

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學(一)科

佳作

052304

智型車

學校名稱：國立曾文高級農業工業職業學校

作者： 職三 陳鳴嶸 職三 王士誠 職二 楊程驛	指導老師： 吳景能 林怡君
---	-----------------------------

關鍵詞：自行車安全、姿態感測、自給發電

摘要

自行車是一種綠色環保的交通工具，但對騎士而言，道路上往往面臨許多危險。為了保護騎士安全，本研究透過搭載於安全帽上的姿態感測器，測量騎士頭部姿態變化來判斷車子行進意圖，同步顯示安全帽後方及車尾。若發生跌倒事故時，系統會自動發送求救簡訊與上傳座標位置到雲端資料庫，結合手機應用程式，即時請求聯絡人的協助。在電力提供方面，設計回歸輪系提升發電機轉速發電，實驗證明，只要走路牽車就可對行動電源充電。

本研究透過姿態感測器、雲端資料庫和手機應用程式的組合，成功完成方向燈、語音主動提醒、提供跌倒通知與防盜通知，並於地圖上呈現位置。”智型車”(X-Bike)應用在自行車中，確實讓騎士安心享受單車的樂趣之餘，有更多的保障。

壹、研究動機

近年來，地球暖化的議題越來越重要，所以人們越來越重視節能減碳，尤其在短程的交通工具選擇下，自行車是一個最好的選擇，可以當作健身的運動工具，不僅可以去上班、上課，更可以騎車旅遊。

雖然自行車環保又輕便，但在道路中騎乘容易遇到危險。交通部運輸研究所統計近五年自行車在交通事故肇事原因中，「突然轉向」的比重占全體車禍肇事原因的26.3%，位居第二名，這些意外的產生，許多都發生在路口轉彎處或十字路口，經由分析判斷，很重要的原因是自行車並未設置方向燈，當自行車要轉彎時，僅用舉起手勢提前告知其他用路人，一來手部離開手把，容易車身不穩，二來不常使用手勢，多數人難以記得代表意義，因而發生碰撞的機率提高許多。以上缺失，啟發本團隊建構一個同時提供"主動安全性"與"操作便利性"的單車環境，並期能以低成本完成目標。

目前來說，自行車的安全大都強調在車體強固設計，對於安全警示功能的導入，還有許多發展的空間，現今IOT物聯網和數位科技的應用快速成長，我們希望將智慧應用導入安全層面，提供使用者更安全、更便利的智能單車生活。

市面上關於自行車安全的產品，其中單車功能配件包屬於零散的配件，依使用者需求購買功能配件，缺乏整合性，單價相對高，需要手動控制。智慧安全帽與智能單車是現今移動設備需求很夯的產品，提供各種服務不盡相同，如收集使用者的生物運動數據，做為健康指標；如音樂撥放、社群分享等娛樂享受；還有自動安全防护，如方向燈，智能頭燈等。表一為本研究與市售產品以安全防护項目做比較。

表一 本研究與市售產品比較表

功能	智型車	Livall安全帽	Lumos安全帽	日月光智能車	VanMoof Smart X車
方向控制	頭轉控制	手動控制	手勢控制	手勢控制	
方向燈	✓	✓	✓	✓	
救援通知	✓	✓			
智能頭燈	✓	✓	✓	✓	
語音提醒	✓				
防盜通知	✓			✓	✓
GPS尋車	✓				

由表一得知，有三款產品透過手部控制方向燈，本研究使用頭部體感控制最大的好處在於轉頭向後看來車的同時，自動啟動方向燈，不用擔心忘記打方向燈，也不需要手部離開手把，既簡單又安全。本研究不僅與兩款單車都有防盜通知功能，更多了記錄車輛的GPS經緯度資料，可以透過手機APP結合Google地圖，呈現車輛位置，馬上尋獲愛車。

戶外自行車運動，最擔心的就是電力供應來源，包含此系統以及3C產品都需要電力，因此本團隊在自行車上規劃一套高親和力的自給能源裝置，透過輪子動能轉換成電能，再藉由儲電於需要時提供更有效的利用，發電過程不用高速踩踏，只需牽著車，散散步即可輕鬆且安心充電。

以下幾點比較本作品與現況之不同處，詳細說明創新部分，以及改善的目標。

現況描述	本系統創新部分	改善目標
提醒手勢	姿態感應器偵測使用者往後看的角度，自動判別轉彎方向	利用體感啟動方向燈，安全便利
GPS 尋車	使用 GPS 模組，以車定位。	使用者即時得知車輛移動位置。
低速充電	透過回歸輪系提高發電機轉速	走路速度即可發電與儲電
轉彎無聲	利用語音，提示行人注意避讓	加強用路人對使用者的注意
發生危險無人知	利用姿態感應器判斷姿態劇烈改變，送出緊急通知。	為單騎者姿態大幅改變提供協助。
無方向燈	安全帽上及車尾裝 LED 方向燈	改善夜間不夠明顯的手勢信號
手動頭燈	利用光感測器，自動開啟頭燈	改善手動開關

貳、研究目的

本研究有以下幾個目的：

- 一、主動安全性的觀點上，設計實際運用於單車之智能化安全系統。
- 二、供電自主性的觀點上，設計可低速發電之自給電力系統。
- 三、操作便利性的觀點上，提高單車使用安全與價值。
- 四、節省成本的觀點上，製作兼具實用性與功能性之系統。
- 五、高度親和力的人機介面，使其系統更加有效率化、人性化、易於使用。

完成此系統所需的專業課程，包含物聯網、app inventor程式設計、數位邏輯(含實習)、電子學(含實習)、工業配線、基本電學(含實習)、自動控制、電機機械等課程知識，將各課程融會貫通後，即能達成設定之目標。

參、研究設備及器材

本研究包含姿態感測單元、控制單元，電力供應單元，所需材料如下。

姿態感測單元	微控制器：ESP32，運用 BLE 與控制單元無線溝通。
	姿態感應器：MPU6050，方向控制與跌倒偵測。
	LED 組：5mm，方向燈。
控制單元	微控制器：ESP32，運用 BLE 與姿態感測單元無線溝通。
	微控制器：Mega2560，控制 4G 通訊模組。
	震動感測器：SW-1810P，防盜偵測感應器
	光照感測器：偵測環境光，自動開關車頭燈
	語音模組：DF Player Mini。撥放轉彎訊息語音
	通訊模組：SIM7000C，傳送簡訊與紀錄 GPS 資料。
	DC 升壓模組：提供車頭燈 16 顆 SMD LED 5050 驅動電壓
	8*8 矩陣模組：提供警示和方向燈的功能。
LED 組：SMD LED 5050 白光，車頭燈。	
電力供應單元	發電機：12V，6W，提供交流電壓輸出。
	整流穩壓器：DC 5V，將交流電壓整為直流輸出穩壓 5V
	導輪與齒輪組：提高發電機轉速。

