

2025 仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽成果報告書

隊伍名稱：超乎預料

作品名稱：智慧駕駛守護者：防禦駕駛輔助系統

科學概念 1：防禦駕駛

防禦駕駛概念強調駕駛者除了遵守交通規則，還需保持高度警覺，能主動辨識風險並採取預防措施。然而隨著資訊爆炸，人類注意力正快速下降。根據微軟在2016年發表的報告，人類平均注意力時間已從12秒降至8.25秒，甚至低於金魚的9秒，若是駕駛者處於疲勞或分心情況，防禦駕駛將難以落實。在本研究中，我們導入語音、燈號與影像等科技輔助，降低駕駛對單一感官的依賴，提升風險感知能力，進而減少事故發生的機率。

科學概念 2：內輪差

內輪差概念是指車輛在行駛過程中，前輪與後輪所行經路徑間的橫向距離差異。當車輛以特定的轉向角度通過彎道時，前輪會繪出較大的轉彎半徑軌跡，而後輪則會走在較小的半徑上，因而產生明顯的行駛軌跡差異。在本研究中，我們探討大客車於轉彎過程中，由於其車長及軸距較大，所導致的內輪差現象，以及因此產生的死角與視覺盲區問題。

決賽成果報告書內容

1. 發想動機：

近幾年來都市化發展迅速，交通運輸需求提升，也造成車輛事故的增加，根據113年全國大型車左右轉件數事故統計（如圖一、二、三），大客車在行駛途中，因車身大、座位高，使駕駛者容易產生視野盲區，是造成車輛事故的重要原因之一，特別是在車輛進行轉彎、變換車道時，死角導致駕駛者無法掌握周遭情況、增加事故風險。為了能有效減少車輛因死角所造成的事故，我們想開發讓駕駛者在行駛過程裡，能輔助駕駛者掌握周圍情況，並提醒道路中周圍車輛或行人的警訊，希望能減少車輛事故發生率。

大型車與機車										
排序	當事者區分	件數			案件死亡人數			案件受傷人數		
		左轉彎	右轉彎	小計	左轉彎	右轉彎	小計	左轉彎	右轉彎	小計
1	大貨車	338	391	729	6	15	21	363	409	772
2	曳引車	108	153	261	6	6	12	106	161	267
3	大客車	134	101	235	1	0	1	145	111	256
4	半聯結車	15	39	54	0	4	4	17	35	52
5	全聯結車	10	9	19	0	0	0	10	11	21
總計		605	693	1,298	13	25	38	641	727	1,368

圖一：113年全國大型車左右轉件數事故統計-大行車與機車

資料來源：道安總動員統計圖表

大型車與自行車										
排序	當事者區分	件數			案件死亡人數			案件受傷人數		
		左轉彎	右轉彎	小計	左轉彎	右轉彎	小計	左轉彎	右轉彎	小計
1	大貨車	10	28	38	0	3	3	10	26	36
2	曳引車	2	25	27	1	9	10	1	19	20
3	大客車	5	15	20	0	2	2	5	14	19
4	半聯結車	0	1	1	0	1	1	0	0	0
5	全聯結車	0	1	1	0	0	0	0	1	1
總計		17	70	87	1	15	16	16	60	76

圖二：113年全國大型車左右轉件數事故統計-大行車與自行車

資料來源：道安總動員統計圖表

大型車與行人										
排序	當事者區分	件數			案件死亡人數			案件受傷人數		
		左轉彎	右轉彎	小計	左轉彎	右轉彎	小計	左轉彎	右轉彎	小計
1	大貨車	26	8	34	2	1	3	25	7	32
2	大客車	21	7	28	2	0	2	22	7	29
3	曳引車	5	8	13	0	3	3	5	5	10
4	半聯結車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	全聯結車	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總計		52	23	75	4	4	8	52	19	71

