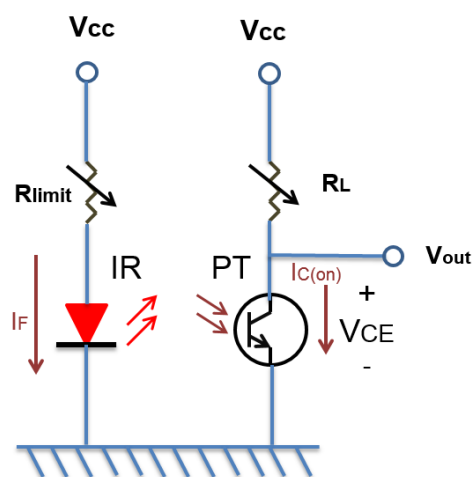


## 反射式光中斷器(Photointerrupter; ITR)物體偵測應用手冊

### 一、簡介：

隨著科技進步，各種電子產品的自動化程度也跟著提高，自動化程度越高的產品，代表也包含了更多的感測元件。為了避免人眼被環境中各種產品或設備感測時發射的光干擾，所以使用人眼無法察覺的紅外線(Infrared; IR)產品做為感測器。這份應用手冊將會介紹如何利用紅外線發射元件(Infrared Emitter)及紅外線接收元件(Infrared Receiver)作物體偵測應用。

最常見的紅外線發射及接收元件就是紅外線發光二極體(IR Light-emitting diode; IR LED)及光電晶體(Photo Transistor; PT)，圖一為基本的 IR LED 搭配 PT 的應用電路。



圖一、IR LED 及 PT 基本應用電路

原理說明：

- IR LED 為發射端，順向電流(Forward current;  $I_f$ )越大發射的輻射強度越大。
- PT 為接收端，收到的輻照度越大，產生的光電流  $I_c(\text{on})$  越大。
- 調整  $R_{\text{limit}}$  值可控制  $I_f$  的大小。
- 調整  $R_L$  值可控制  $V_{\text{out}}$  的大小。
- $V_{\text{out}}$  可接 MCU 的 ADC(Analog-to-Digital Converter)或 GPIO 做準位判斷。

判斷說明：

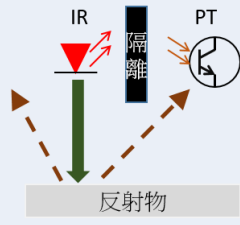
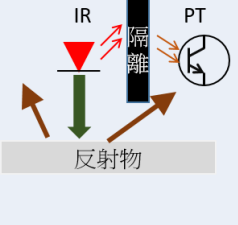
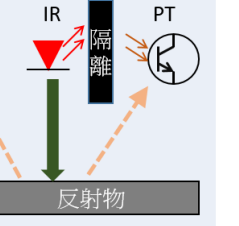
- 無輻照度時，PT 截止， $V_{\text{out}}$  輸出為高電位( $V_{\text{cc}}$ )
- 輻照度低時，PT 導通， $V_{\text{out}}$  輸出為高電位( $V_{\text{cc}} - (I_c \times R_L)$ )
- 輻照度高時，PT 飽和， $V_{\text{out}}$  輸出為低電位( $V_{\text{CE}(\text{sat})}$ )

註： $V_{\text{CE}(\text{sat})}$  為 PT 飽和電壓。

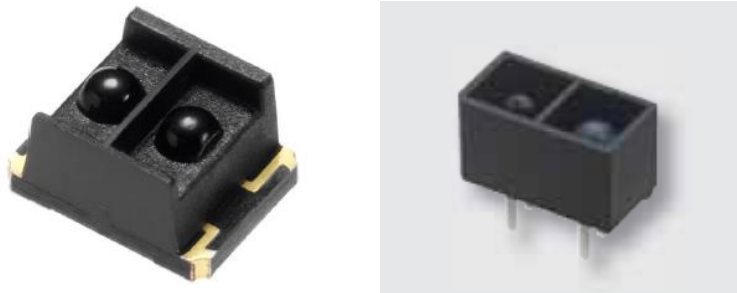
## 二、利用反射式 ITR 做物體偵測方法：

IR LED 通常和 PT 一起搭配作為物體偵測或是遮斷偵測應用。圖二為利用 IR LED 發射 IR 經由物體反射到 PT 做反射式物體偵測的示意圖；為了避免 IR LED 發射的 IR 不經過物體反射，直接在機構內照射到 PT 造成誤判，所以 IR LED 跟 PT 必須有效隔離。利用底下的兩項特性，即可做到反射物的距離偵測。