以下說明各模組特點。

<p style="text-align: center;">ESP32</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ CPU : NodeMCU-32S ✚ 雙核 32 位 MCU ✚ 雙模 Bluetooth ✚ SRAM 512KB ✚ WiFi 802.11 b/g/n/a/c
<p style="text-align: center;">SIM7000C</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 支持普通 SIM 卡和 NB-IoT 專用卡 ✚ 串口波特率(300bps ~3686400bps) ✚ 支持 TCP、UDP、PPP、HTTP、FTP、MQTT、短信、郵件 ✚ 支持 GNSS 定位 ✚ USB 接口，用於測試 AT 指令、獲取 GPS 定位信息
<p style="text-align: center;">Mpu6050</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 通信方式：標準 IIC 通信協定 ✚ 晶片內置 16bit AD 轉換器 / 16 位元資料輸出 ✚ 陀螺儀範圍：±250 / 500 / 1000 / 2000°/s ✚ 加速度範圍：±2 / ±4 / ±8 / ±16g ✚ 內建運作時間偏差與磁力感測器校正演算技術
<p style="text-align: center;">DFPlayer Mini MP3</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 支援取樣率(KHz):8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48 ✚ 動態範圍支援:90dB，信噪比支援:85dB ✚ 支援 FAT16、FAT32 檔案系統，最大支援 32GTF 卡 ✚ 支援 100 個檔案夾，每隔檔案夾可以配置 255 首曲目 ✚ 30 級音量可調，6 級 EQ 可調
<p style="text-align: center;">Mega 2560</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 控制器核心:ATmega2560 ✚ 數位 I/O Pins:54 (of which 14 provide PWM output) ✚ 類比輸入 Pins:6 組 ✚ Flash Memory:256 KB ✚ SRAM:8 KB

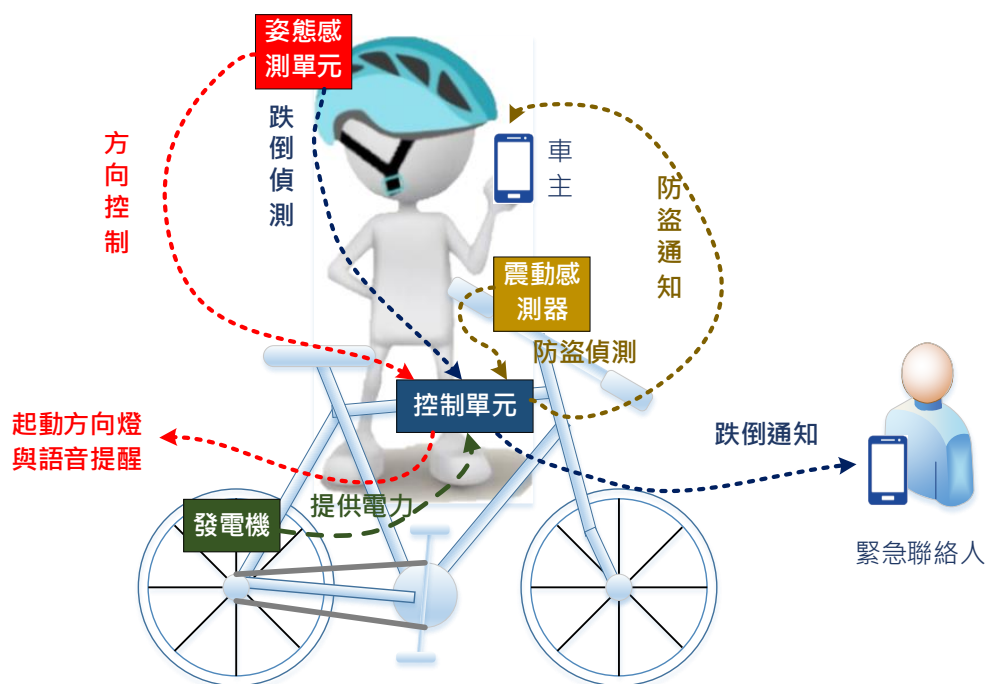
肆、研究過程或方法

在研究過程中，運用微處理機控制原理，搭配姿態感測器、光感測器、電子電路等元件，並透過4G網路模組與雲端作整合，完成擁有智能型態的單車，達成主動式安全以及操作便利的目標。

一、系統介紹

圖一為系統示意圖。本系統分為姿態感測單元與控制單元。由圖可知，安全帽上搭載姿態感應器，分別發送轉彎方向控制與跌倒偵測信號。當控制單元接收轉彎方向控制，啟動方向燈與語音提醒；當控制單元接收跌倒偵測信號，發送跌倒通知緊急聯絡人。此外，車上裝配震動感測器，作為防盜偵測，一旦車輛出現非正常移動狀況，發出防盜通知。

在電力方面，輪胎轉動帶動發電機發電，並對行動電源進行充電，可提供整車電力來源，讓系統隨時保持正常運作。



圖一 系統示意圖

二、系統架構

圖二為系統架構圖，本研究使用基於ESP32控制器的NodeMCU-32S控制板，作為感測單元與控制單元的主要核心，兩者之間透過BLE資料傳輸。

ESP32從控制器判斷姿態感測資料，若為轉彎姿態，啟動方向顯示LED，主控制器啟動8*8矩陣LED顯示方向箭頭與語音模組；若為跌倒姿態，主控制器觸發Mega2560啟動4G模組，發送求救簡訊與座標位置，請求連絡人協助。此外，控制單元中配置兩個感測器，第一個震動感測器，作為停車時的防盜裝置，一旦感測到

震動，主控制器同樣會觸發Mega2560啟動4G模組，發送車輛被移動的簡訊與座標位置給車主，便利尋車。第二個光照感測器，偵測環境光度，自動開關車頭燈。



圖二 系統架構圖

三、系統設計

(一) 姿態感測單元

1. 姿態判別

頭部透過頸部肌肉會有左右、上下和傾斜的三軸方向變化，因此本團隊利用頭部姿態動作的變化，來決定方向燈控制及跌倒偵測。

本研究依飛機專用的yaw/pitch/roll名稱來做為頭部的姿態狀況。由圖三得知，頭部對Longitudinal軸(Y軸)旋轉動作，稱為翻滾(Roll)，此為跌倒的姿勢判別。頭部對Lateral軸(X軸)旋轉動作，稱為俯仰(Pitch)，此為取消轉彎方向燈的姿勢判別。頭部對Vertical軸(Z軸)旋轉動作，稱為偏擺(Yaw)，此為觸發轉彎方向燈的姿勢判別。



