

【2021 國科學探究競賽-這樣教我就懂】

社會組 科學文章表單

文章題目：車子好聰明！如何知道下雨了？出太陽？進隧道？

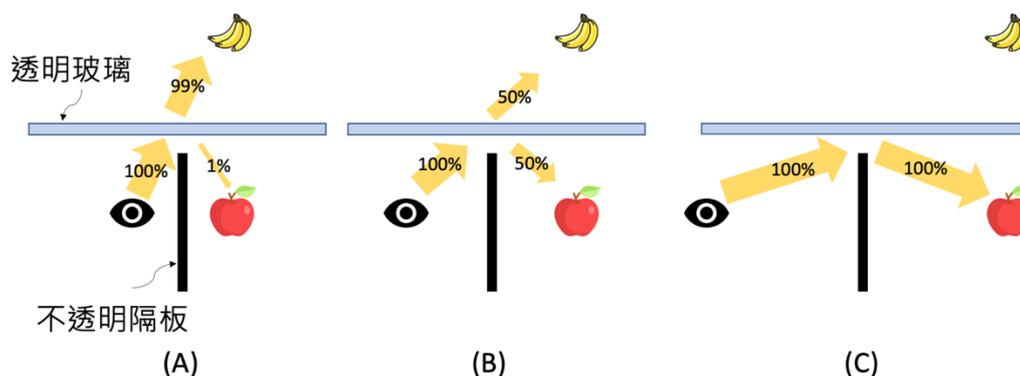
文章內容：(限 500 字~1,500 字)

隨著自駕電動車 - 特斯拉近幾年的興起，許多朋友也對於充滿「智慧」的車子充滿興趣。現在的燃油車裡面也有許多聰明的科技。試想，為什麼下雨了車子會自動地開啟雨刷？進隧道了會自動開啟大燈？本文章會有淺顯易懂的說明。

其實工程師們幫汽車裝了「眼睛」！這個眼睛可以看到玻璃上的水滴，也可以看到車子是否被「太陽光」照射到，或者只是一般的日光燈。幫汽車加裝這類的眼睛感測器，體積小，成本低，也不太耗電，真是個經濟又實惠的聰明方法！

什麼是全反射？

想了解車子的感測器，得先從光的全反射說起，當光線從一介質遇到另一介質時，就會產生折射以及反射。舉例來說，光線在空氣中走，遇到玻璃時，有一部分的光線會穿透，有一部分會反彈。然而在一定的角度以外，光線幾乎都不穿透了，只會反彈，這就叫做全反射。



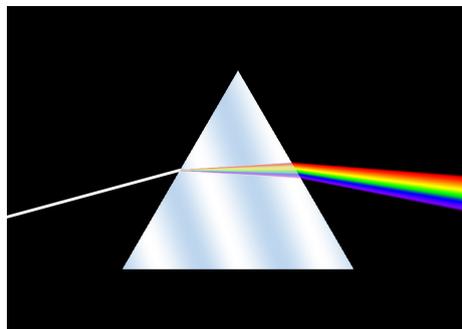
圖一，全反射的發生條件

圖一為例，有一面透明玻璃，玻璃上方擺一串香蕉，玻璃下方則垂直擺放一個不透明隔板，一邊擺一顆蘋果，另一邊站著一個觀察者。

- 圖一(A)，當觀察者朝著箭頭角度看過去時，幾乎可以全部看透，此時可以很清楚看得到香蕉，而幾乎是看不到蘋果的。
- 圖一(B)則是把觀察者跟蘋果香蕉擺得更遠一些，可以發現有一半的光線穿透了，另一半則是折射，此時觀察者可以從玻璃看到不是很清楚的香蕉，同時也看得到不太清楚的蘋果。
- 圖一(C)我們把觀察者跟蘋果香蕉擺得再更遠些，此時幾乎所有的光線都反射，觀察者只看得到蘋果，再也看不到香蕉了。這個時候的狀態我們稱之為全反射。

