

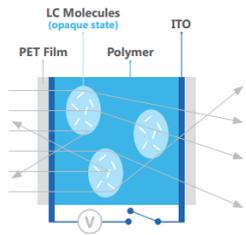
2024仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽成果報告書

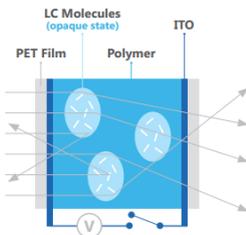
隊伍名稱： 皮卡丘走路皮卡乒乓乒乓

作品名稱： 智能防盜安全帽

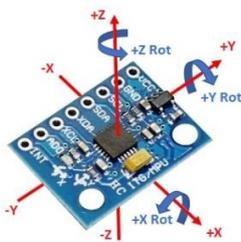
科學概念1： 電控調光膜的光學效應是基於液晶微粒的排列變化，這種排列變化受外加電場的調控，在智能玻璃、隱私玻璃等領域有廣泛的應用，因為它能夠提供即時控制透明度的功能，滿足隱私保護和光線控制的需求。



藉由外加電場可調控液晶與高分子間的折射率關係，造成光散射與光穿透狀態。在無電的狀態下，液晶微粒是隨機排列的，使得薄膜呈現不透明的狀態；而在通電的狀態下，液晶微粒會排列整齊，使得薄膜變得透明。



科學概念2： MEMS 陀螺儀(Gyroscope)又名角速度計：為角慣性感測器，用於感測圍繞某個軸發生的旋轉，測量以度/秒為單位的角速度，核心元件是一個經過微加工之機械元件，利用科氏力(Coriolis Force)原理把角速率轉換成特定感應結構直向位移，進而取得變化量資訊。不同於傳統的陀螺儀用於測量角位移，角速度測量能夠間接測量出角位移和速度。



決賽成果報告書內文

一、發想動機：

現在安全帽功能越來越豐富如行車紀錄器、藍芽耳機、藍芽語音助理、HUD 抬頭顯示器、GPS 定位器或導航等設備，價值頗為驚人！「將安全帽留在機車上去購物安全嗎？」、「相較昂貴的安全帽是否有被偷的風險在？」這些問題深深困擾著機車騎士們。

我們從電視廣告「LG 敲敲看門中門冰箱」的電控調光膜技術發想，如果能在安全帽擋風片貼上電控調光膜，用以控制擋風片的「透明度」，來設計一款智能防盜的安全帽，搭配 APP、RFID 上鎖，將可以大幅降低安全帽被竊的機率。

此外，為了增加騎士行車時的安全，在安全帽後方我們也加裝了彩色點矩陣，騎士可透過將安全帽左傾或右傾來使點矩陣顯示「左轉圖案」與「右轉圖案」，讓騎士的生命更有保障！

二、作品創意性：

(1) 電控調光膜安全防盜機制

當使用者準備離開安全帽時即可使用 APP 上鎖，此時電控調光膜為「不透明」；需要使用安全帽時可使用 RFID 卡片解鎖使電控調光膜為「透明」，可大幅降低安全帽被竊的機率，進而達到主動防盜的效果，也是本專題最具創意的巧思。