圖三 yaw/pitch/roll 姿態定義

(1) 方向燈控制準則

系統依左右旋動角度判斷轉彎意圖，而旋動角度與眼睛的視野範圍息息相關。

文獻[3]提到人類單眼的水平視角最大可達 166° ，雙眼視區為 124° 。垂直視線角度範圍達 120° 。一般人右眼在右方可視度角度和左眼在左方可視度角度為 $94^\circ\sim 104^\circ$ ，取中間點 99° 為基準，當使用者看右後方有無來車，水平旋轉角度至少 $(180^\circ-99^\circ)=81^\circ$ ，可視區可涵蓋右後方區域，左方旋轉亦然。因此，我們得知，只要偵測到頭部旋轉角度達到 81° ，表示使用者有轉彎的想法。

本研究依旋轉角度 81° 為主，規劃設計三種不同的偏擺角度(70° 、 80° 、 90°)與後仰角度(20° 、 30° 、 40°)搭配組合，通過對20位學生的轉頭角度進行採集，請參與測試的學生戴上本實驗之安全帽，進行道路的騎乘，決定最佳的偏擺角度與後仰角度。

(2) 跌倒姿態準則

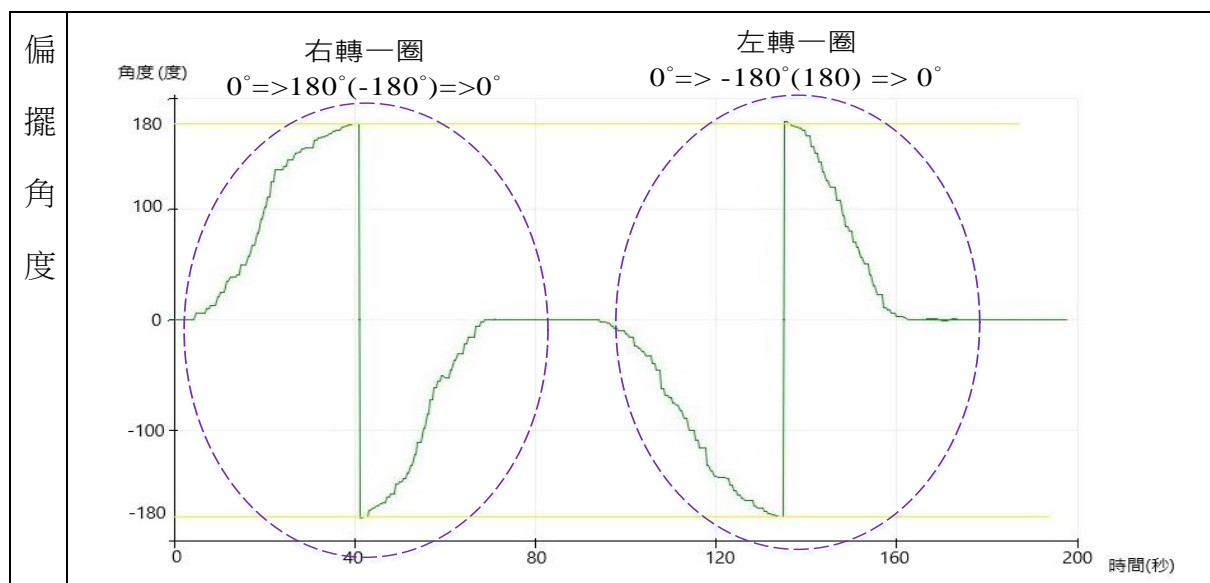
人在正常狀態下，頭部垂直於水平面，跌倒時，會造成頭部向右或向左傾斜，經過實驗，輕微震動的傾斜不會造成危險，但姿態大幅度改變的傾斜角度大於 70° 時，很可能是跌倒所引起，故本研究以翻滾角度 70° 為跌倒姿態的判別準則。