什麼是折射？

有了全反射的概念之後，我們再來了解一下折射。圖二是張相當有名的三稜鏡色散，這可是鼎鼎大名的牛頓先生發現的。



圖二，三稜鏡色散

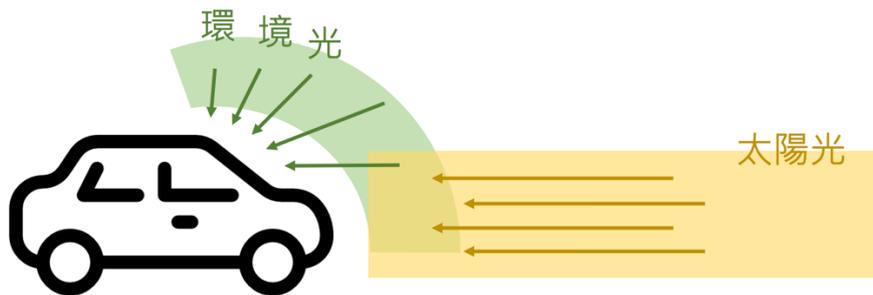
這張圖告訴我們，當光線遇到不同的介質時（例如從空氣中走進玻璃），光線會轉彎，而且不同顏色的光線轉彎的程度也不一樣。掌握了折射的原理，我們就可以來「搜集光線」了。

什麼是環境光？

工程師幫汽車裝了眼睛感測器，除了看玻璃上有沒有水滴，也要搜集這台車附近的光線（稱之為環境光）。譬如它是在太陽下行駛中，停在有日光燈的地下室，或者在黑暗中行駛？環境光的特色是，這些光線來自四面八方，我們可以透過特殊結構的玻璃，把車子周遭的光「折射」進去，進而被眼睛看到。

什麼是平行光(太陽光)？

太陽距離地球有 149380000 公里，光速行使需要七分半鐘，即使太陽是一個很大的「點」，當光線走了這麼遠的距離到達地球，我們都可以把這些光線近似視為平行光。所以如果要在汽車的眼睛感測器，看到車子是否被陽光照射到，也可以透過折射的技巧把這些光線搜集起來。



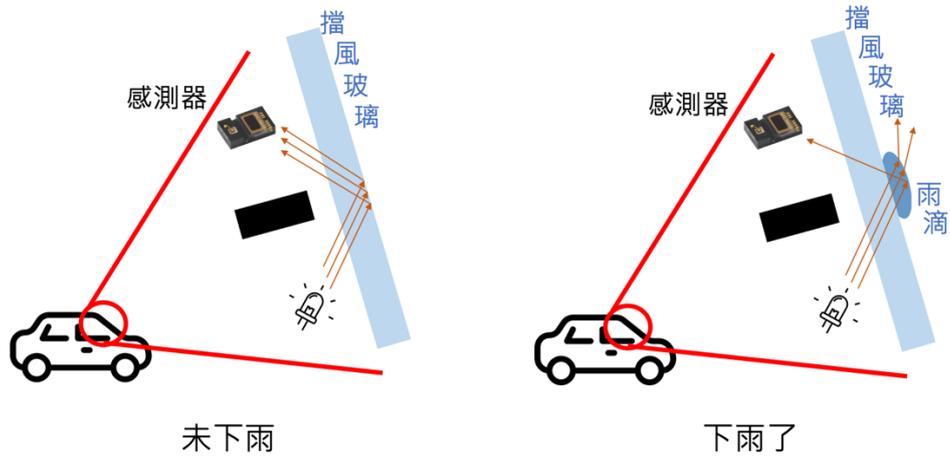
圖三，環境光與太陽光的差異

怎麼判別下雨了？

圖四左邊所示，利用全反射的原理，LED 發射器發出一定量的光線，如果玻璃外側沒有雨滴，雨滴感測器可以收到幾乎所有的光線，認定為沒有下雨。

圖四右邊所示，如果擋風玻璃外側有小雨滴，那麼則會改變全反射的路徑，使得

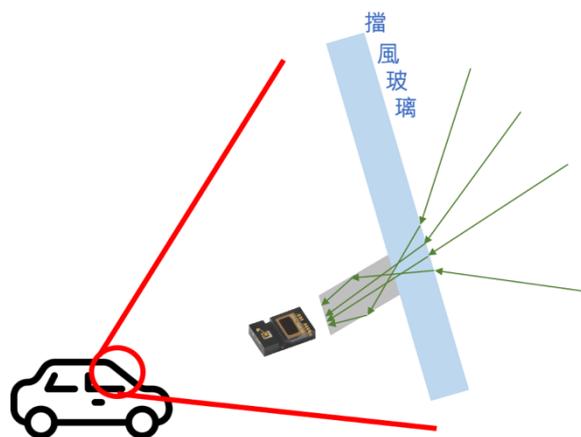
LED 發射出去的光線，僅有微量被雨滴感測器看到，其餘的光線都因折射而飄掉了。則認定為下雨了，因此汽車會自動打開雨刷，當雨滴被雨刷刮除時，又回到了全反射狀態。



