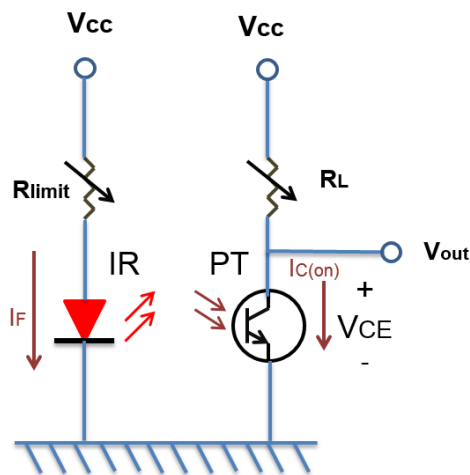


反射式光中断器(Photointerrupter; ITR)物体侦测应用手册

一、简介：

随着科技进步，各种电子产品的自动化程度也跟着提高，自动化程度越高的产品，代表也包含了更多的感测组件。为了避免人眼被环境中各种产品或设备感测时发射的光干扰，所以使用人眼无法察觉的红外线(Infrared; IR)产品做为传感器。这份应用手册将会介绍如何利用红外线发射组件(Infrared Emitter)及红外线接收组件(Infrared Receiver)作物体侦测应用。

最常见的红外线发射及接收组件就是红外线发光二极管(IR Light-emitting diode; IR LED)及光三极管(Photo Transistor; PT)。图一为基本的 IR LED 搭配 PT 的应用电路。



图一、IR LED 及 PT 基本应用电路

原理说明：

- IR LED 为发射端，顺向电流(Forward current; I_f)越大发射的辐射强度越大。
- PT 为接收端，收到的辐照度越大，产生的光电流 $I_c(\text{on})$ 越大。
- 调整 R_{limit} 值可控制 I_f 的大小。
- 调整 R_L 值可控制 V_{out} 的大小。
- V_{out} 可接 MCU 的 ADC(Analog-to-Digital Converter)或 GPIO 做准位判断。

判断说明：

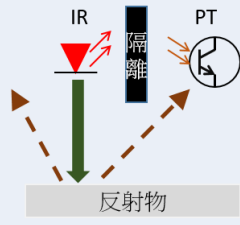
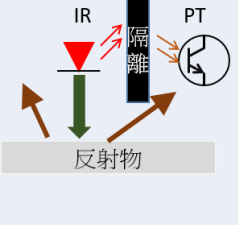
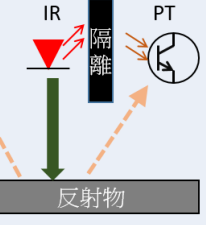
- 无辐照度时，PT 截止， V_{out} 输出为高电平(V_{cc})
- 辐照度低时，PT 导通， V_{out} 输出为高电平($V_{\text{cc}} - (I_c \times R_L)$)
- 辐照度高时，PT 饱和， V_{out} 输出为低电平($V_{\text{CE}(\text{sat})}$)

注： $V_{\text{CE}(\text{sat})}$ 为 PT 饱和电压。

二、利用反射式 ITR 做物体侦测方法：

IR LED 通常和 PT 一起搭配作为物体侦测或是遮断侦测应用。图二为利用 IR LED 发射 IR 经由物体反射到 PT 做反射式物体侦测的示意图；为了避免 IR LED 发射的 IR 不经过物体反射，直接在机构内照射到 PT 造成误判，所以 IR LED 跟 PT 必须有效隔离。利用底下的两项特性，即可做到反射物的距离侦测。

- 反射物距离越近，PT 收到的反射辐照度越强，输出的电流会越高。
- 不同的材料会有不同的反射率，一般颜色越深、表面越粗糙的物体反射率越低，同距离情况下，接收端输出的电流相对会降低。

