

本章會介紹很多的傳感器，每一個不同的傳感器它的處理方法多少都有點不一樣，希望讀者能了解這些硬體的使用方法，並進一步活用在自己的專案中。如果找不到本章所提到的傳感器和硬體，筆者的網站 (<http://arduino.powenko.com>) 會提供最新連結，方便你找到該硬體。

## 12.1 水銀開關讀取 - 物體傾斜偵測

水銀開關，又稱傾側開關，是電路開關的一種元件。水銀開關裡接著著電極的小巧容器，儲存著一小滴水銀，在此容器中多數注入惰性氣體或真空，當用戶移動水銀開關時，因為重力的關係，水銀水珠會向容器中較低的地方流去，如果同時接觸到兩個電極的話，開關便會將電路閉合，開啟開關。

容器的形狀亦會影響水銀水珠接觸電極的條件，所以市面上賣的水銀開關外型會有很多變化，運用在不同的使用情況，以做到打開電路和閉合電路。



圖 12-1 水銀開關的外型

### 硬體接線

Arduino 接腳	元件接腳
Pin 13	LED 長腳
GND	LED 短腳
Pin 2	水銀開關 接腳 1
GND	水銀開關 接腳 2

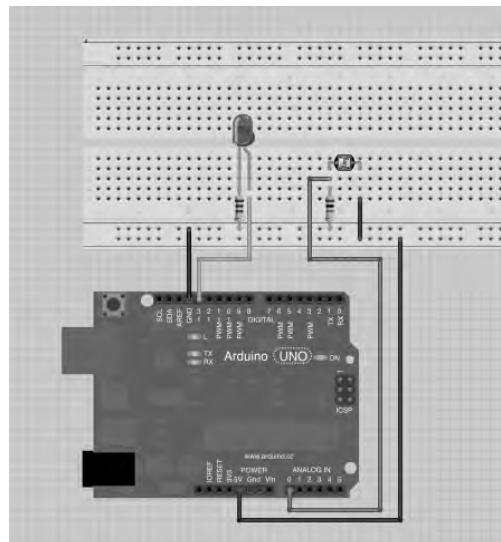


圖 12-2 水銀開關的實習接線圖

## 範例程式

以下為讀取水銀開關的範例程式。如果連接，LED 燈就會閃爍。水銀開關在電子賣場裡面都買得到，且會有不同的造型，符合您的需要。

範例：Ch12-1 MercurySwitches.ino (範例程式中 sample\ch12\MercurySwitches\)

```
01 // 柯博文老師 www.powenko.com
02 int ledPin = 13;
03 int tiltPin = 2;
04 int val = 0;
05 int threshold = 1;
06 void setup(){
07     pinMode(ledPin, OUTPUT);
08     pinMode(tiltPin, INPUT);
09     digitalWrite(tiltPin, HIGH);    // 設置內部上拉電阻
10 }
11 void loop(){
12     digitalWrite(ledPin, digitalRead(tiltPin));
13     // 當水銀開關 HIGH 時，LED 持續發亮
14 }
```

## 程式解說

- 第 8 行：設定讀取水銀開關是第 8 個接腳。
- 第 9 行：設定第 8 個接腳，內部上拉電阻。
- 第 12 行：當水銀開關 HIGH 時，LED 持續發亮，當水銀開關 LOW 時，LED 持續變暗。

## 執行結果

## 執行影片

請見書附光碟中的 12-1.mp4。

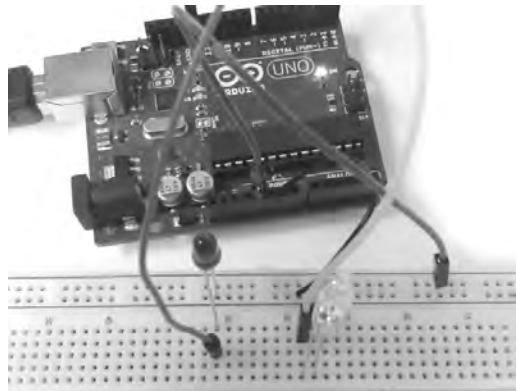


圖 12-3 執行結果

## 12.2 光敏電阻 - 自製小夜燈

光敏電阻是一種特殊的電阻，只要接觸到光，就會改變電阻，簡稱光電阻，又名光導管。它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大。