- 反射物距離越近，PT 收到的反射輻照度越強，輸出的電流會越高。
- 不同的材料會有不同的反射率，一般顏色越深、表面越粗糙的物體反射率越低，同距離情況下，接收端輸出的電流相對會降低。

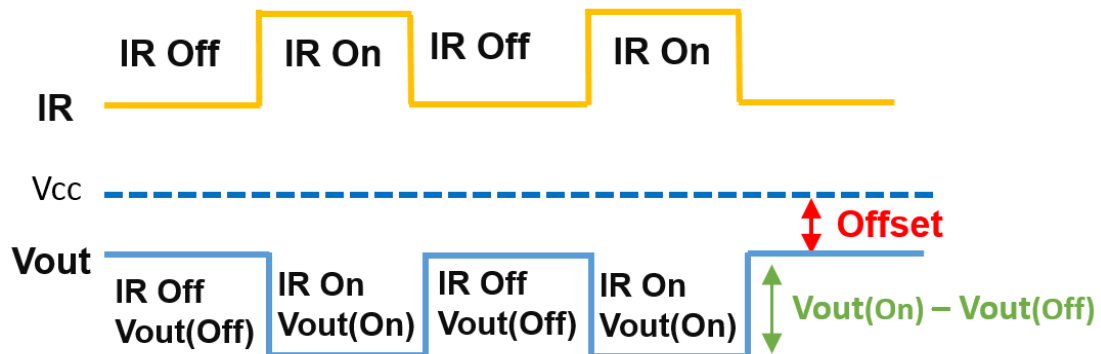
反射物距離	遠	近	遠
反射物表面	光滑	光滑	粗糙
反射物顏色	淺	淺	深
示意圖			
反射強度	中	強	弱

圖二、反射物的距離及材質對物體偵測的影響



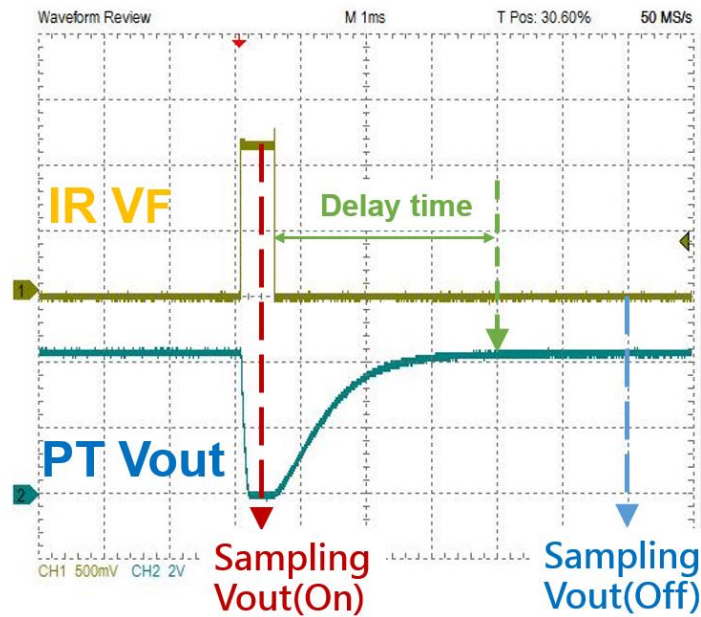
圖三、自帶隔離機構的 IR LED+PT 組合元件 ITR

若使用直流(Direct current; DC)的偵測方式，在 ITR 被環境光照射時容易造成誤判。原因是 PT 端無法分辨接收到的輻照度是來自於環境光，還是 IR 經物體反射。改善方式如圖四，把 IR 的發射方式從 DC 改為脈衝(Pulse)，然後 PT 需分別偵測每次 IR Off 及 IR On 時的電壓值  $V_{out}(Off)$  及  $V_{out}(On)$ ，此時  $V_{out}(Off)$  就代表環境光造成的偏移值(Offset)， $V_{out}(On)$  代表的則是環境光加上 IR 發射時的電壓值，故  $V_{out}(On)$  和  $V_{out}(Off)$  之間的電壓差就是單純 IR 發射時造成的電壓值。此方式除了可以降低環境光的干擾，也因為 IR 的發射是利用 Pulse 短時間點亮，故可以利用更強的電流驅動來偵測更遠的距離。