(2) Line Notify 即時通報

當安全帽上鎖時，有被移動傾斜等條件觸發，隨即發出警報聲響來嚇阻偷竊的行為。系統也會透過 Line Notify 通知騎士安全帽有被偷竊的情況，請立刻過來查看。

(3) 彩色點矩陣方向警示

騎士可透過將安全帽左傾或右傾來使點矩陣顯示「左轉圖案」與「右轉圖案」，增加騎士行車時的安全，也讓騎士的生命更有保障！

三、硬體及電路架構圖：

如圖1所示，為本專題智能防盜安全帽的系統架構圖，下面將針對方塊模組做一個詳細的介紹。

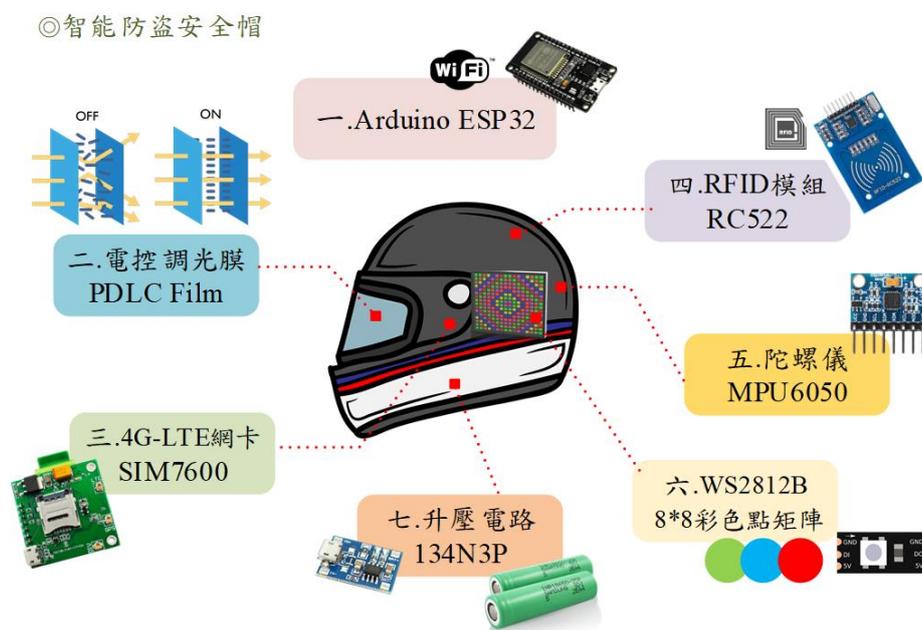


圖1、電路架構圖

(1) Arduino ESP32

如圖2所示，為ESP32內部方塊功能簡介，ESP32結合801.11 b/g/n/i Wi-Fi 和Buletooth / BLE 4.2，最高頻率可達240MHz，計算能力高達600DMIPS，且具備低功率等多種睡眠模式，供不同的物聯網應用場合使用。如圖3所示，為ESP32接腳功能圖。ESP32也提供SPI/SDIO和I2C/UART介面能與相對應的模組通訊。本專題主要使用此晶片將智能防盜安全帽的各個模組整合，透過4GLTE網卡與AI2設計的APP連結，完成本專題設計。

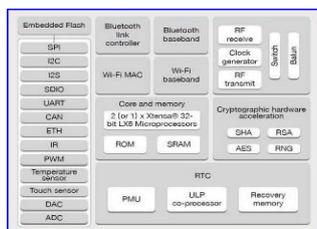


圖2、ESP32內部方塊功能

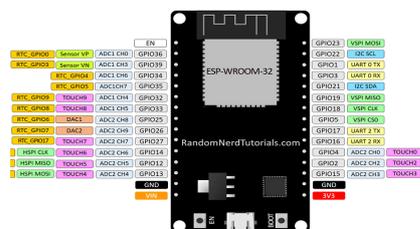


圖3、ESP32接腳功能

(2) 電控調光膜 PDLC Film

PDLC (Polymer Dispersed Liquid Crystal) Film是一種智能材料，高分子分散液晶薄膜為具異方性的液晶微滴均勻分散於高分子中之複合膜，藉由外加電場可調控液晶與高分子間的折射率關係，造成光散射與光穿透狀態，以達到薄膜顯示功能。在無電的狀態下如圖4所示，液晶微粒是隨機排列的，使得PDLC Film呈現不透明的狀態。而在通電的狀態下如圖5所示，液晶微粒會排列整齊，使得PDLC Film變得透明。PDLC Film的主要應用包括智能玻璃、隱私玻璃，它能夠提供即時控制透明度的能力，以達到隱私保護和光線控制的目的。

