).commit();
    }
  }
}
```

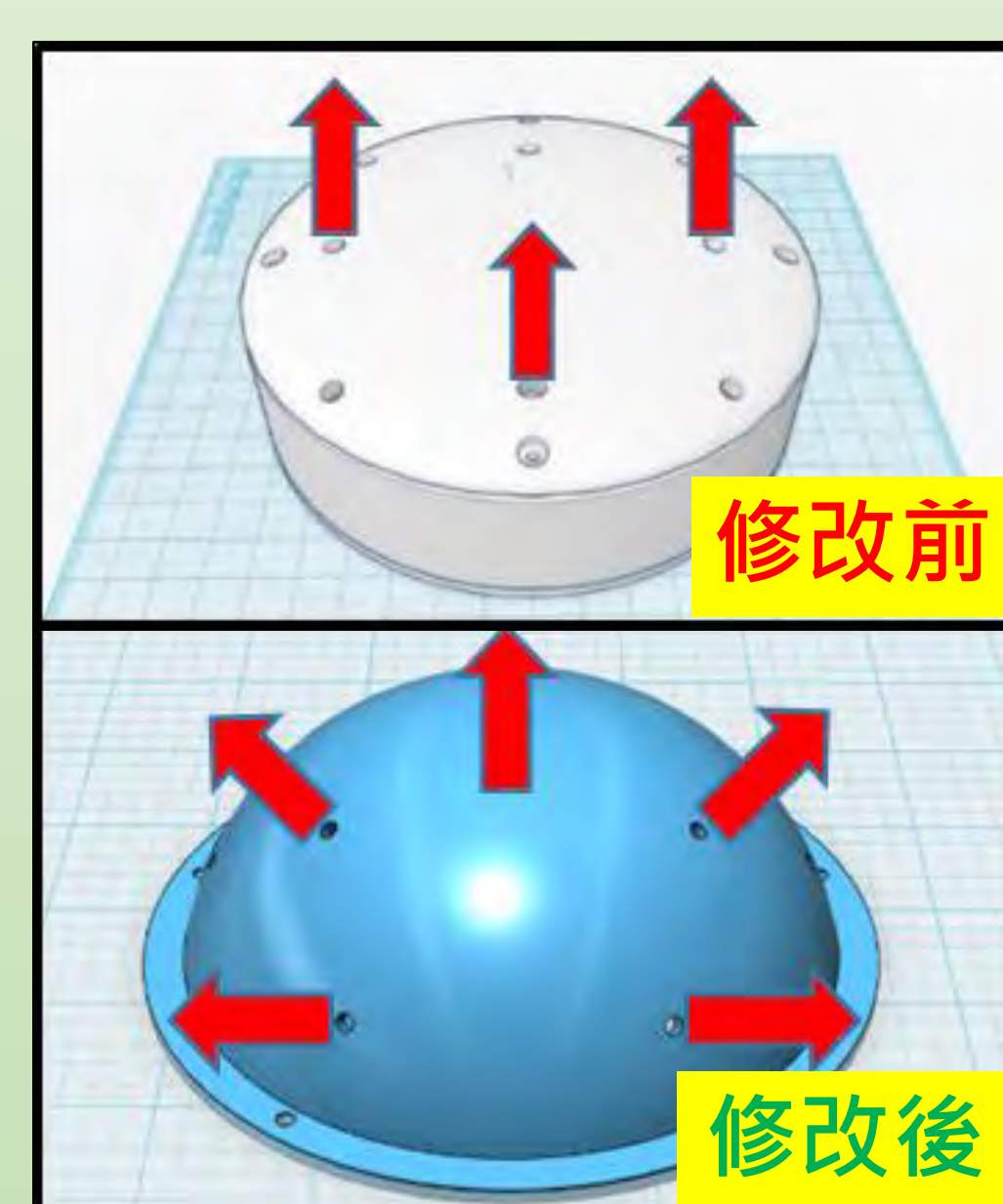
### App測試介面



### 系統架構

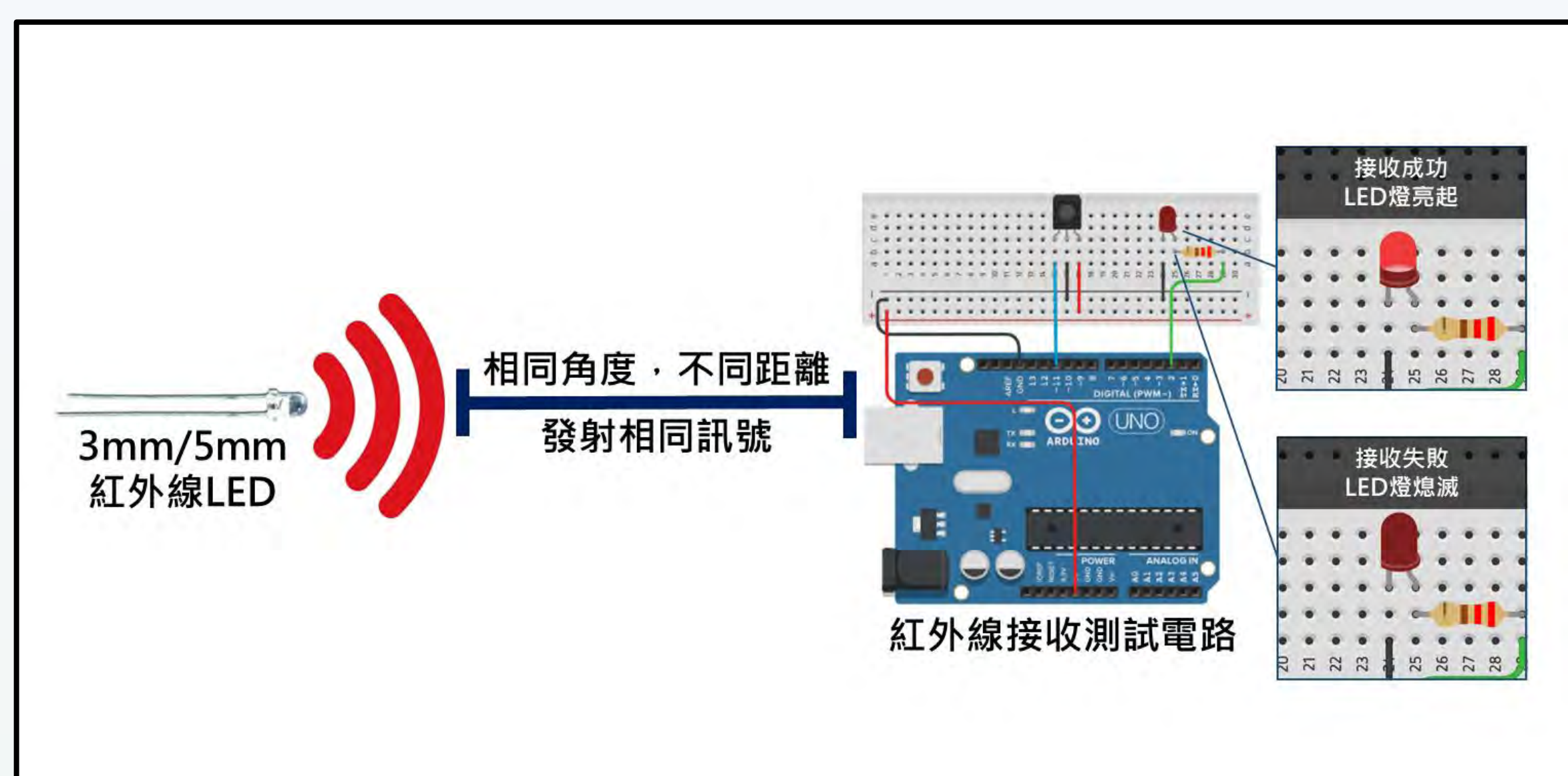


### 外觀設計

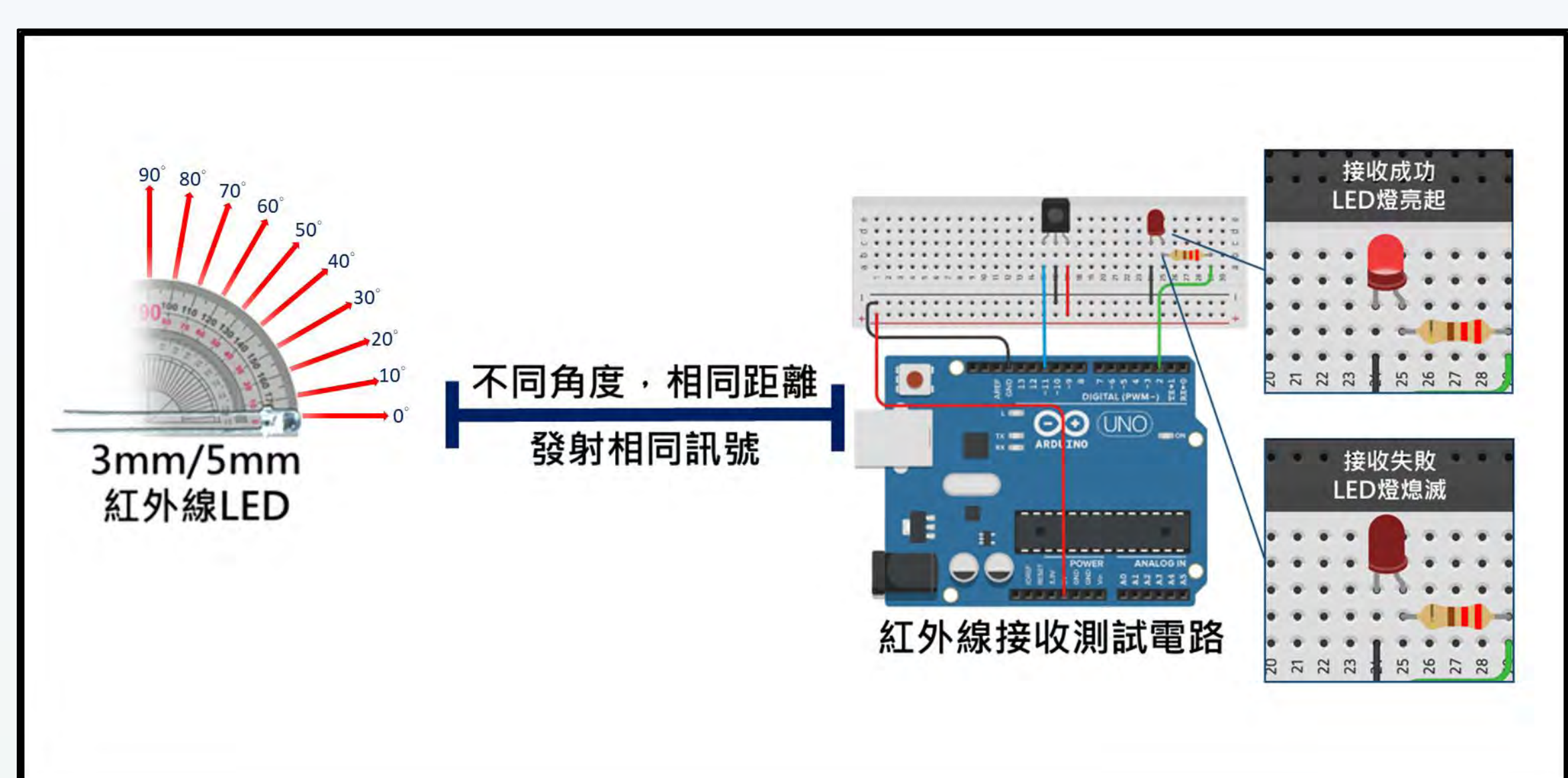




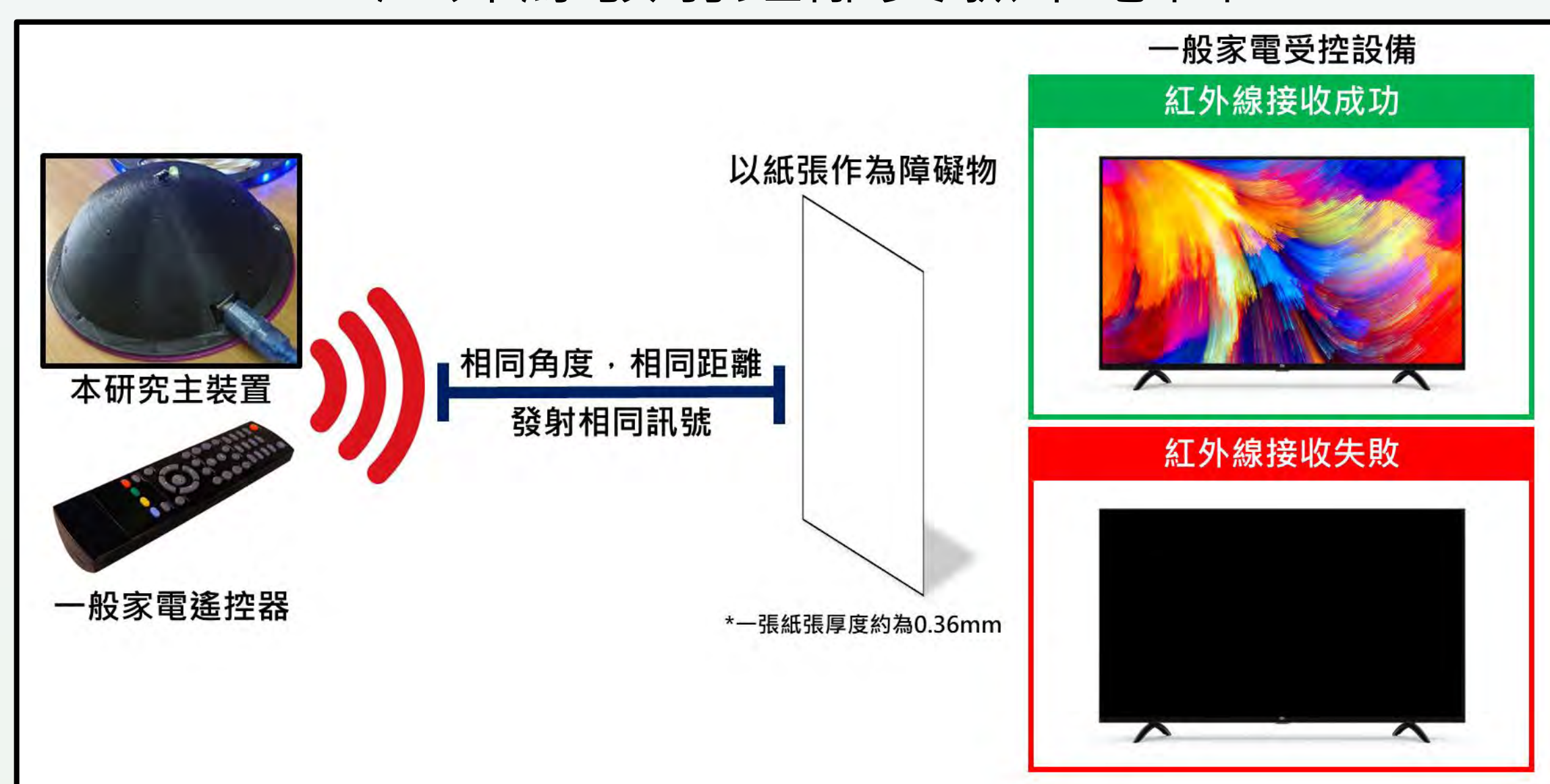
# 研究方法



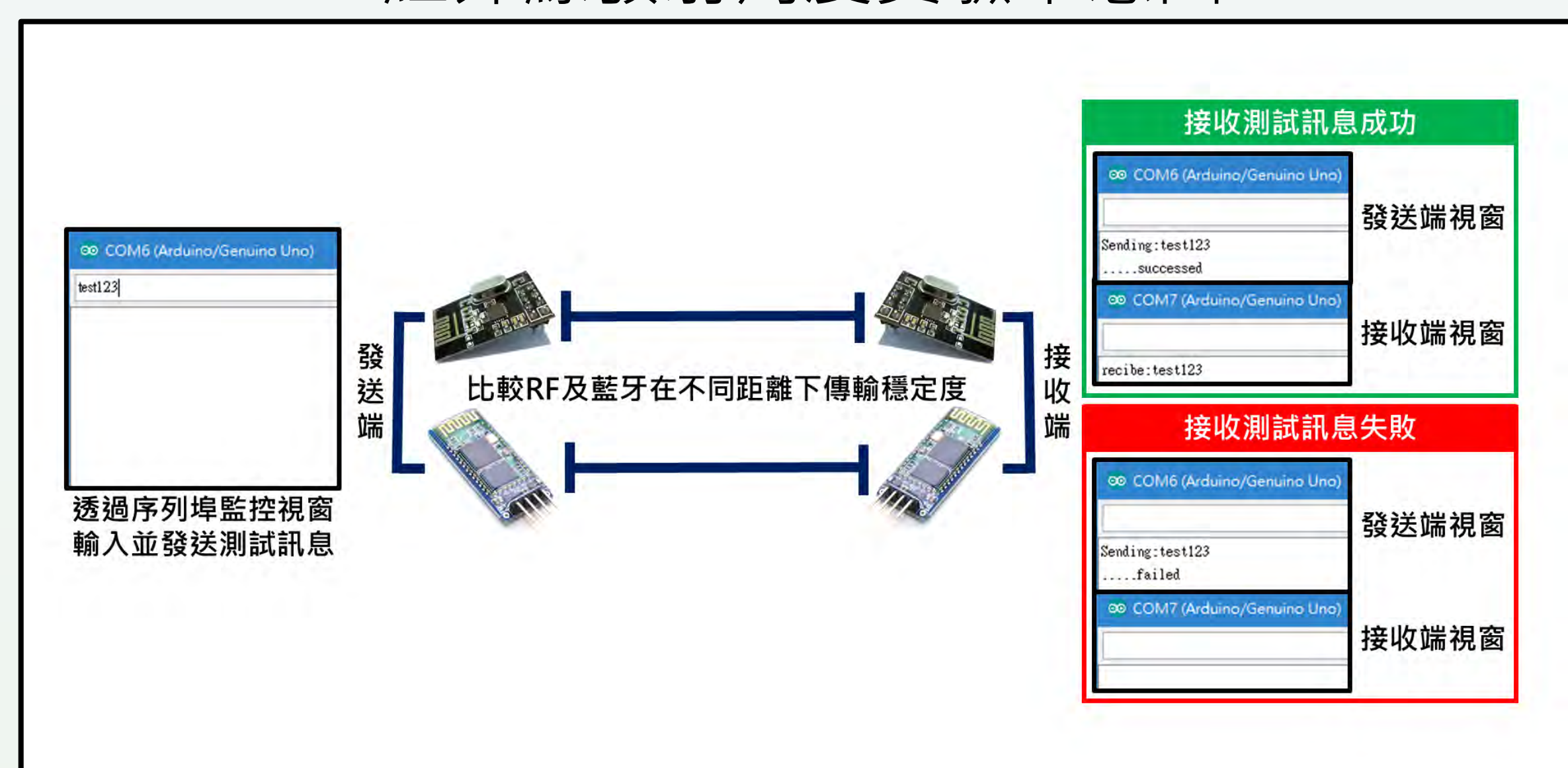
紅外線發射距離實驗示意圖



紅外線發射角度實驗示意圖



障礙物穿透程度實驗示意圖

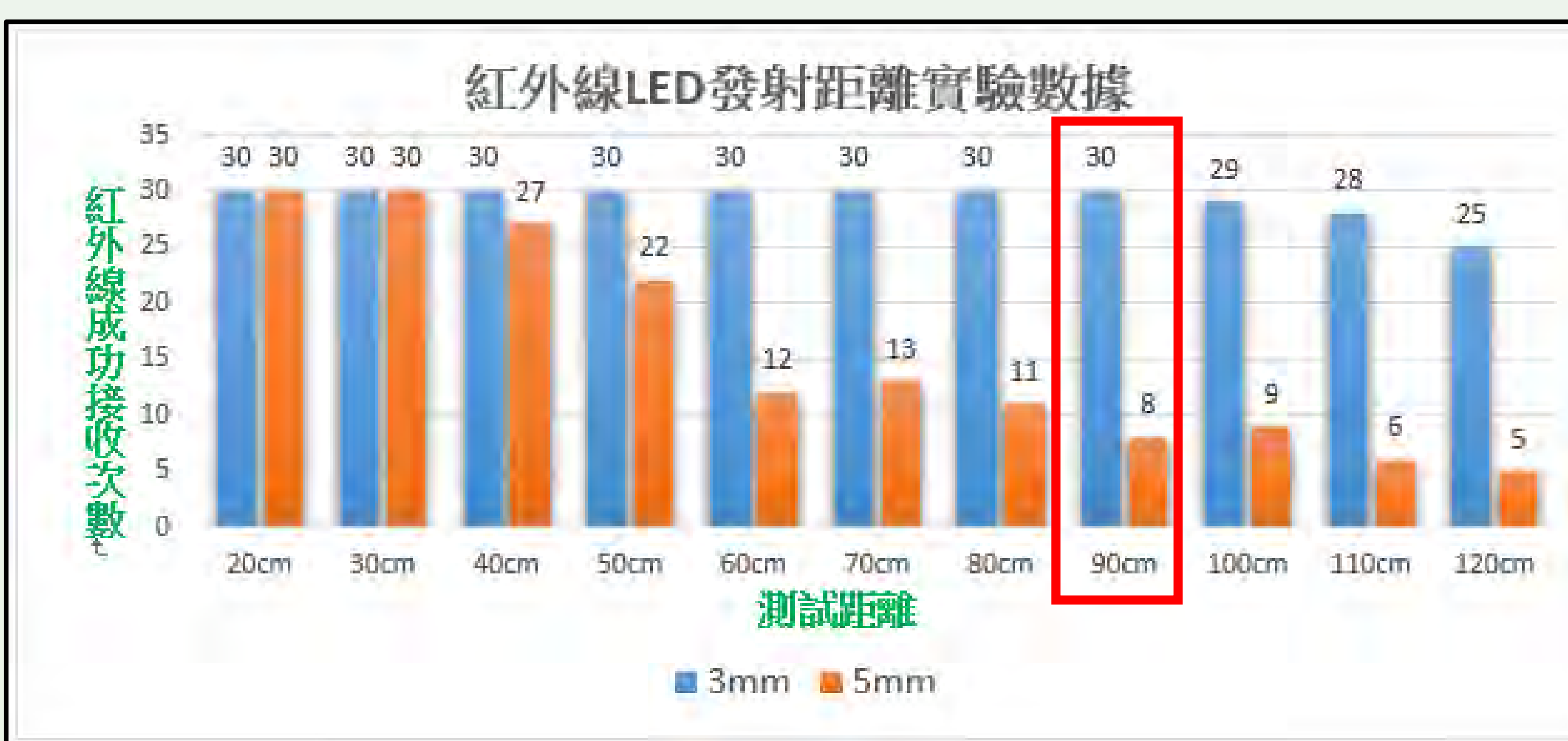


RF傳輸及藍牙比較實驗示意圖

## 肆、研究結果

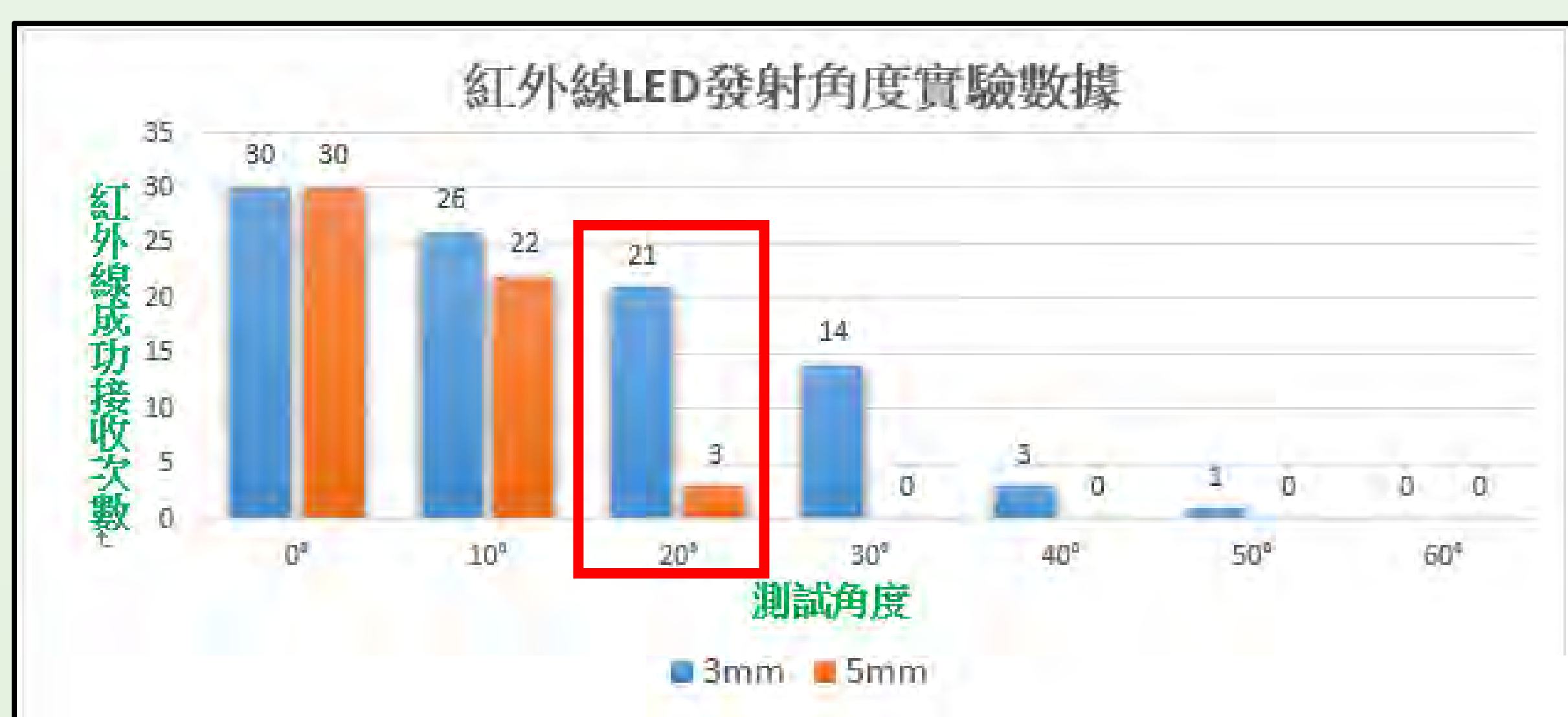
### 實驗一、不同大小之紅外線LED發射距離與接收成功率之關係。

距離 (CM)	3mm 成功/次數	3mm 成功率	5mm 成功/次數	5mm 成功率