因此這個實驗需要用到太陽光或電燈，當有光線照射時，電阻內原本處於穩定狀態的電子受到激發，成為自由電子。所以光線越強，產生的自由電子也就越多，電阻就會越小。

暗電阻（dark resistivity），當光敏電阻的材料 selenium cell 在完全沒有光線照射的狀態下（室溫），此時的電阻值稱為暗電阻（當電阻值穩定不變時，例如 1kM 歐姆），與暗電阻相對應的電流為暗電流。

亮電阻（bright resistance）當電阻在充足光線照射的狀態下（室溫）時，當光敏電阻的材料 selenium cell 就會導通，此時的電阻值稱為亮電阻（當電阻值穩定不變時，例如 1kM 歐姆），與亮電阻相對應的電流為亮電流。

光電流 = 亮電流 - 暗電流電極的條件。而什麼是光電流？金屬物體在光的照射下發射電子，使金屬帶正電的現象叫光電效應，發射出的電子叫光電子。很多光電子形成的電流就叫光電流（Photocurrent）。光敏電阻的外型有很多種，運用在不同的使用情況，以做到打開電路和閉合電路。圖 12-4 為光敏電阻的外型。

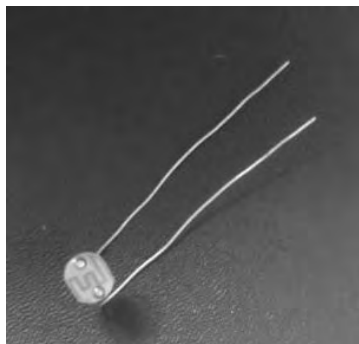


圖 12-4 光敏電阻的外型

### 實驗介紹

這個實驗完成後，是可以製作成商品販賣的喔！有沒有看過那種晚上會自動亮起來的小夜燈？有想過它是如何設計的嗎？它正是透過光敏電阻來感應天色是否昏暗，如果是，那 LED 燈就變亮，若是白天，那 LED 就閃爍，當然你也可以修改為全暗以節省電源。

## 硬體準備

- Arduino 板子
- 一個 LED
- 一個光敏電阻（如果沒有的話可以可變電阻代替）
- 一個 10K 歐姆電阻
- 一個 220 歐姆電阻
- 麵包板
- 接線

## 硬體接線

Arduino 接腳	元件接腳
Pin 13	LED 長腳
GND	LED 短腳，透過 10K 歐姆電阻
Analog Pin A0	光敏電阻接腳 1
GND	光敏電阻接腳 2，透過 220 歐姆電阻