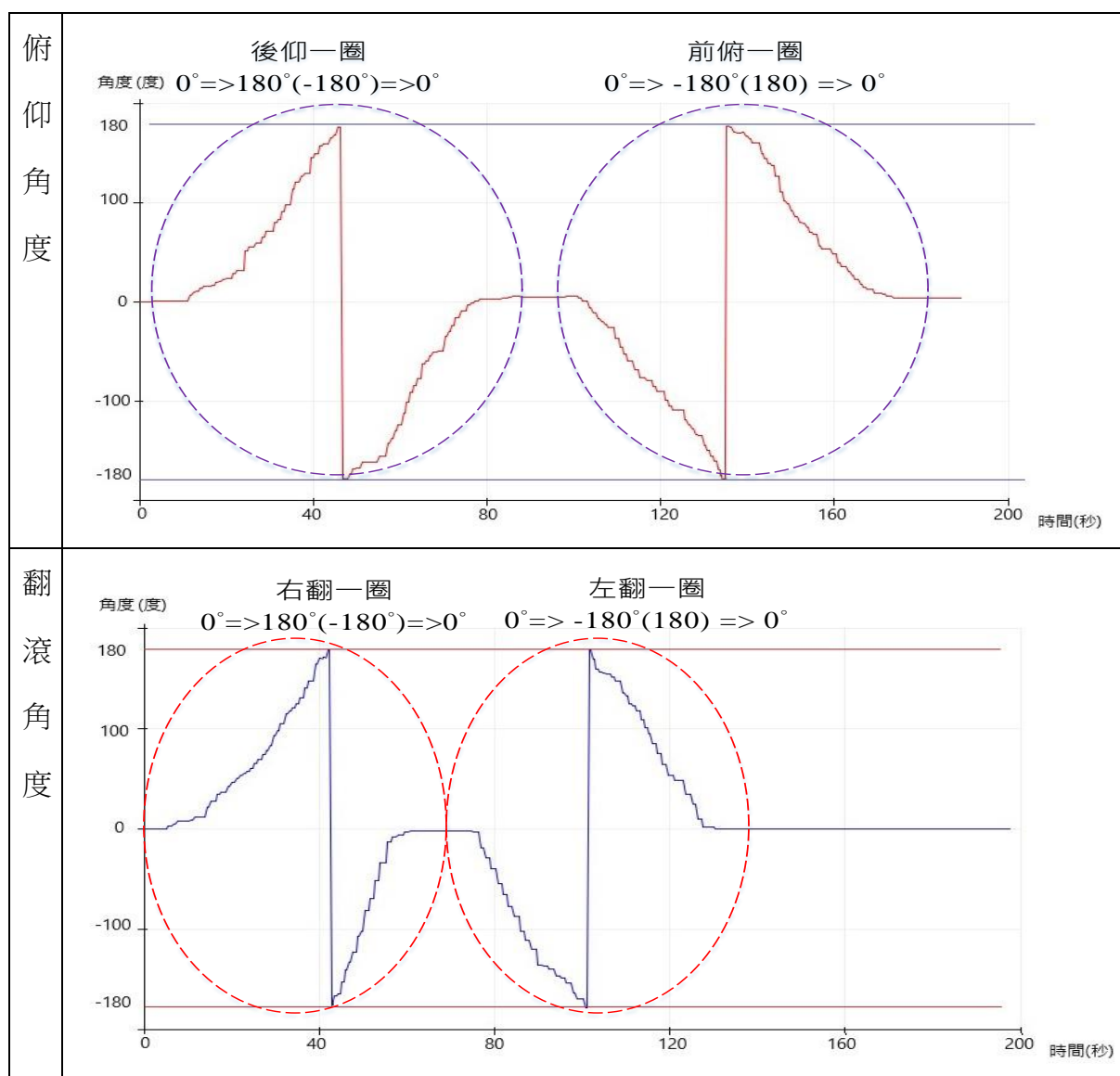
2. 姿態感測模組

本研究採用 MPU-6050 模組，已整合三軸陀螺儀以及三軸加速計，以立體空間的 X 軸、Y 軸與 Z 軸來偵測上、下、左、右、傾斜等變化，模組內搭載數位運動處理器(Digital Motion Processor 簡稱 DMP)，使用嵌入式運動驅動庫，結合 DMP，可以將 MPU6050 感測器所偵測的原始數據直接轉換成四元數輸出，然後很計算出尤拉角，進而得到 yaw/pitch/roll 等，有了這三個角度，就可以得到當前的姿態狀況，最後以 I²C 輸出 6 軸的旋轉矩陣的數位資料。

本研究記錄偏擺、俯仰、翻滾等一圈角度的變化，如下表二所示。

表二 偏擺、俯仰、翻滾角度變化





由表二發現 DMP 解算一圈角度範圍-180~180°。接下來，探討對於俯仰、翻滾、偏擺等角度作為取消轉彎訊號，跌倒偵測以及轉彎訊號的演算法則。

✚ 取消轉彎訊號：只考慮後仰開始的半圈角度。

If (當下後仰角度 > 設定值) Then 取消轉彎

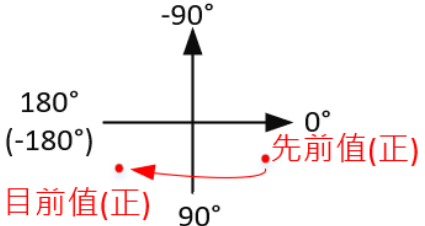
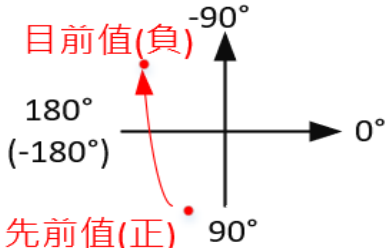
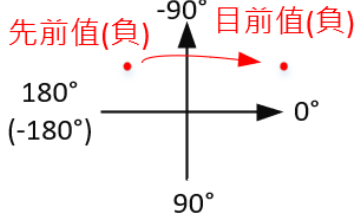
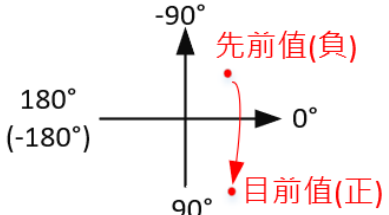
✚ 跌倒偵測：考慮右翻或左翻開始的半圈角度。

If [(翻滾角度 > 設定值) or (翻滾角度 < -設定值)] Then 跌倒通知

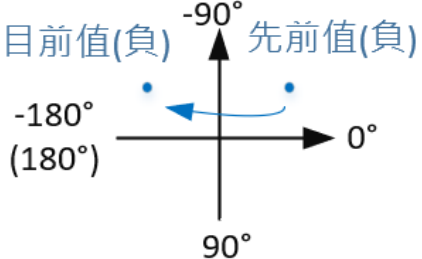
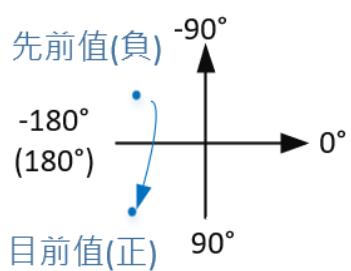
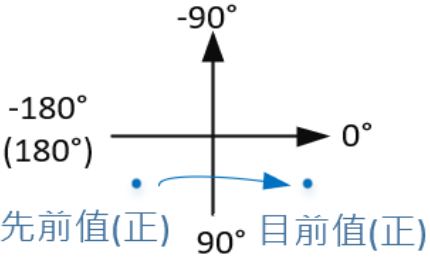
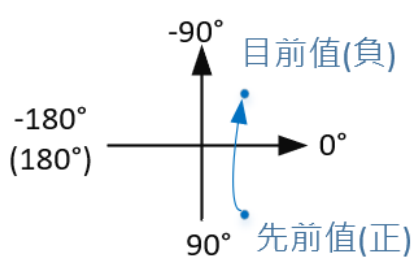
✚ 啟動轉彎訊號：確定初始方向做為定值的先前值，使用者轉動角度作為目前值，若目前值與先前值之間的差量達轉彎標準，則啟動轉彎訊號。當第一次完成轉彎動作後，即紀錄每次取消轉彎時的當下角度，當作先前值，確定轉彎後的新方位。

先前值和目前值會因左右轉動之後產生新的數值，所以在四個象限當中，都有發生的機會，由實驗數據分析下列幾點特性。

表三為右轉判別方式。

表三 右轉判別方式	
(A) 	(B) 
$0^\circ < \text{先前值} < 90^\circ, 90^\circ < \text{目前值} < 180^\circ$ 差量 = 大正 - 小正 > 0 結論：差量為正數	$90^\circ < \text{先前值} < 180^\circ, -180^\circ < \text{目前值} < -90^\circ$ 差量 = 負 - 正 < 0 結論：差量為負數
(C) 	(D) 
$-180^\circ < \text{先前值} < -90^\circ, -90^\circ < \text{目前值} < 0^\circ$ 差量 = 小負 - 大負 > 0 結論：差量為正數	$-90^\circ < \text{先前值} < 0^\circ, 0^\circ < \text{目前值} < 90^\circ$ 差量 = 正 - 負 > 0 結論：差量為正數