圖三：113年全國大型車左右轉件數事故統計-大行車與行人

資料來源：道安總動員統計圖表

2. 作品創意性：

為了讓駕駛者能在轉彎途中，掌握死角周遭情況，我們增加了以下功能：

一、 內輪差範圍警示：

當車輛轉彎時，利用雷射在轉彎的地面上投射出內輪差的範圍，提醒周圍車輛或行人能保持安全距離，防止意外。

二、 車輛周圍駕駛語音警告：

透過紅外線判斷用路人是否進入車輛死角範圍，若偵測到有車輛或行人進入，系統將透過語音提醒，如「你已進入車輛死角請注意安全」。

三、 駕駛艙警示燈號：

設置左、右兩顆警示燈，當用路人進入車輛四周，如左側有用路人進入車輛警示範圍，則在駕駛艙的左側警示燈會亮起，依情況對應燈號。

四、 轉彎語音提示：

當車輛轉彎時，會發出語音提示，如「左轉彎、右轉彎、倒車中，請小心」。

五、 GPS定位：

現代科技逐漸進步，車載系統逐漸普及，我們希望能結合GPS導航系統，來實現完整車載系統的一體化。

3. 硬體及電路架構圖：

本作品使用：

Arduino 紅外線遙控器及接收器、紅色一字型雷射頭、紅外線避障模組、ESP32-CAM、Arduino_MAGA、喇叭、GPS模組（如圖四）。

例，當現在的時間currentMillis減掉上次掃描的時間lastSensorScan，如果相差的時間 \geq 訊號掃描週期sensorScanCycle，這時程式就會再進行訊號讀取並更新的動作（如圖六）。

```
void loop()
{

//=====訊號掃描=====
currentMillis=millis();

if (currentMillis-lastSensorScan>=sensorScanCycle){//訊號會以lastSensorCycle為週期掃描
|   sensorL1S=digitalRead(sensorL1);
|   sensorL2S=digitalRead(sensorL2);
|   sensorL3S=digitalRead(sensorL3);
|   sensorR1S=digitalRead(sensorR1);
|   sensorR2S=digitalRead(sensorR2);
|   sensorR3S=digitalRead(sensorR3);
|   lastSensorScan=millis();
}

if (currentMillis-lastSignalScan>=signalScanCycle){//訊號會以signalScanCycle為週期掃描
|   signalFS=digitalRead(signalF);
|   signalBS=digitalRead(signalB);
|   signalLS=digitalRead(signalL);
|   signalRS=digitalRead(signalR);
|   lastSignalScan=millis();
}
}
```

圖六：訊號掃描

（三）透過UART與ESP32通訊並傳送JSON檔

1. 定期觸發傳送功能

定期傳送的功能，也是採用millis()的寫法，讓程序不會暫停而影響到其它功能，會以transmitCycle為周期執行傳送的功能，條件符合時會呼叫自訂函數sendJson()，來完成傳送功能（如圖七）。

```
CurrentUartTime = millis();
if (CurrentUartTime - lastTransmit >= transmitCycle) {
|   lastTransmit = CurrentUartTime;
|   sendJson();
}
```

圖七：定期觸發傳送功能

2. 傳送JSON檔

當傳送JSON檔的功能被觸發後，就會進入自訂函數sendJson()中開始執行傳送功能，可以看到創建了1個JSON文檔，分別更新了剛才上方掃描的sensor的狀態，接著透過serializeJson(doc,Serial1)來將JSON檔藉由Serial1的RX、TX來傳送（如圖八）。

```

void sendJson() {

    StaticJsonDocument<256> doc; // 創建 JSON 文檔

    // **動態填充最新數據**
    doc["side-left-1"] = !sensorL1S;
    doc["side-left-2"] = !sensorL2S;
    doc["side-left-3"] = !sensorL3S;
    doc["side-right-1"] = !sensorR1S;
    doc["side-right-2"] = !sensorR2S;
    doc["side-right-3"] = !sensorR3S;
    doc["front-left"] = signalLS;
    doc["light2-front-left"] = signalLS;
    doc["rear-left"] = BLL;
    doc["front-right"] = signalRS;
    doc["light2-front-right"] = signalRS;
    doc["rear-right"] = BRL;

    // 發送 JSON 到 Serial1
    serializeJson(doc, Serial1);
    Serial1.println(); // 加換行符，確保接收端可以區分每條消息
}

```

圖八：傳送JSON檔

(四) MP3語音播放

1. 啟用MP3播放器

可以看到一開始會先設定Arduino與MP3播放器的Serial通訊的鮑率，兩者之間透過RX、TX來溝通，接著dfmp3.begin()啟動MP3播放器，啟動後再重新啟動dfmp3.reset()，這時會聽到喇叭有啵一聲，重啟完成後便開始設定音量，與讀取檔案數，設定完成後等待被觸發執行（如圖九）。

```

//MP3

Serial.begin(9600); //啟用監控視窗
Serial.println("initializing...");
pinMode(busy,OUTPUT);

dfmp3.begin(); //開始使用DFPlayer模組

//重置DFPlayer模組，會聽到"波"一聲
dfmp3.reset();

//音量控制，0~30
uint16_t volume = dfmp3.getVolume();
Serial.print("volume ");
Serial.println(volume);
dfmp3.setVolume(25);

//取得所有MP3檔的總數
uint16_t count = dfmp3.getTotalTrackCount(DfMp3_PlaySource_Sd);
Serial.print("files ");
Serial.println(count);

Serial.println("Play Mp3...");
/*
| // 播放MP3，參數就是第N首。如要播第一首MP3，參數就是1，第二首就是2
dfmp3.playMp3FolderTrack(1);
*/