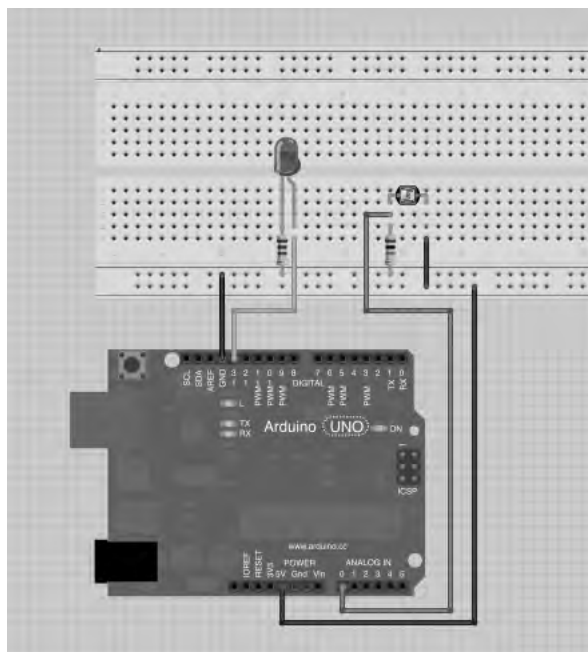


圖 12-5 光敏電阻的實習接線圖

## 範例程式

範例：Ch12-2 photocell.ino (範例程式中 sample\ch12\photocell\)

```
01 // 柯博文老師 www.powenko.com
02 int ledPin = 13;
03 int analogPin = 0;
04 int val = 0;
05 void setup(){
06     Serial.begin(9600);
07     pinMode(ledPin, OUTPUT);
08 }
09 void loop(){
10     val = analogRead(analogPin);
11     Serial.println(val);
12     if (val <= 100) {
13         digitalWrite(ledPin, HIGH);           // 當太暗時，LED 持續發亮
14     } else {
15         digitalWrite(ledPin, HIGH);           // 當有光時，LED 閃爍
16         delay(300);
17         digitalWrite(ledPin, LOW);
18         delay(300);
19     }
20     delay(300);
21 }
22
```

## 執行結果

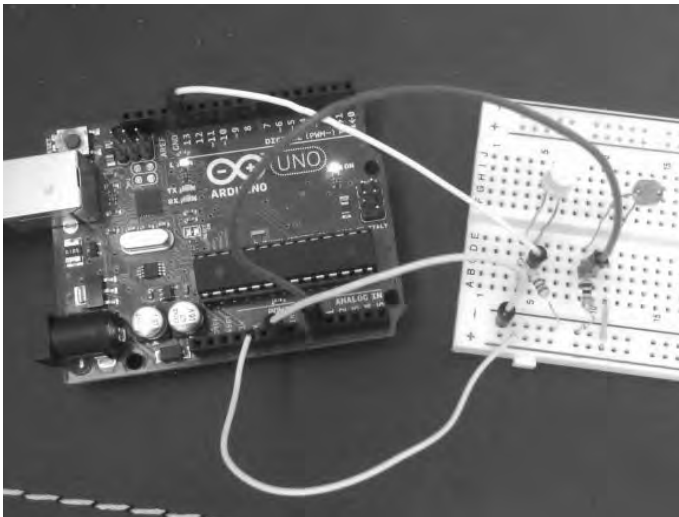


圖 12-6 執行結果

## 執行影片

本實驗執行結果，請參考書附光碟中的 *12-8-1-gas.mp4*。

## 延伸閱讀

請加個蜂鳴器或喇叭製作一個警報器，在偵測到有問題時便響警報。

## 12.12 紅外線動作傳感器 - 小偷警示器

紅外線動作傳感器（PIR Motion Sensor）或稱人體紅外線傳感器，是一種可以偵測物體移動的電子裝置。會發射紅外線的東西很多，例如燈泡、蠟燭、人體與動物也會發射紅外線，而紅外線動作傳感器的原理，便是利用人體發射出來的紅外線的變化，來感應物體的移動。

紅外線傳感器分主動式和被動式兩種：

1. 主動式的紅外線傳感器，傳感器本身會發射紅外線光束，當紅外線光束被物體擋住後，紅外線光束會反射，利用這個紅外線反射原理可以做很多應用，例如廁所的自動沖水小便斗或感應式水龍頭，它們用的就是主動式紅外線傳感器。
2. 被動式的紅外線裝置，也稱為紅外線動作傳感器（PIR Motion Sensor），傳感器本身不會發射紅外線光束，而是透過感應到動物或是剛剛所說的物體，所發出的紅外線的變化來做感應，而 PIR 是 Passive Infrared Sensor（被動式紅外線傳感器）的縮寫。

一般紅外線動作傳感器的核心監測裝置看起來如下圖所示：



圖 12-72 各種紅外線動作傳感器

## 應用範圍

紅外線動作傳感器一般用在防盜系統上或是計算人走動的流量，例如有人走到特定區域中的自動照明裝置，又例如將紅外線傳感器和燈具裝在走廊、樓梯間或車庫門口…等不常有人走動之處，只要有人經過便自動開燈照明，人離開後就自動關燈省電。或是入侵屋內便響警報的紅外線警報器，可以裝置在小偷可能入侵的地方。