表四為左轉判別方式。

表四 左轉判別方式	
(A) 	(B) 
$-90^\circ < \text{先前值} < 0^\circ, -180^\circ < \text{目前值} < -90^\circ$ 差量 = 大負 - 小負 < 0 結論：差量為負數	$-180^\circ < \text{先前值} < -90^\circ, 90^\circ < \text{目前值} < 180^\circ$ 差量 = 正 - 負 > 0 結論：差量為正數
(C) 	(D) 
$90^\circ < \text{先前值} < 180^\circ, \text{則 } 0^\circ < \text{目前值} < 90^\circ$ 差量 = 小正 - 大正 < 0 結論：差量為負數	$0^\circ < \text{先前值} < 90^\circ, -90^\circ < \text{目前值} < 0^\circ$ 差量 = 負 - 正 < 0 結論：差量為負數

接下來用真值表表示差量，可以發現當右轉角度 > 設定值，只有在目前值為負值，先前值為正值時，差量為負的，其餘狀態都是正的；相同情況在左轉時也一樣，左轉角度 < -設定值，只有在目前值為正值，先前值為負值時，差量為正的，其餘狀態都是負的，如表五真值表所示，可用這種唯一差別性來判斷左轉與右轉。

表五 真值表

右轉			左轉		
目 前 值	先 前 值	差 量	目 前 值	先 前 值	差 量
負	負	正	負	負	負
負	正	負	負	正	負
正	負	正	正	負	正
正	正	正	正	正	負

表六 真值表

右轉			左轉		
目 前 值	先 前 值	差 量	目 前 值	先 前 值	差 量
負	負	正	負	負	負
負	正	負	負	正	負
正	負	正	正	負	正
正	正	正	正	正	負

✚ 問題：正負 180°的分界點造成數值的差量與實際轉動角度產生誤動作。

✓ 解決：改進方法就是先將先前值與目前值做補償。

假設轉彎條件為 81°，當先前值為-150°時，左轉經過-180°界線，角度馬上轉正數，兩者差量瞬間增大為 170°-(-150°)=320° > 81°，滿足轉彎條件，但實際上只有轉動 40°而已，所以造成誤動作，補償條件如下。

$$\text{右轉：}(180^\circ - \text{先前值}) + (\text{目前值} + 180^\circ)$$

$$\text{左轉：}(180^\circ + \text{先前值}) + (180^\circ - \text{目前值})$$

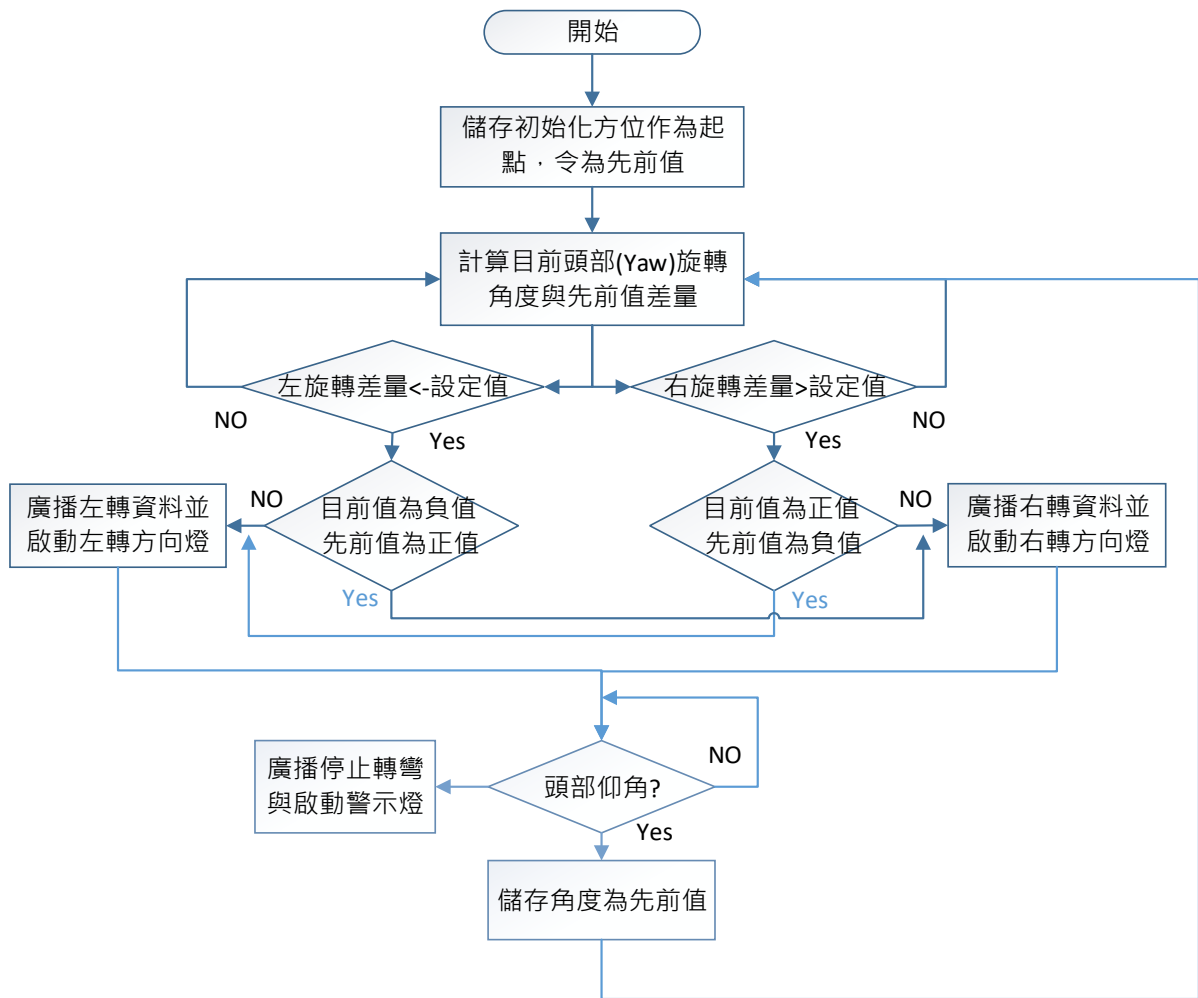
✚ 問題：表六真值表中，有兩種差量狀況一樣，造成轉彎判斷上的錯誤。

✓ 解決：依照角度四象限的變化表整理出目前值與先前值的正負角度象限，必須加入先前值與目前值的角度判斷，如表七數值判斷表。

表七 數值判斷表

目前值(負) 先前值(正)	If [(90°<先前值<180°) and (-180°<目前值<-90°)] Then Turn right; Else Turn left;
目前值(正) 先前值(負)	If [(-90°<先前值<0°) and (0°<目前值<90°)] Then Turn right; Else Turn left;