20	30/30	100.0%	30/30	100.0%
30	30/30	100.0%	30/30	100.0%
40	30/30	100.0%	27/30	90.0%
50	30/30	100.0%	22/30	73.3%
60	30/30	100.0%	12/30	40.0%
70	30/30	100.0%	13/30	43.3%
80	30/30	100.0%	11/30	36.7%
90	30/30	100.0%	8/30	26.7%
100	29/30	96.7%	9/30	30.0%
110	28/30	93.3%	6/30	20.0%
120	25/30	83.3%	5/30	16.7%



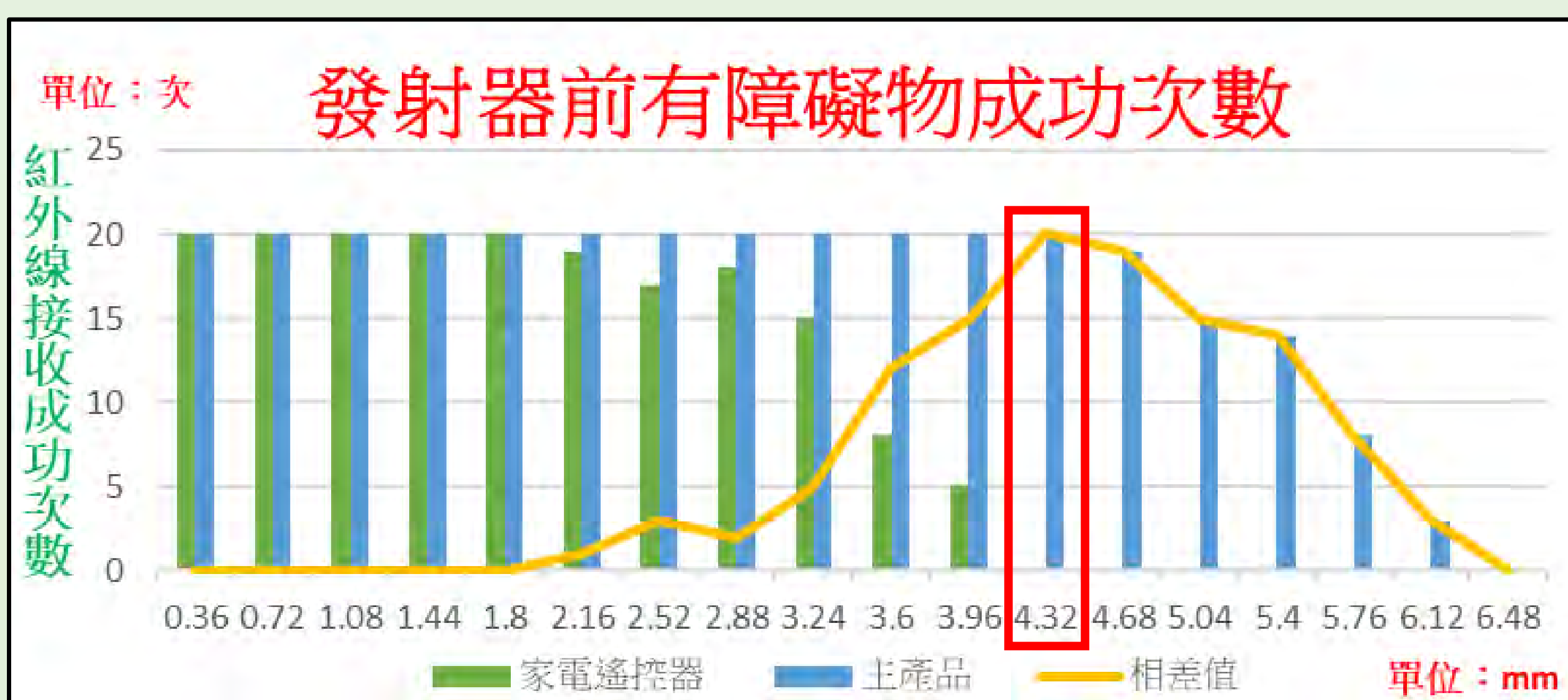
### 實驗二、不同大小之紅外線LED發射角度與接收成功率之關係。

度數 (°)	3mm 成功/次數	3mm 成功率	5mm 成功/次數	5mm 成功率
0°	30/30	100.0%	30/30	100.0%