```

圖九：啟用MP3播放器

2. MP3語音播放

(如圖十) 作為舉例，功能是播放車輛左轉彎請注意安全的語音，要觸發播放的功能，需要符合感測器的條件，如現在是否為左轉等，當條件成立後，程式會執行dfmp3.playMp3FolderTrack(8)，而括號裡的8代表播放SD卡內的第8個音檔，進而達成播放語音的功能。

```
//=====車輛左轉彎請小心安全=====
if (signalLS==1 ){//要先確認有左轉訊號，接著才觸發語音
  digitalWrite(laserML,1);
  if (currentMillis-lastSignalL>=songFinishCycle && sensorLS!=1){
    digitalWrite(speakerML,1);
    Serial.print("現在播放:");
    Serial.println("車輛左轉彎請小心安全");
    dfmp3.playMp3FolderTrack(8);
    lastSignalL=millis();//紀錄上次觸發完成時間
  }
}
else{//如果signalL沒有訊號將關閉speaker AND laser繼電器
  digitalWrite(speakerML,0);
  digitalWrite(laserML,0);
}
```

圖十：MP3語音播放

二、ESP32訊息傳送

ESP32扮演這套系統與外界溝通的腳色，因為ESP32本身帶有WIFI與藍芽的功能，而這套系統採用WIFI的通訊方式，ESP32在收到網站的請求後，則會將Arduino傳來的JSON檔透過WIFI傳送出去。

(一) WIFI與Server啟動

ESP32接上電源後，會先進行WIFI的連接WiFi.begin(ssid,password)，直到收到WiFi.status()=="WL_CONNECTED"，才進入下方的程序，print出WiFi的localIP()，與啟動伺服器Server.on() (如圖十一)。

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, RX_PIN, TX_PIN); // 初始化 UART2

  // 連接 WiFi
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Connecting to WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nConnected to WiFi");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // 設定 HTTP 端點
  server.on("/data", HTTP_GET, handleGetData);
  server.begin();
}
```

圖十一：WIFI與Server啟動

(二) 接收Arduino訊息

如果Serial2收到有資料，程式會將傳送過來的JSON檔，藉由Serial2.readStringUntil('\n')來讀取，並且讀取到出現'\n'為止，接著將讀取到的JSON檔存到latestJson這個變數中（如圖十二）。

```
void loop() {
  server.handleClient(); // 處理 HTTP 請求

  if (Serial2.available()) {
    latestJson = Serial2.readStringUntil('\n'); // 讀取 Arduino 傳來的 JSON
    Serial.println("接收到 JSON: " + latestJson);
  }
}
```

圖十二：接收Arduino訊息

(三) 等待網站請求，並回傳JSON檔

可以看到有一行寫著server.handleClient(),他會一直讀取是否有網頁的請求，如果有就會觸發圖9的handleGetData(),將剛才從Arduino傳來的JSON檔傳送給網站，藉由server.send(),其中還必須搭配server.sendHeader("Access-Control-Allow-origin","*"),來讓外部的網站可以取得資料（如圖十三）。