圖四為轉彎訊號流程圖，當初始化感測器後，會以當下方位做為起點，設為先前值，等待藍芽配對成功後，計算頭部旋轉角度與先前值的差量，再判斷目前值與先前值的正負數，決定右轉還是左轉，確定轉動方向後，廣播轉彎訊號和啟動安全帽方向燈，直到頭部後仰達設定值，廣播停止轉彎訊號和停止方向燈指示，並存入目前的值作為先前值，以利與實際頭部旋轉角度做計算。



圖四 轉彎訊號流程圖

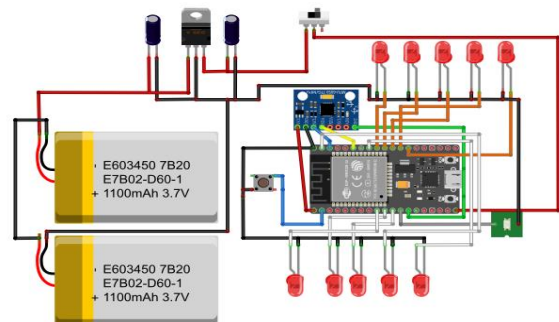
本研究在設計姿態感測器位置時，考慮感測器內部已經設定 Yaw、Pitch、Roll 的方位，所以在使用上，必須將晶片朝上，如此一來，DMP 解算出來的姿態初始角，就會以上電時的平面為基準面，如圖五。



圖五 姿態感測單元

3. 姿態感測電路

感測電路設計如圖六所示，包含 ESP32 微控器、姿態感測電路與方向燈組。用兩個 3.7V 鋰電池串聯提供 7.4V，再用 7805 將 7.4V 穩壓成 5V 提供 ESP32 工作電壓，再由 ESP32 提供 3.3V 給姿態感測器，因為 GPIO 輸出電壓為 3.3V，所以 LED 皆不需要限流電阻。姿態感測電



圖六 姿態感測電路

路由序列時脈線 SCL 與序列資料線 SDA 進行所有 I2C 介面的資料傳輸，接至 ESP32 的 I2C 控制接腳，分別為 GPIO 21 和 22；DMP 會以高速計算，完成後發出 GPIO Interrupt 訊號在 INT 上，計算結果會存在 FIFO 裡，如果一直都沒有將結果取出，會造成 FIFO overflow，讀出的值是錯誤的，所以將 INT 接至 GPIO 2，把 FIFO reset 即可改善此問題。

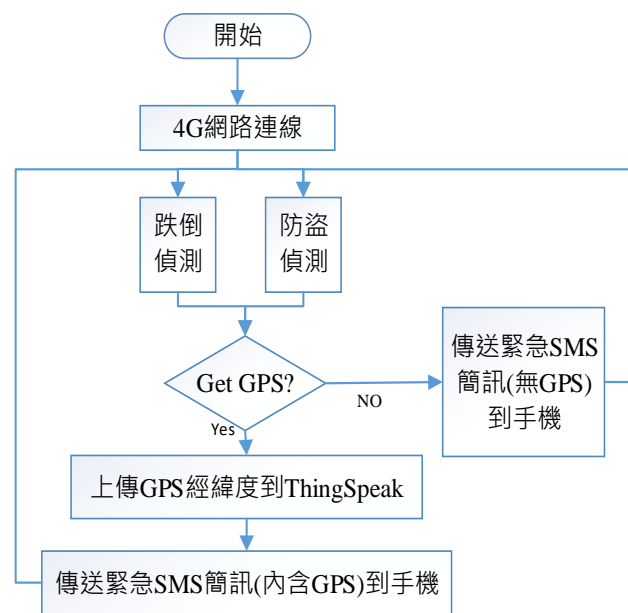
(二)控制單元

1. 4G 通訊模組

本研究採用 DFROBOT 所生產的 SIM7000CNB-IoT/LTE/GPRS 4G 通訊擴展板，這是基於 SIMCom SIM7000C 設計的無線通信模塊，專為 Arduino 控制器設計，內部可以插接 NB-IoT 專用卡，使用 NB-IoT 網絡進行數據傳輸，也可以插接普通 SIM 卡，進行打電話、發短信等傳統 GSM 應用，非常便利。本研究需要網路抓取 GPS 的訊號外，還須電話簡訊功能，所以最後採用中華電信 4G(LTE)SIM 卡。

本模組處理器採用 Arduino Mega2560，並且搭配 SIM7000C 模組與 SW-18010P 震動感測器。發射 SIM7000C 通訊模組的時機點有兩個，分別為跌倒 SOS 警報通知(由 ESP32 觸發)與防盜即時通報(由 SW-18010P 觸發)。這兩種情況屬於突發狀況，所以利用 Arduino 的外部 Interrupt 功能。

圖七為啟動 SIM7000C 傳送簡訊和 GPS 資料的動作流程圖。一開機，設定 4G 網路連線，其中包含啟動 SIM7000C、檢查 sim 卡、設定 net mode, attach service, GPS 等資料，設定完成後，代表著已經做好傳送的準備。中斷信號分為跌倒偵測和防盜偵測。兩種情況都會抓取 GPS 經緯度上傳到 ThingSpeak，送出含有 GPS 訊號的緊急 SMS 簡訊；若當下無 GPS 訊號，會送出不含 GPS 訊號的緊急 SMS 簡訊。



圖七 發射模組動作流程圖

為了獲取車子的位置，同時延長發送模組電源的續航力，Arduino Mega2560 通知 SIM7000C 模組每隔 30 秒自動傳送最新 GPS 資訊至雲端資料庫。利用智慧型手機接收資料庫的定位資訊，搭配 Google Map 應用程式的地圖，即可將目前位置顯示在地圖上。本系統 Arduino Mega2560 使用 HTTP 協議將 GPS 資訊經