10°	26/30	86.7%	22/30	73.3%
20°	21/30	70.0%	3/30	10.0%
30°	14/30	46.7%	0/30	0.0%
40°	3/30	10.0%	0/30	0.0%
50°	1/30	3.3%	0/30	0.0%
60°	0/30	0.0%	0/30	0.0%



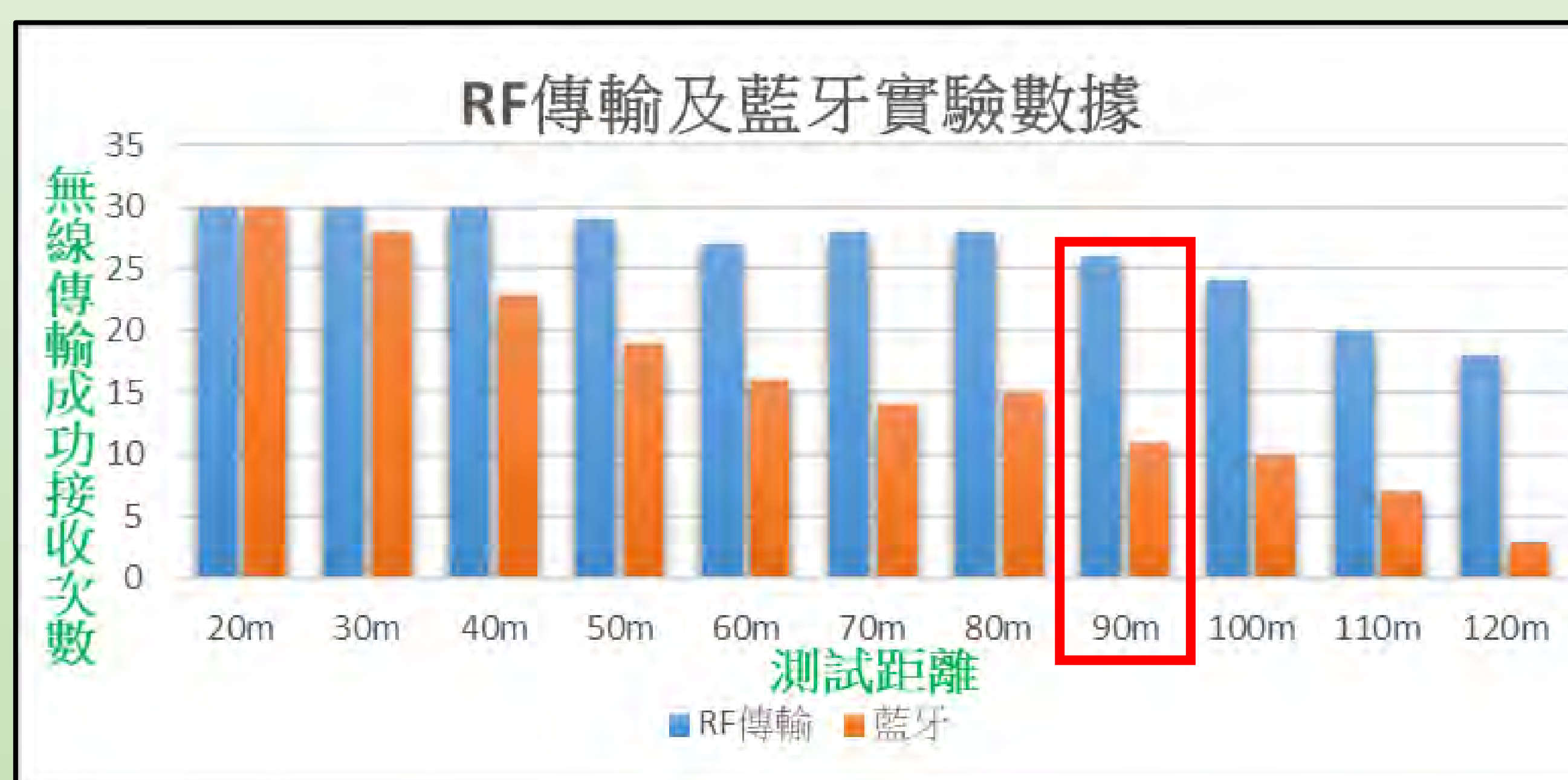
### 實驗三、一般家電遙控器與主控設備紅外線發射障礙物穿透程度比較。

障礙物厚度 (mm)	家電遙控器 (接收/發射)	家電遙控器 接收成功率	主產品 (接收/發射)	主產品 接收成功率
0.36	30/30	100.0%	30/30	100.0%
0.72	30/30	100.0%	30/30	100.0%
1.08	30/30	100.0%	30/30	100.0%
1.44	30/30	100.0%	30/30	100.0%
1.8	29/30	96.7%	30/30	100.0%
2.16	28/30	93.3%	30/30	100.0%
2.52	26/30	86.7%	30/30	100.0%