- 自動照明裝置
- 防小偷的警報系統

## 12.12.1 實驗：小偷偵測警報系統

### 實驗介紹

本實驗使用紅外線動作傳感器（PIR Motion Sensor），一旦監測到有人經過此設備前便會發出警告。這裡是用 LED 的開關來代替，也可以自行轉換成其他元件，比如說噓鳴器。

### 硬體準備

- Arduino 板子
- 麵包板
- 紅外線動作傳感器（PIR Motion Sensor）
- 接材數條
- 一個 LED 燈

### 硬體規格

本實驗使用的紅外線檢測器模組，可以在網路或是電子賣場上找到，可以參考 <https://www.sparkfun.com/products/8630> 或 <http://arduino.powenko.com>。



圖 12-73 紅外線檢測器模組

此紅外線檢測器模組的功能如圖 12-74 所示，可以調整可變電阻，來改變監測的敏感度與距離。LM393 比較器 IC 使用的機會很多，本書 14.2 節有詳細介紹。簡單地講，它可以比較 2 個類比的資料，如果  $A > B$ ，就輸出為數位的 1 高電位，如果  $A \leq B$  就輸出為 0 低電位。



圖 12-74 紅外線檢測器模組介紹

當有人或動物經過此紅外線檢測器模組時，紅外線接收器就會監測反應，然後透過可變電阻和 LM393 來判斷，依紅外線收到量的大小加以判斷是動物還是人之後，OUT 再送出 HIGH 或 LOW 的訊號。

在感測到物體移動時，紅外線動作傳感器就會在 OUT 腳上輸出一個訊號，利用這個訊號就可以知道傳感器附近是否有人。另外，大部分紅外線動作傳感器都有一個旋轉鈕，可讓使用者調整訊號輸出的延遲時間，這個設計非常貼心，因為這樣可以延遲關燈的時間，避免燈具開關太過頻繁。

一般以 PWM 訊號控制 RC SERVO 的對外連接線，白線為 PWM 訊號線，紅線為電源線，黑線為地線，使用者通常會透過微處理器連接 SERVO 控制器來提供 PWM 訊號及電源。

一般來說，紅外線動作傳感器只有三支接腳，功能如下：

- VCC 電源接到 +5V 電源
- GND 接地
- OUT 輸出訊號



圖 12-75 紅外線檢測器模組的接線



## 硬體接線

Arduino 接腳	元件接腳
數位 A0	紅外線檢測器模組的 OUT
GND	紅外線檢測器模組的 GND 接地
5V	紅外線檢測器模組的 VCC 電源

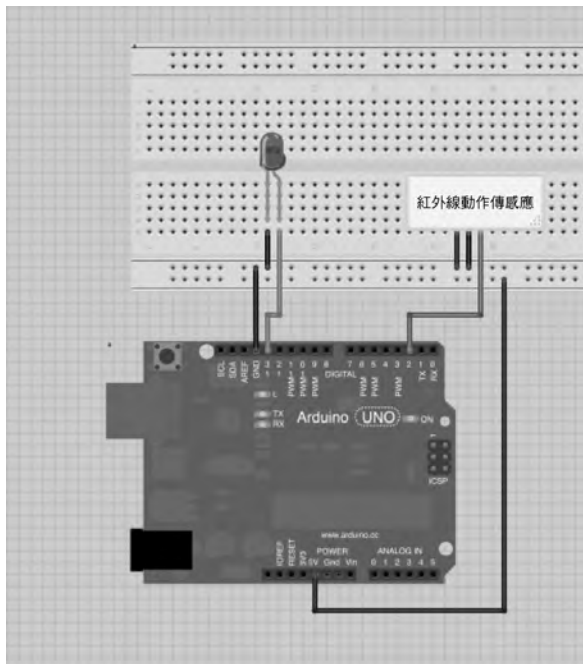


圖 12-76 實習接線圖

圖 12-76 的 LED 沒有串接電阻，是因為 Arduino 的輸出電流很小，不會燒壞 LED，所以才敢偷懶少接一顆電阻。一般來說，LED 串接一顆電阻（220 歐姆）會是個好主意。