由 SIM7000C 模組傳送至 ThingSpeak 雲端資料庫，為了在手機的地圖上顯示車子位置，利用 MIT App Inventor 2 軟體內的 Web 元件執行 HTTP GET 要求接收 GPS 坐標資訊，並加入 Map 元件用來在地圖上顯示當前位置，並且插上標記圖示。



圖八 App Inventor 2 Designer 頁面

本研究設計 Designer 頁面如圖八所示，當接收簡訊，會顯示內容於簡訊區塊，接著按下地圖顯示按鈕，會連結雲端資料庫，將當下的座標顯示出來，並同步顯示地圖座標點。

接下來分以下 4 點來說明本研究 App Inventor 程式設計概念。

(a) 接收簡訊

App Inventor 的社交 (Social) 功能包含打電話與發送簡訊等，如右所示，程式使用 Texting 簡訊元件來接收簡訊；當收到簡訊時，其內容會顯示在標籤元件中。

```

when 簡訊1 .MessageReceived
do
  set labelText .Text to join
  get number
  " : "
  get messageText
  
```

(b) 連線 ThingSpeak 網站

程式除了使用簡訊元件接收緊急訊息，還同時藉由 Web 元件連線 ThingSpeak 網站擷取經緯度等資料。當使用者按下擷取 GPS 按鈕時，手機開始連線 ThingSpeak 網站。

```

when btnGetGPS .Click
do
  set Web1 .Url to addressThingSpeak .Text
  call Web1 .Get
  
```

(c) 接收經緯度資料

ThingSpeak 網站使用 JSON 格式進行資料傳送，JSON (JavaScript Object Notation) 是一種輕量化的資料交換語言，在 JavaScript 之中，表示物件的一種格式；程式透過 Web 元件接收到 JSON 格式的資料，接著使用 Web 元件的 JsonTextDecode 方法進行解碼，結果顯示於標籤 labelGPS 中。解碼後的資料是一個二維清單，每個清單元素就是名稱/值對，最後呼叫副程式 json2map 從資料中取得經緯度座標並顯示在地圖上。

```

when Web1 .GotText
  url responseCode responseType responseContent
do
  if
    get responseCode = 200
  then
    set global webdata to call Web1 .JsonTextDecode
      jsonText get responseContent
    set labelGPS . Text to get global webdata
  else
    set labelGPS . Text to "Error: Http Request Error"
  call json2map
    jsondata get global webdata

```

(d)地圖顯示

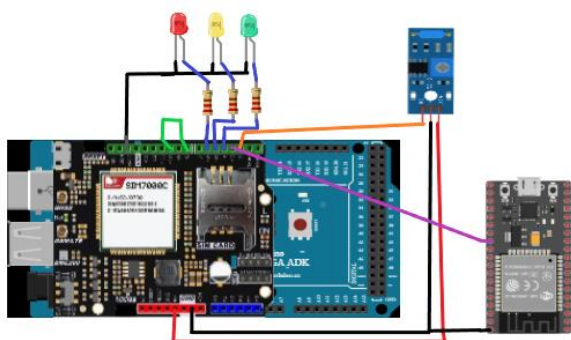
資料為二維清單，先根據鍵值 feeds 取得經緯度座標，接著分別經由鍵值 field1 及 field2 得到 Longitude (經度) 和 Latitude (緯度) 並顯示於標籤 labelGPS 中；最後設定經緯度為地圖的中心點，將經緯度所指示位值顯示在地圖上，同時在中心位置顯示 Marker。

```

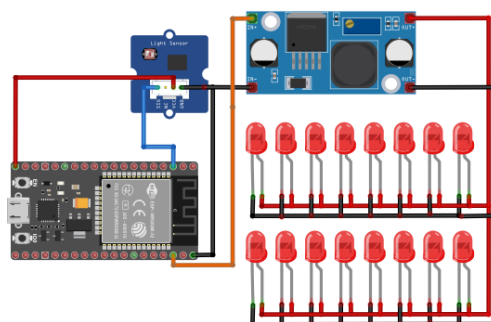
to json2map jsondata
do
  initialize local feeds to look up in pairs key "feeds"
    pairs get jsondata
    notFound "not found"
  in
    set global mapLongitude to look up in pairs key "field1"
      pairs select list item list get feeds
      index 1
      notFound "not found"
    set global maLatitude to look up in pairs key "field2"
      pairs select list item list get feeds
      index 1
      notFound "not found"
    set labelGPS . Text to join "坐標："
      get global maLatitude
      ","
      get global mapLongitude
    set 地圖1 . CenterFromString to join get global maLatitude
      ","
      get global mapLongitude
    call 地圖1 .PanTo
      latitude get global maLatitude
      longitude get global mapLongitude
      zoom 17
    set global myMaker to call 地圖1 .CreateMarker
      latitude get global maLatitude
      longitude get global mapLongitude

```

圖九為 4G 通訊模組硬體接線圖，由圖可以知道，SIM7000C 屬於擴展版，所以相疊於 Mega2560 上，將震動感測器和 ESP32 分別接於 digital pin 2 和 pin 3 的中斷接腳，透過紅、黃、綠三顆 LED 的亮滅得知 SIM7000C 的動作情形。



圖九 硬體接線圖



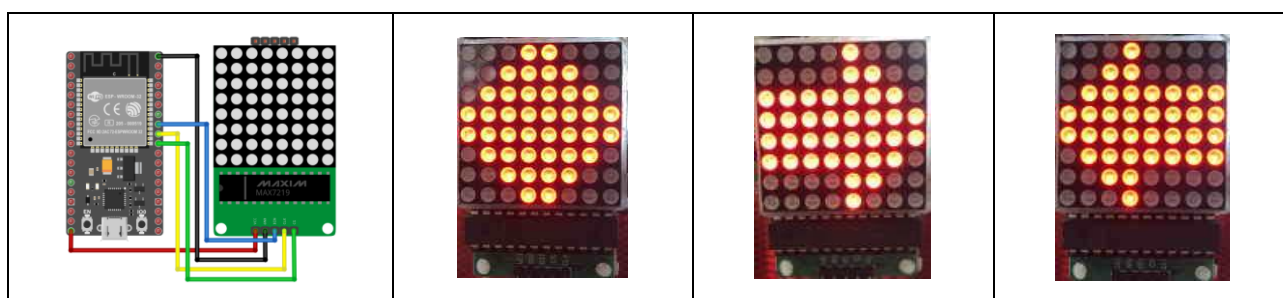
圖十 智能車燈電路圖

2. 智能車燈

本研究使用光敏電阻（LDR）傳感器來偵測環境光度，如圖十所示。當偵測光度不足時，會啟動車頭燈。車頭燈使用 16 顆 SMD5050 高亮度 LED，分兩個串聯迴路做並聯，每個迴路 8 顆 LED，每顆 LED 工作電壓約為 3V，所以需要 24V，ESP32 本身只有提供 5V，因此，中間透過 DC-DC 升壓器，將 5V 升壓至 24V 供應 LED 使用。