2.88	23/30	76.7%	30/30	100.0%
3.24	17/30	56.7%	30/30	100.0%
3.6	11/30	36.7%	30/30	100.0%
3.96	7/30	23.3%	30/30	100.0%
4.32	2/30	6.7%	30/30	100.0%
4.68	0/30	0.0%	26/30	86.7%
5.04	0/30	0.0%	24/30	80.0%
5.4	0/30	0.0%	25/30	83.3%
5.76	0/30	0.0%	11/30	36.7%
6.12	0/30	0.0%	4/30	13.3%
6.48	0/30	0.0%	0/30	0.0%



### 實驗四、不同無線傳輸技術距離及穩定性優劣比較。

距離 (M)	RF傳輸 (成功/次數)	RF傳輸 成功率	藍牙 (成功/次數)	藍牙 成功率
20	30/30	100.0%	30/30	100.0%
30	30/30	100.0%	28/30	93.3%
40	30/30	100.0%	23/30	76.7%
50	29/30	96.7%	19/30	63.3%
60	27/30	90.0%	16/30	53.3%
70	28/30	93.3%	14/30	46.7%
80	28/30	93.3%	15/30	50.0%
90	26/30	86.7%	11/30	36.7%
100	24/30	80.0%	10/30	33.3%
110	20/30	66.7%	7/30	23.3%
120	18/30	60.0%	3/30	10.0%





# 伍、討論

## 一、探討如何精簡紅外線訊號學習步驟

儘管我們以手機APP整合家中所有遙控器，但使用者初次使用時必須將**各個遙控器訊號逐一學習**，是否能讓**學習訊號步驟更精簡**，是裝置首要改善的部分。

## 二、探討是否能降低誤差數據的產生

在紅外線LED發射訊號距離及角度與裝置接收成功率之關係研究過程中，偶爾會有**誤差數據**的產生，要如何**更精確**的進行本研究，可以再進一步討論。

## 三、探討主副控設備之間最佳的傳輸方式

我們以**RF傳輸**做為副產品主要溝通方式，然而是否有**更適合**的傳輸方式，可以再深入研究。