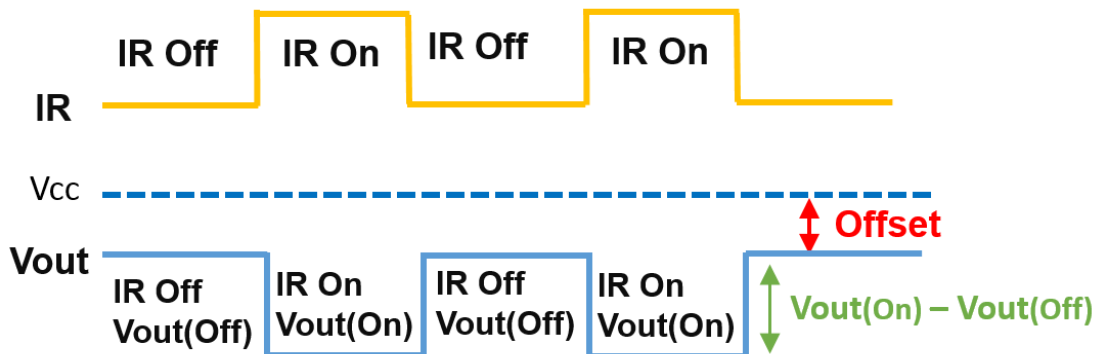
反射物距離	遠	近	遠
反射物表面	光滑	光滑	粗糙
反射物顏色	淺	淺	深
示意圖			
反射強度	中	強	弱

图二、反射物的距离及材质对物体侦测的影响



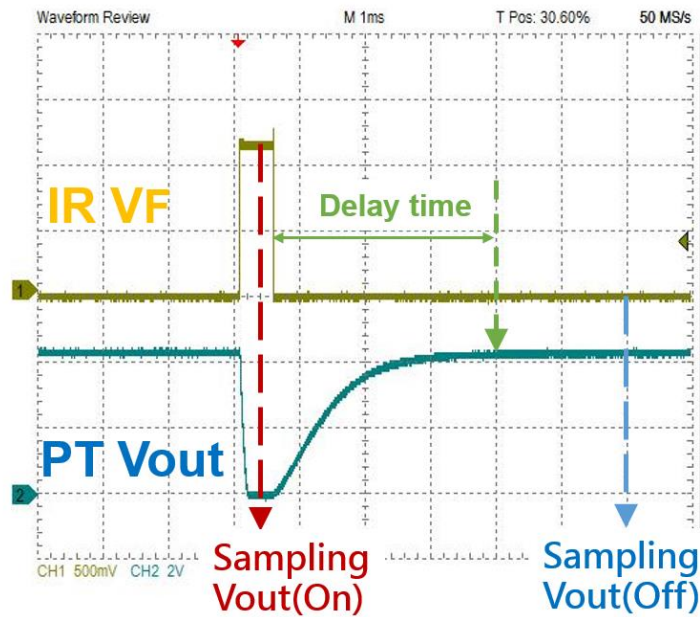
图三、自带隔离机构的 IR LED+PT 组合组件 ITR

若使用直流(Direct current; DC)的侦测方式，在 ITR 被环境光照射时容易造成误判。原因是 PT 端无法分辨接收到的辐照度是来自于环境光，还是 IR 经物体反射。改善方式如图四，把 IR 的发射方式从 DC 改为脉冲(Pulse) 然后 PT 需分别侦测每次 IR Off 及 IR On 时的电压值 $V_{out}(Off)$ 及 $V_{out}(On)$ ，此时 $V_{out}(Off)$ 就代表环境光造成的偏移值(Offset)， $V_{out}(On)$ 代表的则是环境光加上 IR 发射时的电压值，故 $V_{out}(On)$ 和 $V_{out}(Off)$ 之间的电压差就是单纯 IR 发射时造成的电压值。此方式除了可以降低环境光的干扰，也因为 IR 的发射是利用 Pulse 短时间点亮，故可以利用更强的电流驱动来侦测更远的距离。



图四、改善环境光干扰的方式

图五为 PT 实际输出波形的例子，可发现在 IR 从 On 切换到 Off 时，PT 会有一段延迟时间，故在取样 $V_{out}(Off)$ 时，需确认 PT 输出电压已经稳定，避免后续计算物体侦测变异量时造成误判。