圖四、改善環境光干擾的方式

圖五為 PT 實際輸出波形的例子，可發現在 IR 從 On 切換到 Off 時，PT 會有一段延遲時間，故在取樣  $V_{out}(Off)$  時，需確認 PT 輸出電壓已經穩定，避免後續計算物體偵測變異量時造成誤判。



圖五、PT 的輸出電壓波形偵測

### 三、實例參考

圖六為一應用電路圖範例，利用 MCU 的 GPIO 控制 MOSFET 的開、關來控制 IR 發射脈衝，並把 Vout 接到 MCU 的 ADC 接腳；利用調整 R limit、RL 的電阻值來確認物體偵測的距離，最後利用 ADC 讀取的 Vout(Off)及 Vout(On)差異值來設定物體偵測的閾值。

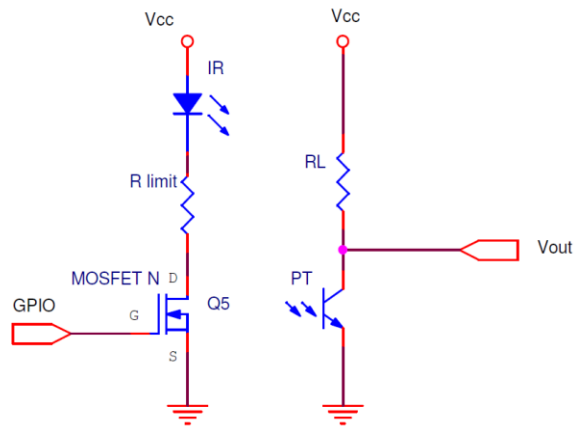
參考圖四的方式控制 GPIO 及參考圖五的波形作 ADC 取樣時間設定，底下以使用億光 ITR20001/T24 (Bin K) 為例，IR on 時間長度為 350us，在 300us 時取樣 Vout(On)，IR Off 時間長度為 50ms，在 6ms 時取樣 Vout(Off)。Vcc = 5V，R limit= 82 ohm (IF = 50mA)，RL= 150k ohm。建議閾值可設定在 ADC 最大值的 1/3 左右，此 1/3 值是為了保留給光干擾的 Offset 使用，此值設定越大抗光干擾能力越強，但物體偵測範圍會相對降低。圖七為採上述方式設定，並把 Vout 接到 ADC 後，對不同偵測物的比較 (Y 軸為 Vout(Off) 與 Vout(On) 差異的 ADC 讀值)。由圖中可看出反射物顏色越淺反射量越高，可偵測的距離範圍越大，一般會折中以灰卡做設計參考，以此圖為例，灰卡的可判斷的範圍約為 0.1~6cm，黑卡為 0.1~3.5cm，白卡為 0.1~9.5cm。

圖八為反射物灰卡配合 150k ohm 的 RL 做改變 If 的測試，可發現當 If 增加到 100mA 時，可判斷的範圍會增加為 0.1~9cm。

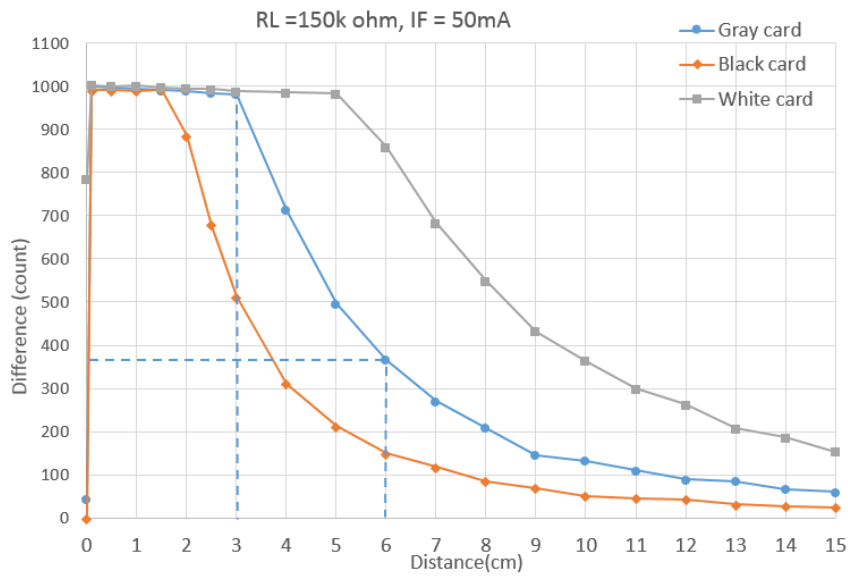
圖九為反射物灰卡配合 50mA 的 If 做改變 RL 的測試，可發現當 RL 降低到 68k ohm 時，可判斷的範圍會降低到 0.1~4.5cm。