圖四，雨滴感測器的工作原理

怎麼判別白天或晚上？

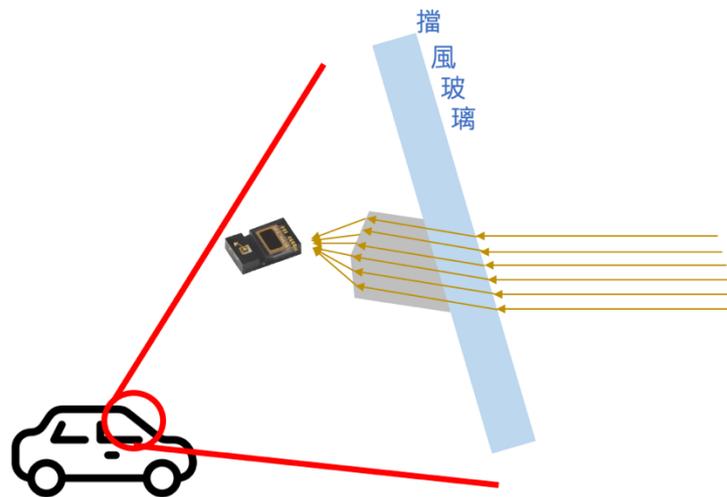
如圖五所示，車子所存在的地方，是白天或是晚上？則可以透過環境光感測器看到。環境光來自於四面八方，透過了折射的結構，若環境光搜集起來，亮度是足夠的，則判定為白天，如果環境光感測器看到的光線是不足的，則可判定為夜晚。



圖五，環境光感測器的折射結構

怎麼判別在隧道內？(或是沒有陽光的室內)

綜合上述兩個感測器的資訊，可清楚知道是否下雨了，也可以知道環境光是否充足，但是尚無法判別室內及室外（有沒有太陽）。因此額外加上平行光感測器，如圖六所示，平行光（太陽光）透過折射之後，用一個凸透鏡把光線聚焦搜集起來。這樣的作法就可以判別蒐集到的光線是否為太陽光，或者只是一般光線充足的室內。



圖六，平行光（太陽光）感測器的折射結構

雨滴感測器	環境光感測器	平行光感測器	所處環境
有雨滴	光線充足	光線充足	下雨+很亮+有陽光 = 太陽雨
	光線充足	光線不足	下雨+很亮+沒有陽光 = 室內下雨 (此狀況應不存在)
	光線不足	光線充足	下雨+很暗+有陽光 = 白天陰天下雨
	光線不足	光線不足	下雨+很暗+沒有陽光 = 晚上下雨
無雨滴	光線充足	光線充足	沒下雨+很亮+有陽光 = 大晴天
	光線充足	光線不足	沒下雨+很亮+沒有陽光 = 隧道, 室內
	光線不足	光線充足	沒下雨+很暗+有陽光 = 陰天
	光線不足	光線不足	沒下雨+很暗+沒有陽光 = 沒有燈的室內

表一，三個感測器的訊號總和，可判別車子所處的環境

表一則提供了三種感測器綜合起來的八種結果，不同的訊號組成代表車子所存在不同的環境。有了這張表，車子就可以很聰明的判別雨刷或是大燈是否要打開！

隨著自駕電動車的興起，未來一定會添加更多的智能設備。可能是光學，電學，甚至是磁力的應用會越來越多。當汽車搜集的資訊已經比人類更多，更精密。透過人工智能的運算，判斷能力也接近人類的水準時，全自駕電動車則會是又安全又有效率的交通工具。這些都離不開科學，科技，試著了解更多才開發出更貼近需求的設計。

參考資料

1. HELLA – Rain/Light sensor for steeply raked windscreens
<https://www.hella.com/forklift/en/Rain-light-sensor-for-steeply-raked-733.html>
2. BMW - How rain-sensing wipers work
<https://thebmwstore.ca/blog/how-rain-sensing-wipers-work>