```
// 當電腦請求 "/data" 時，回傳最新 JSON
void handleGetData() {
  server.sendHeader("Access-Control-Allow-Origin", "*"); // 允許跨域請求
  server.send(200, "application/json", latestJson);
}
```

圖十三：等待請求，並傳送JSON檔

4. 理論模型：

車輛轉彎偏差帶（內輪差）：

當大型車輛在道路轉彎時，常會發生輾壓摩托車騎士或行人的嚴重事故，這通常是因為他們不了解「內輪差」所造成的危險。雖然駕駛人透過方向盤控制的是前輪的轉向，但實際上，後輪的行駛路徑與前輪並不完全一致。由於前輪與後輪的轉彎半徑不同，前輪的轉彎半徑（ R ）通常大於後輪的轉彎半徑（ r ），兩者之間的差距稱為「內輪差」（ $R - r$ ）。許多摩托車騎士在判斷大型車動向時，只關注前輪的位置，卻忽略了後輪可能靠近的危險，結果可能因此被後輪捲入，陷入險境。

如（圖十四），假設車子的輪軸距是 a 公尺，前輪向左轉彎 θ° ，則 $\angle AOB = \theta^\circ$ ，前車輪的迴轉半徑為 $R = \frac{a}{\sin\theta}$ ，後車輪的迴轉半徑為 $r = \frac{a}{\tan\theta}$ ，所以內輪差為

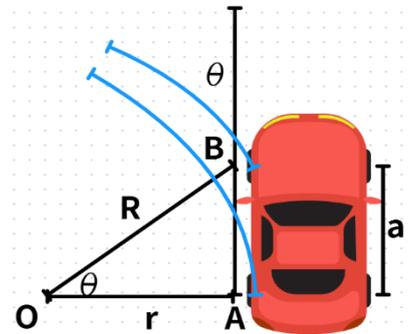
$$R - r = \frac{a}{\sin\theta} - \frac{a}{\tan\theta} = a \left(\frac{1 - \cos\theta}{\sin\theta} \right)$$

因為

$$\frac{1 - \cos\theta}{\sin\theta} = \frac{\frac{1 - \cos\theta}{2}}{\frac{\sin\theta}{2}} = \frac{\frac{\sin^2\frac{\theta}{2}}{2}}{\frac{2\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}}{2}} = \frac{\sin\frac{\theta}{2}}{\cos\frac{\theta}{2}} = \tan\frac{\theta}{2}$$

，所以內輪差 $R - r =$

$$a \left(\tan\frac{\theta}{2} \right)$$



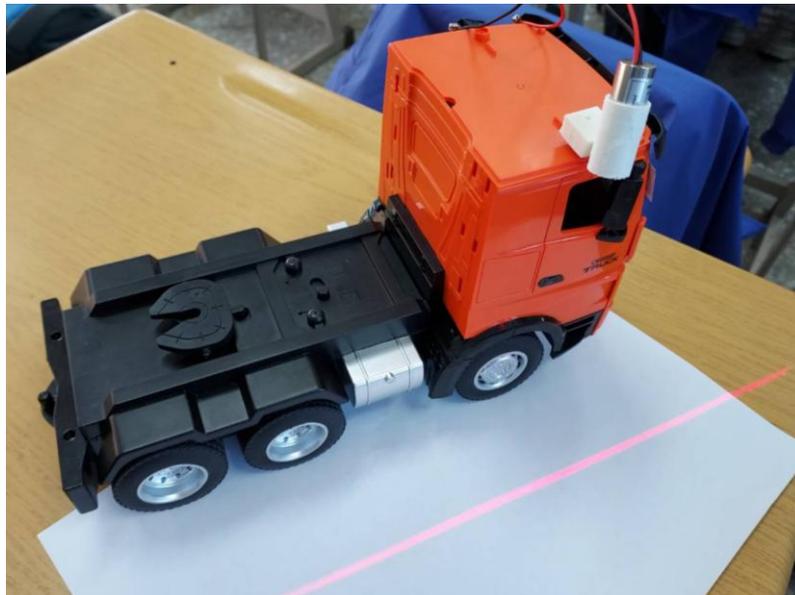
圖十四：理論示意圖

因此，車子的前、後輪軸距(a)越大，則內輪差越大；轉彎角度(θ)越大，則內輪差越大。

5. 作品成果報告：

(一) 內輪差範圍顯示警示：