註：1. 若偵測物體跟 ITR 完全密合，因無反射路徑會使反射值為零。

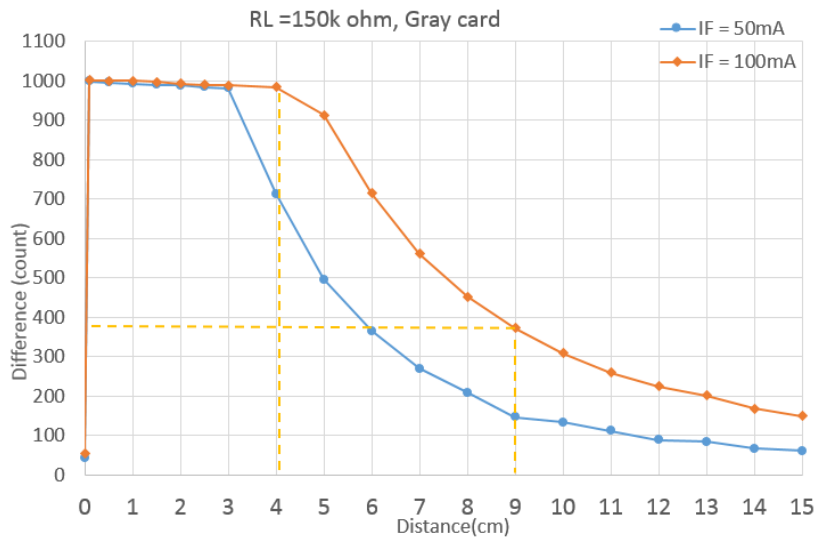
2. 以上測試結果都是以 ITR 上方不加蓋板(單體裸測)。



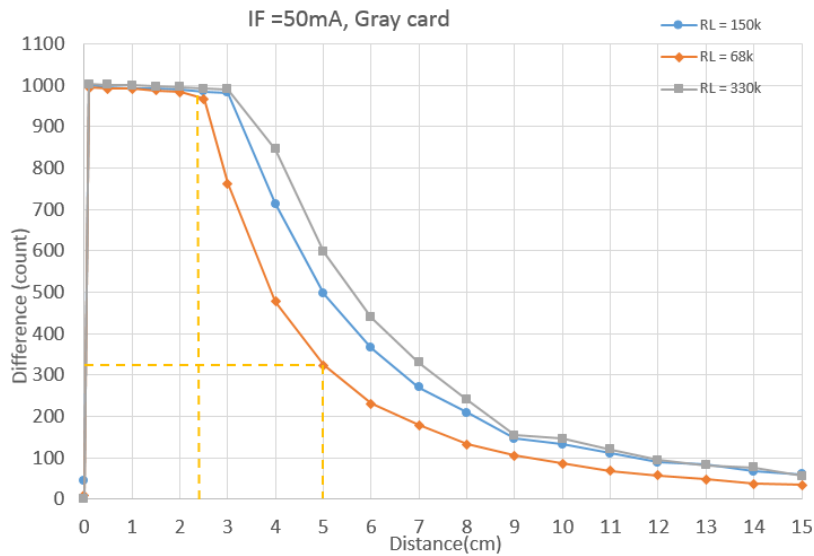
圖六、應用電路圖



圖七、不同顏色待測物對 ADC 讀值影響



圖八、不同 If 對偵測距離的影響



圖九、不同 RL 對偵測距離的影響

#### 四、結論

調整 If 或 RL 可以調整物體偵測距離，若想增加偵測距離且無功耗考量，建議以增加 If 優先，因加大 RL 同時也會增加光干擾的強度；若是要降低偵測距離則以降低 RL 電阻值優先，同時降低環境光干擾。

#### 五、推薦型號

Product	package	Size(L x W x H) (mm)
ITR20001/T24	Dip	6.4 x 4.9 x 6.5
ITR-9908	Dip	10.65 x 5.65 x 5.9
ITR8307	Dip	3.4 x 2.7 x 1.5
ITR8307/S18/TR8	SMD	3.4 x 2.7 x 1.5
ITR8307/L24/TR8	SMD	3.4 x 2.7 x 1.5
ITR1502SR40A	SMD	4 x 3 x 2

本應用手冊資訊僅提供客戶設計參考，實際使用請客戶自行驗證，若有其他問題請與億光電子聯繫取得進一步技術支援。