图五、PT 的输出电压波形侦测

三、实例参考

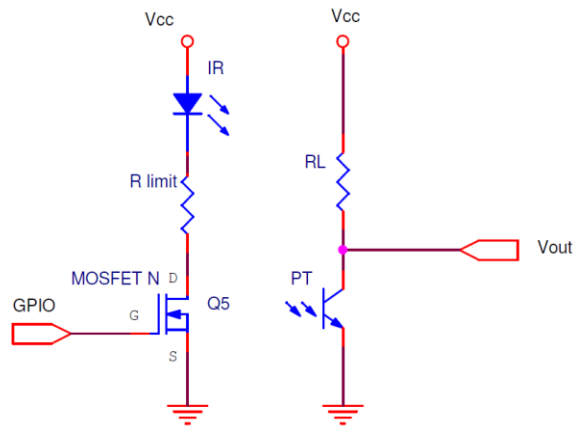
图六为一应用电路图范例，利用 MCU 的 GPIO 控制 MOSFET 的开、关来控制 IR 发射脉冲，并把 Vout 接到 MCU 的 ADC 接脚；利用调整 R limit、RL 的电阻值来确认物体侦测的距离，最后利用 ADC 读取的 Vout(Off)及 Vout(On)差异值来设定物体侦测的阈值。

参考图四的方式控制 GPIO 及参考图五的波形作 ADC 取样时间设定，底下以使用美特光 ITR20001/T24 (Bin K)为例，IR on 时间长度为 350us，在 300us 时取样 Vout(On)，IR Off 时间长度为 50ms，在 6ms 时取样 Vout(Off)。Vcc = 5V，R limit= 82 ohm(IF ≐ 50mA)，RL= 150k ohm。建议阈值可设定在 ADC 最大值的 1/3 左右，此 1/3 值是为了保留给光干扰的 Offset 使用，此值设定越大抗光干扰能力越强，但物体侦测范围会相对降低。图七为采上述方式设定，并把 Vout 接到 ADC 后，对不同侦测物的比较(Y 轴为 Vout(Off)与 Vout(On)差异的 ADC 读值)。由图中可看出反射物颜色越浅反射量越高，可侦测的距离范围越大，一般会折中以灰卡做设计参考，以此图为例，灰卡的可判断的范围约为 0.1~6cm，黑卡为 0.1~3.5cm，白卡为 0.1~9.5cm。

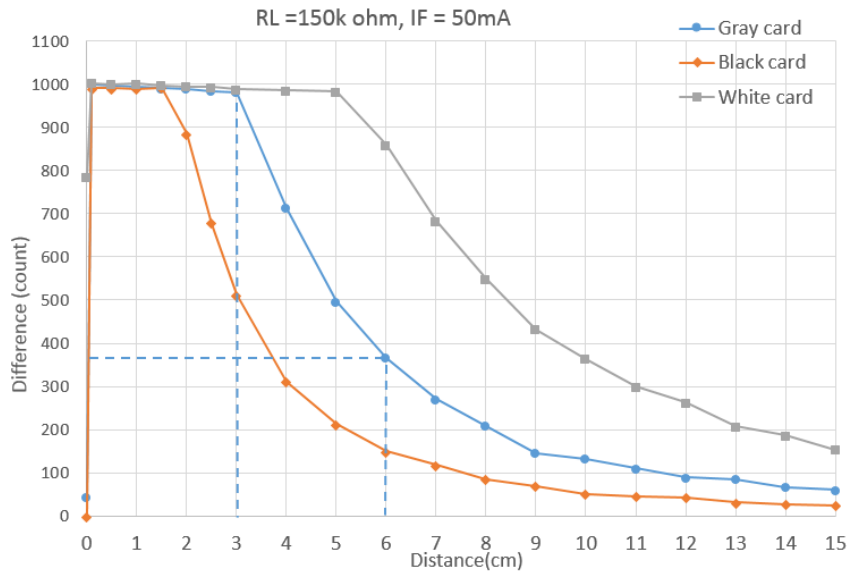
图八为反射物灰卡配合 150k ohm 的 RL 做改变 If 的测试，可发现当 If 增加到 100mA 时，可判断的范围会增加为 0.1~9cm。