## 四、探討如何更加減少紅外線LED的使用

雖然我們以半圓型外觀解決紅外線LED發射方向單一性的問題，但**紅外線LED使用量無法降到最低**，要如何**減少發射器的使用**，有待商論。

# 陸、結論

比較項目	市售紅外線遙控器	萬能紅外線遙控器APP
是否有定時功能	X	✓
是否有網路遠端遙控功能	X	✓
是否能使用手機APP控制	X	✓
能否避免資源浪費	X	✓
是否支援多廠牌	X	✓
是否有副控設備	X	✓
是否能紀錄使用歷程	X	✓

與市售紅外線遙控器之比較表

## 一、藍牙傳輸及RF傳輸的穩定度比較

根據參考資料及我們實際實驗後的結果，藍牙在60公尺後和**RF傳輸穩定度有明顯差距**，所以我們認為藍牙較為適合使用在**近距離的傳輸上**，而RF傳輸則在遠距離的傳輸上**更具穩定性**。

## 二、本研究裝置可取代家中過多的遙控器

依據環保署廢乾電池回收量統計表，近年廢乾電池回收量逐年上升，使用這項作品**取代家中多數遙控器**，避免使用者替換遙控器的電池造成環境的汙染及金錢上的浪費。

## 三、控制家電不再受角度及障礙物的影響

在家中絕大部分的紅外線遙控器都必須**對準家電**才能進行進一步的控制，考量到這樣的問題，我們將作品主體設計成**四面八方**皆能進行接收及發射，配合副廠品的使用在家中任何一角都能隨意控制家電。

## 四、不限任何廠牌家電皆能進行遙控

本研究裝置能透過**學習訊號功能**學習家中大多數的家電遙控器紅外線訊號，經過解碼及**儲存於SD卡**，讓使用者可以**不限廠牌**的控制家電，有別於市售萬用遙控器只能針對大廠牌家電進行遙控。

# 柒、未來展望

- 一、在未來我們更希望可以學習並操控機上盒、冷氣機.....等等更多頻率的訊號，達成**《萬能遙控器》**的目標，可以避免環境的汙染或是金錢上的浪費。
- 二、為了使本作品更具加值及便利性，我們希望未來可以接合語音，讓使用者可以直接利用語音來控制家電。
- 三、透過**雲端儲存**紅外線發射訊號，讓家中每個人都能共用相同的家電紅外線發射訊號資料，使不同手機之間**不須再次學習**家電遙控器訊號
- 四、未來更希望手機App能紀錄更長時間的使用狀況，讓使用者更加明白家中電器的使用情形。

# 捌、參考資料及文獻

- 一、林弘偉 (2016)。架構於無線網路之可學習與可擴充式紅外線遙控系統。國立臺北科技大學碩士論文。
- 二、李奇峰 (2012)。使用微控制器實作可搭配Android手機遙控之萬用遙控器。南台科技大學碩士論文。
- 三、怯婷芳 (2012)。實作一個具備情境感知與個人化使用介面框架之萬用遙控器。輔仁大學碩士論文。
- 四、楊明豐 (2014)。Arduino最佳入門與應用--打造互動設計輕鬆學。台北市：碁峰資訊出版社。
- 五、宮本信二 (2014)。Eclipse完全攻略(第二版)。新北市：博碩文化股份有限公司。
- 六、蕭文龍 (2013)。TCP/IP最佳入門實用書(第七版)。臺北市：碁峰資訊股份有限公司。
- 七、Cooper Maa。紅外線遙控原理與 NEC IR Protocol。取自於：  
<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/2010/01/nec-ir-protocol.html>
- 八、瑞生網，NRF24L01一對多通信方法程序詳解。取自於：<http://www.rationmcu.com/elecjc/1592.html>