在進行轉彎時，利用雷射顯示內輪差範圍（如圖十五），增加用路人或駕駛的內輪差範圍及死角感知。



圖十五：雷射區域範圍

(二) 車輛周圍駕駛語音警告：

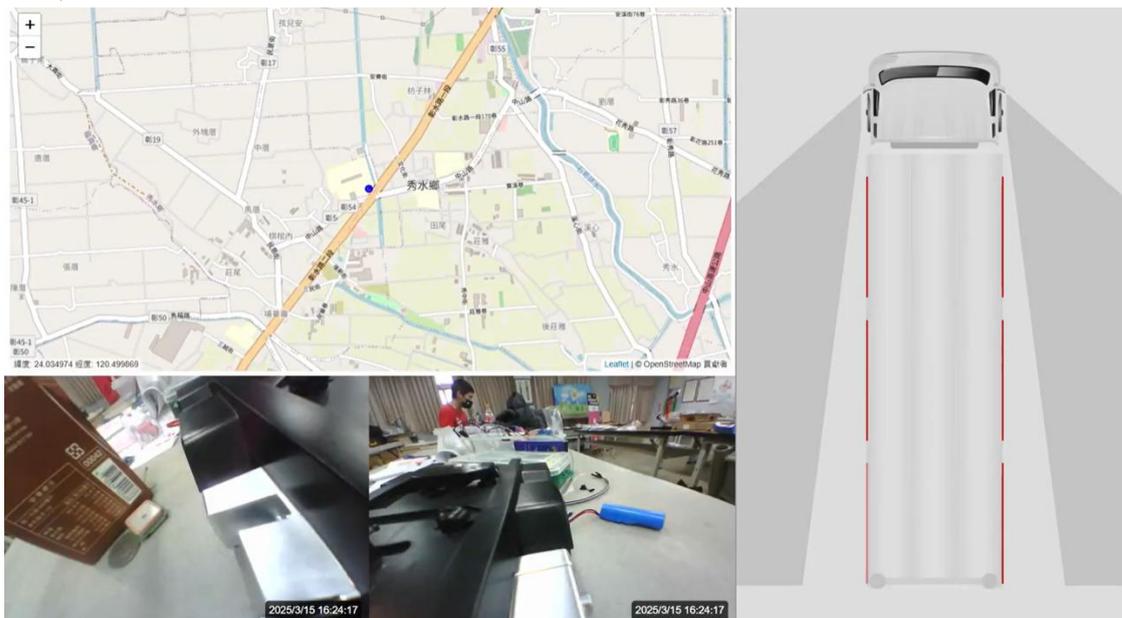
在進行倒車、轉彎、進入死角範圍時，透過感測器的觸發訊號，配合喇叭聲音的傳播，提醒用路人或駕駛已進入偵測範圍及車輛狀態，保障所有道路使用者的安全，如「你已進入車輛死角請注意安全、左轉彎、右轉彎、倒車中，請小心」（如圖十六）。

- 0001車輛倒車中.m4a
- 0002有行人進入前方死角.m4a
- 0003有行人進入左側內輪差.m4a
- 0004有行人進入右側內輪差.m4a
- 0005行人脫離死角範圍.m4a
- 0006您已進入大貨車死角範圍.m4a
- 0007車輛右轉彎.m4a
- 0008車輛左轉彎.m4a

圖十六：語音檔案

(二) 駕駛監控畫面：

在車輛兩旁顯示裝設鏡頭，並顯示其畫面，利用車輛上的感測器，設計一個畫面能顯示目前感測器狀態，並加入GPS畫面，讓駕駛可以掌握在行駛途中的情況，並大幅增加安全性與穩定性，提升防禦駕駛的實際執行效果（如圖十七）。



圖十七：監控畫面

應用：

可投入到城市公共交通系統與物流運輸車輛上，安裝於公車、大型巴士或大型貨車裡，此功能特別適用於轉彎入口較多及路況複雜地區，能有效提升駕駛與行人安全，並降低內輪差與視野盲區造成的事故風險。

未來展望：

(一) 與AI技術結合，進一步實現自動化危險檢測與即時應對功能，朝向智慧駕駛輔助系統發展。

(二) 應用於智慧道路基礎建設，透過影像分析與數據傳輸技術提供即時預警與大數據分析，為交通事故預防與道路設計規劃提供有力支援，實現人、車、路的安全協同。

6. 參考文獻：

陳建瑋、傅冠霖、楊明峻、黃盈鈞、蔡翔祐（2017）。內輪差安全警示系統。取自高雄市高英高級工商職業學校專題製作報告

https://www.kyicvs.khc.edu.tw/kyicvs/images/ckfinder/files/20170525_022434.pdf

中華民國交通部公路總局（2018）。建立「防禦駕駛」觀念，很重要！。

<https://168.motc.gov.tw/theme/news/post/1906121101192>

道安總動員。（2024）113年全國大型車左右轉件數事故統計。

<https://reurl.cc/yRLdAa>

數位時代。（2023）【圖解】現代人注意力只剩8秒「比金魚還短」！一道公式，助攻行銷人搶眼球。

<https://pse.is/7g3svj>

昌爸工作坊。（2025）死亡半月彎的安全距離。

<http://www.mathland.idv.tw/life/safedistance.htm>