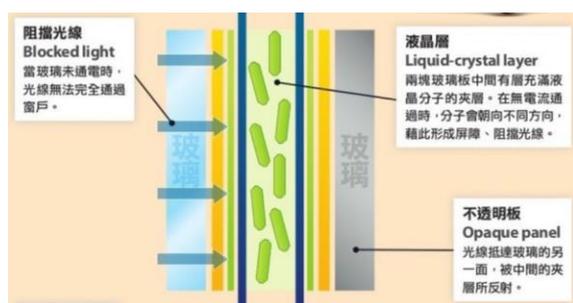


圖4、無電場時PDLC Film不透明

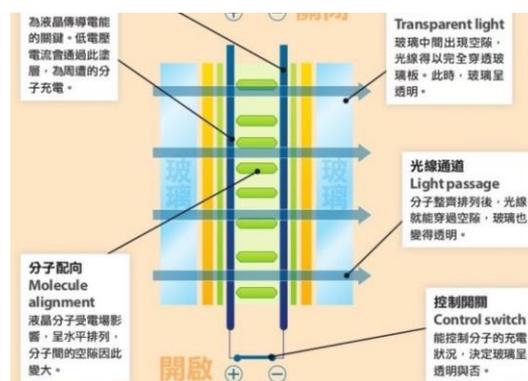


圖5、外加電場時PDLC Film呈透明

本專題使用PDLC Film安裝於安全帽的擋風片上，透過NE555晶片設計無穩態多諧振盪器產生60Hz的方波，經由電流放大電路結合升壓變壓器，產生約80V/1A的方波來驅動此調光膜，最後完成可調光的安全帽擋風片，也是本專題最具創意的巧思。

(3)4G-LTE 網卡 SIM7600

如圖6所示為SIM7600E-H模組，SIM7600模組是一多功能的4G LTE模組，它能提供高速的網絡連接和通信功能。這個模組支援多種網絡標準，包括LTE、HSPA+、GSM等，保證在不同地區和網絡條件下都能提供穩定的連接。SIM7600模組也具有GPS和GNSS定位功能，能夠在需要地理位置資訊的應用中發揮作用。它還配備了多種通訊協定如USB、UART。圖7為臺灣電信業者4G LTE頻段，本專題購買SIM7600E-H模組有特別支援LTE-FDD B1/B3/B5/B7/B8/B20/B38頻段，以符合台灣電信業者規範。ESP32晶片透過UART協定與SIM7600E-H模組通訊，達到智能防盜安全帽在不需任何WiFi的條件下透過SIM7600E-H模組上網，只要安裝SIM卡隨時都可以讓安全帽達到防竊的效果。



圖6、SIM7600E-H 模組

多工模式	中華電信 China Telecom	遠傳FET	台灣大哥大	T STAR 台灣之星	亞太電信 G+
B1 (2100MHz)	✓	✓	✓	✓	
B3 (1800MHz)	✓	✓	✓		
B7 (2600MHz)	✓	✓		✓	
B8 (900MHz)	✓			✓	
B20 (700MHz)		✓	✓		✓
B38 (2600MHz)		✓			✓

圖7、臺灣電信業者4G LTE 頻段

(4)RFID-RC522模組

如圖8所示，為Mifare RFID-RC522讀取模組，採用MFRC522晶片本身支援SPI介面，它的卡片屬於被動式、無內建電源（也稱為「無源」），卡片所需的電力來自讀寫器的電磁場。啟動RFID讀寫器之後，讀寫器的天線將不停地發送電磁波，每當卡片進入此電磁場，卡片內部的線圈和電路將與此電磁場產生共振，從而獲得電能。當卡片被電磁能啟動之後，將等待接收與回應來自讀寫器的命令。為了用電波傳送數位訊號，必須將數位訊號加上載波調變，Mifare的載波頻率是13.56MHz。本專題主要使用此RFID模組作為智能防

盜安全帽的解鎖方式，此外，當安全帽要借給別人用時，也可以透過APP來遠端解鎖。



圖 8、RFID-RC522 模組實體

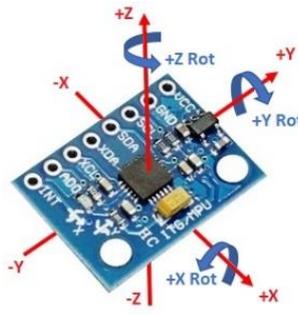


圖 9、MPU6050 陀螺儀模組

(5) 陀螺儀 MPU6050

如圖 9 所示，是 MPU6050 陀螺儀模組實體圖，MPU6050 (GY-521 的感測器) 是 InvenSense 公司推出的全球首款整合性 6 軸運動處理元件。內部包含三軸陀螺儀以及三軸加速計，結合在一起的數位運動處理器 (簡稱 DMP)，以 I2C 輸出 6 軸旋轉矩陣的數位資料。繞 X 軸旋轉角度為 roll，繞 Y 軸旋轉角度為 pitch，繞 Z 軸旋轉角度為 yaw，晶片檢測上下左右前後哪幾個面受了多少力 (包括重力)，然後計算出偏轉角速度與重力加速度。MPU 解析度在 3 軸加速度和 3 軸陀螺儀分別用了 3 個 16 位的 ADC，每個軸輸出的資料數值範圍是 -32768 至 +32768。