图九为反射物灰卡配合 50mA 的 If 做改变 RL 的测试，可发现当 RL 降低到 68k ohm 时，可判断的范围会降低到 0.1~4.5cm。

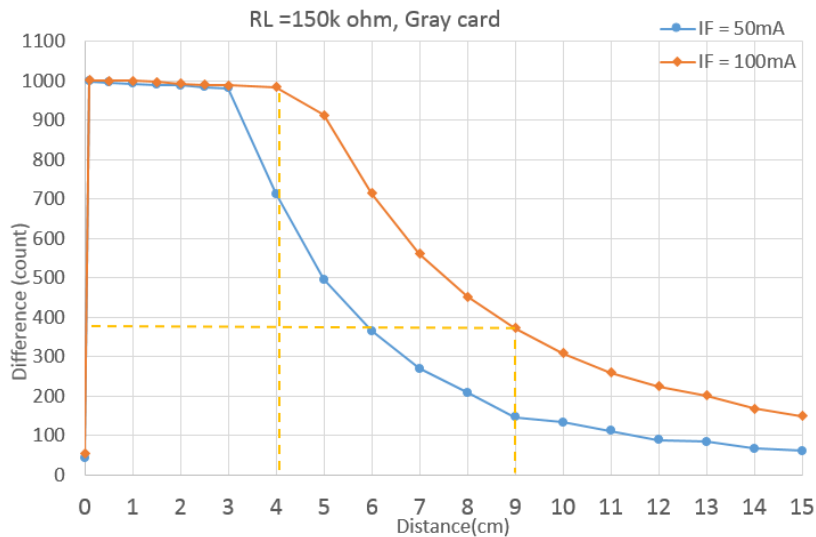
- 注：1. 若侦测物体跟 ITR 完全密合，因无反射路径会使反射值为零。
2. 以上测试结果都是以 ITR 上方不加盖板(单体裸测)。



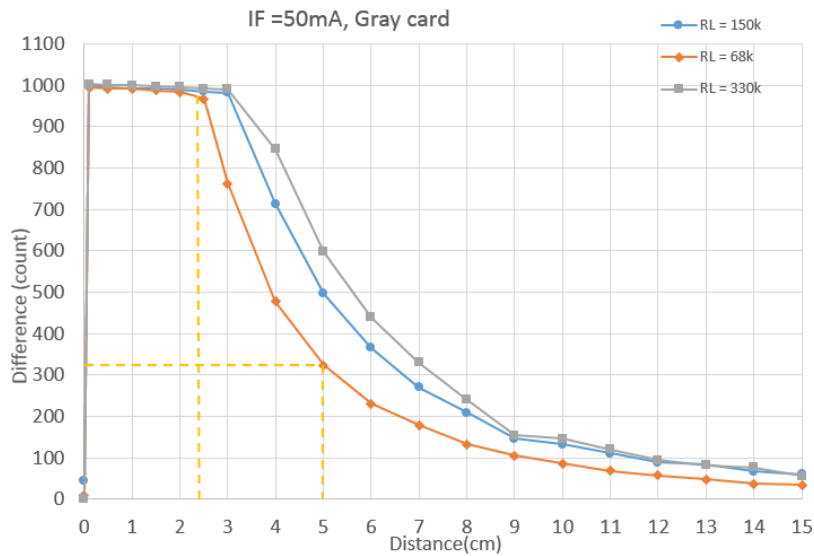
图六、应用电路图



图七、不同颜色待测物对 ADC 读值影响



图八、不同 If 对侦测距离的影响



图九、不同 RL 对侦测距离的影响

四、结论

调整 If 或 RL 可以调整物体侦测距离，若想增加侦测距离且无功耗考虑，建议以增加 If 优先，因加大 RL 同时也会增加光干扰的强度；若是要降低侦测距离则以降低 RL 电阻值优先，同时降低环境光干扰。

五、推荐型号

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

本应用手册信息仅提供客户设计参考，实际使用请客户自行验证，若有其他问题请与美特光电子联系取得进一步技术支持。