## 範例程式

範例：Ch12-12-1 InfraredSensor.ino（範例程式中 sample\ch12\InfraredSensor\）

```

01 // 柯博文 www.powenko.com
02 // PIR("Passive Infrared Sensor") Motion Sensor,03 紅外線動作傳感器，
    或稱人體紅外線傳感器
03 int sensorValue=0;
04 int Key1Pin = 2;
05 int ledPin1= 13;
06 void setup()
07 {
08     Serial.begin(9600);                // 設定 Serial 傳輸速度
09
10     pinMode(Key1Pin, INPUT);           // 這裡設定所要讀入的 PIN 腳模式
11     pinMode(ledPin1, OUTPUT);
12 }
13

```

```
14 void loop()
15 {
16
17
18     int keystate = digitalRead(Key1Pin);        // 取得數位輸入 PIN 腳的值
19     if(keystate == 1)
20     {
21         Serial.print(" Safe");                // 安全
22         digitalWrite(ledPin1, LOW);           // LED 亮
23     }else{
24
25         Serial.print(" Detected");            // 偵測到了
26         digitalWrite(ledPin1, HIGH);         // LED 暗
27     }
28
29     Serial.println(" ");
30     delay(1000);
31 }
```

### 📖 程式解說

- 第 10 行：設定接腳 2 為所要讀入的接腳。
- 第 11 行：設定接腳 13 為所要輸出的接腳，該接腳會做出反應監測到物體的動作。
- 第 18 行：讀取紅外線感應器的資料。
- 第 19-27 行：處理監測反應。

### 📖 執行結果



```
Safe
Safe
Safe
Safe
Safe
Safe
Safe
Safe
Safe
Detected
Detected
Safe
Safe
Detected
Detected
Safe
Detected
Safe
Detected
Safe
Safe
Safe
```

圖 12-77 執行結果

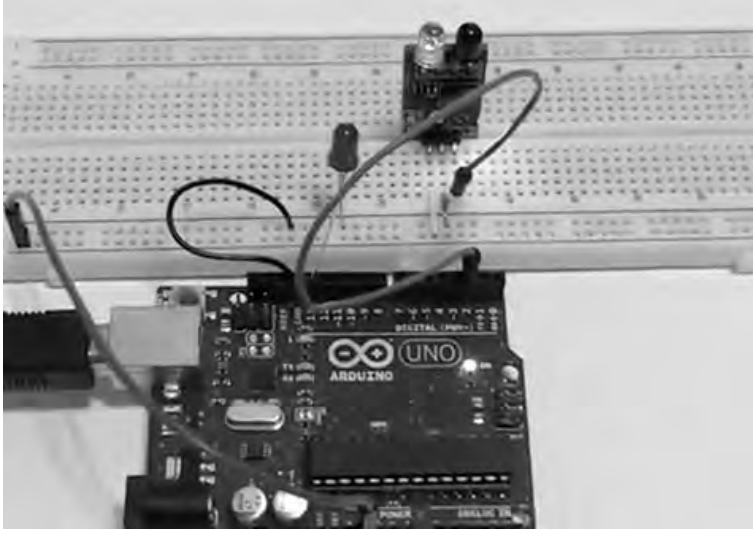


圖 12-78 執行結果

### 執行影片

本實驗執行結果，請參考書附光碟中的 *12-12-1-detact.mp4*。

### 延伸練習

1. 請加個蜂鳴器或喇叭製作一個紅外線警報器，在偵測到有人進入屋內時便響警報。
2. 透過後面章節介紹的網路連接，加上相關應用，當有人進入屋內時，把資料傳到網路上。
3. 結合 Processing 的功能，只要偵測到有人移動，就繪製一筆到 Processing 軟體上，製作人數經過的報表等…計算移動人次的功能。