本專題利用 MPU6050 所獲得的 6 軸旋轉矩陣數據轉換成 3 軸的角度，當安全帽未上鎖時，此陀螺儀即可透過左傾、右傾來控制後方點矩陣的「左轉圖案」與「右轉圖案」。當安全帽上鎖時，此陀螺儀則透過 XYZ 角度變化來判斷安全帽是否被移動，一但移動觸發隨即發送 Line Notify 給使用者。

四、作品成果報告：

(1) 電控調光膜與 RFID 之測試

本專題實驗透明導電膜如圖 11 所示電路，根據量測出來的數據直流電壓從 1V 到 2V，轉換成交流電壓 0V 到 80V 通電，使 PDLC 造成透明度的調變，當交

流電壓為80V時幾乎是接近透明狀態。經過多次的實驗，結果如圖10所示，橫軸為外加直流電壓，縱軸為實驗光源穿過PDLC的流明照度，我們使用GY-30模組來擷取流明數值，完成實驗。實驗發現，智慧調光膜能藉由電壓改變薄膜內的液晶分子排列，在透明與不透明間切換。從新電子科技雜誌2018/6月號第387期，也可得知PDLC可調控光線通過的「開」與使光線散射的「關」。本專題實驗透明導電膜能調控光從高穿透的「透明」到低穿透的「不透明」，與雜誌實驗結果相同。並且發現導電薄膜能藉由外加不同電壓來改變透明度，因此，我們將此實驗結果與安全帽結合，完成智能防盜安全帽專題。

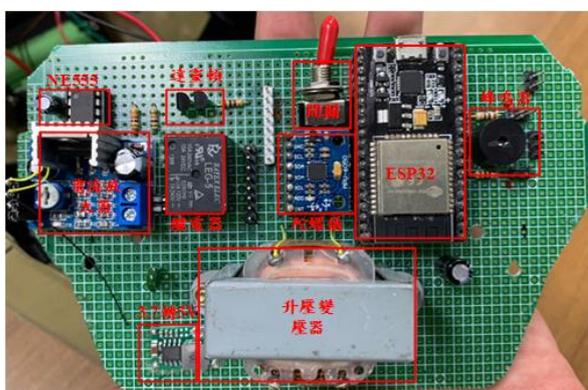


圖11、PDLC電壓與流明實驗電路

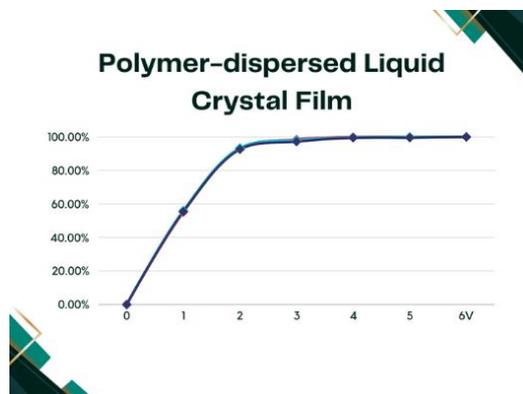


圖10、PDLC電壓與流明實驗

如圖12所示，為安全帽3D組示意裝圖，此3D物件透過Thingiverse網站取得，透過Crealty創想三維CR-6 Max FDM列印機列印組裝完成如圖13所示，過程中使用Tinkercad線上3D編輯軟體將原始STL檔案，編修成符合專題需要的安全帽規格，並將電控調光膜安裝於擋風片上。



圖12、安全帽3D組裝示意圖



圖13、安全帽組裝完成圖

如圖14所示，當按下APP的Lock按鈕後(紅色)，安全帽擋風片隨即變成不透明，安全帽進入防竊模式；如圖15所示，當再一次按下APP的Lock按鈕(灰色)或使用正確RFID掃描後，安全帽擋風片隨即變成透明，安全帽進入可使用模式。圖16為安全帽實際解鎖(透明)後穿戴，圖17為安全帽電路、模組配置安裝圖。



圖14、APP上鎖調光膜不透明



圖15、RFID解鎖後調光膜透明



圖16、實際解鎖(透明)後穿戴



圖17、安全帽內模組安裝圖

(2) 安全帽左右傾觸時發8*8彩色點矩陣

本實驗使用陀螺儀MPU6050感測模組和ArduinoUno控制器，設計一個空間向量六自由度實驗如圖18所示，以測量角速度的數據大小，並紀錄旋轉的角度變化如圖19所示，同時顯示到對應偏轉的LED上，當傾角大於45度時，相對應的前、後、左、右LED燈會點亮，並將此特性整合於智能防盜安全帽中。

實驗裝置

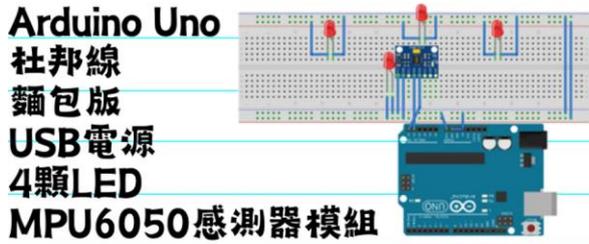
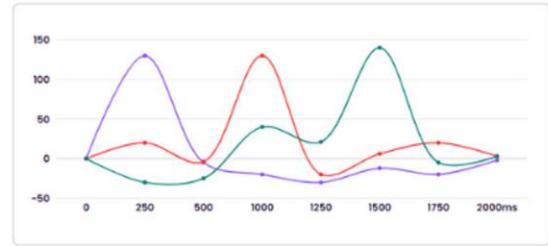


圖18、MPU6050實驗裝置

角速度 (Angular Velocity) 偏移量



● 縱軸—翻滾 (roll) ● 橫軸—俯仰 (pitch) ● 垂軸—偏擺 (yaw)

圖19、MPU6050角速度偏移量

如圖20、22所示，為安全帽解鎖時左傾斜的情況，此時8*8彩色點矩陣會重複顯示左轉圖示(<<<LEFT<<<)、左前方藍色LED警示燈閃爍與蜂鳴器發出聲響，直到騎士的頭擺正後停止顯示；如圖21、23所示，當安全帽解鎖時右傾斜的情況，此時8*8彩色點矩陣會重複顯示右轉圖示(>>>RIGHT>>>)、右前方藍色LED警示燈閃爍與蜂鳴器發出聲響，直到騎士的頭擺正後停止顯示，點矩陣會以跑馬燈的方式慢速與快速移動，系統預設每次觸發跑兩次後停止，以增加騎士夜間騎車的安全性。



圖20、安全帽左傾斜測試



圖21、安全帽右傾斜測試



圖22、實際穿戴左傾斜情況



圖23、實際穿戴右傾斜情況

(3) 遭竊時發送 Line Notify 訊息

Line Notify的訊息發送可設定發送給使用者或是特定人士如父母親、借用安全帽的朋友等。當安全帽透過APP上鎖後，安全帽隨即進入防竊模式，此時會發送如圖24所示「安全帽上鎖中！請將安全帽放置水平！」訊息；當進入防竊模式且因移動觸發系統，此時會發送如圖25所示「安全帽有遭竊疑慮，請到現場查看！」訊息；當安全帽解鎖正常使用，此時會發送如圖26所示「安全帽解鎖中，可以正常使用！」訊息。



圖24、安全帽上鎖中 圖25、安全帽有遭竊情況 圖26、安全帽解鎖使用

五、參考文獻：

- (1) 趙英傑 (2016)。超圖解 Arduino 互動設計入門。台北市：旗標出版。
- (2) 蔡忠福 (2017)。創新與創意發明應用。新北市：台科大圖書。
- (3) 尤濬哲 (2021)。IoT 物聯網應用：使用 ESP32開發版與 Arduino C 程式語言。新北市：台科大圖書。