3. 車尾燈

圖十一為車尾燈顯示燈號。本研究採用 MAX7219 Dot Matrix 8 x 8 LED Display Module，MAX7219 這是一種串列輸入/輸出共陰極顯示驅動器，以三條控制線（CLK,CS,DIN）來控制 64 個 IO，利用快速的 ON/OFF 方式來驅動 LED，程式方面，可以 include LedControl 程式庫，使用上非常方便。



(a) 電路圖

(b) 警示

(c) 右轉

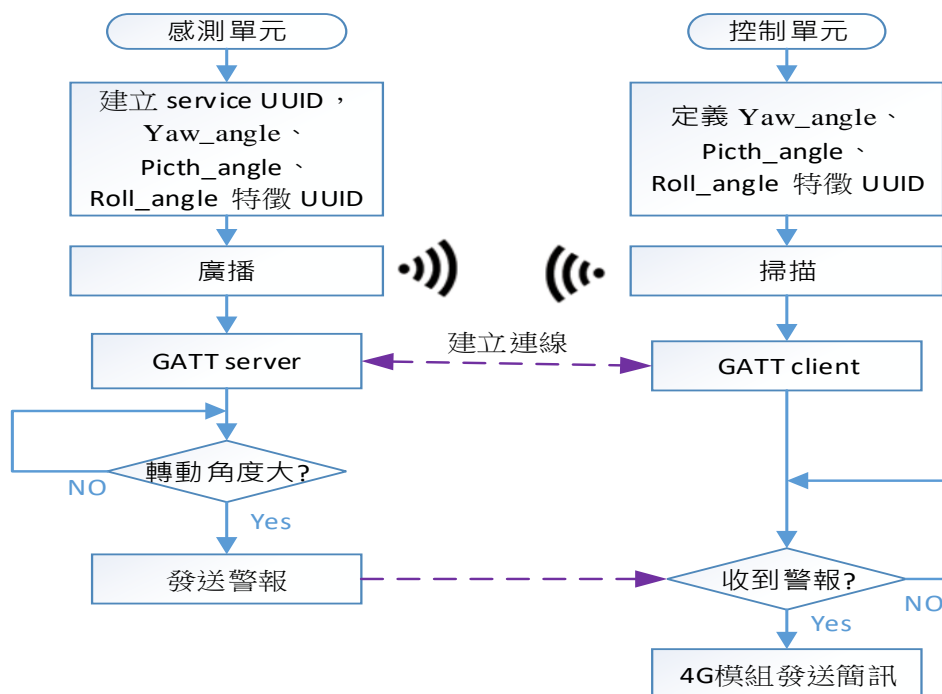
(d) 左轉

圖十一 車尾燈顯示燈號

(三) ESP32

本研究使用低功耗藍芽(Bluetooth Low Energy(BLE))作為單元間的溝通，圖十二以 Roll_angle 藍芽傳送接收流程圖為例。Server 端，建立 service UUID 和 3 個 Yaw_angle、Pitch_angle 和 Roll_angle 的特徵 UUID，開始廣播，Client 端掃描到相

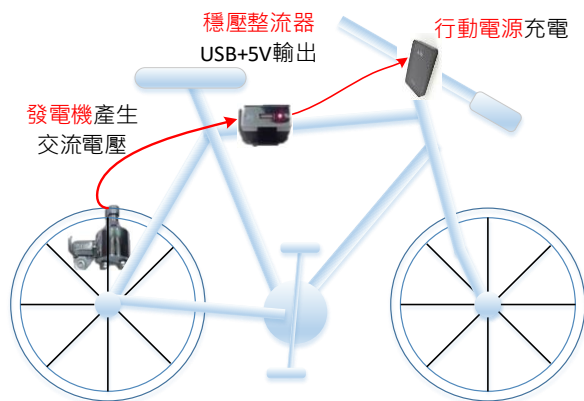
同定義的特徵UUID設備，兩方建立連線。當Roll_angle的value值大於預設值，則會送出SOS警報訊號，Client端則執行發送含有GPS經緯度的SMS到緊急聯絡人手機上。另外Yaw_angle、Picth_angle一樣的流程，差別在於Server端廣播為方向控制訊號，Client端執行LED方向顯示。



圖十二 Roll_angle 藍芽傳送接收流程圖

(四)電力供應單元

傳統發電機擁有拆裝便利、經濟實惠且充電簡單易用，所以選擇市售產品發電機(12V/6w)做為發電裝置，因為發電機輸出為交流電，且行車過程中，快慢不一，電壓極不穩定，因此將交流電壓經整流穩壓器輸出直流 5V，再提供行動電源充電，就可以達到發電與儲存電能的目的，如圖十三所示。



圖十三 電力供應單元示意圖

1. 傳統發電機實驗

直接使用彈簧將發電機滾輪靠往車輪，當車輪轉動時會提供摩擦力使其轉動而發電，如圖所示。實際量測以下數據：

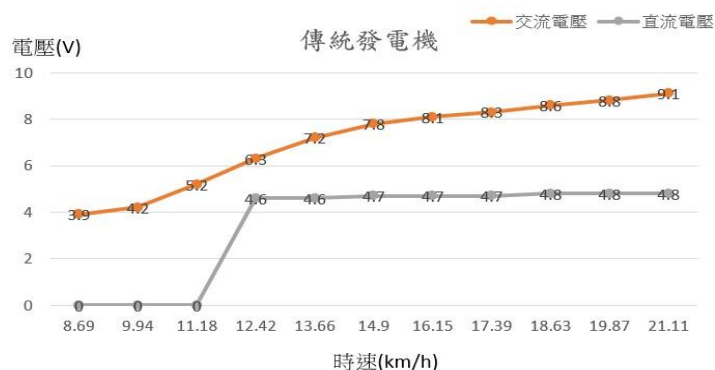
- (1) 車輪直徑 577cm，周長=直徑*3.14=577*3.14=181.1cm
- (2) 發電機滾輪直徑 1.95cm，周長=1.95*3.14=6.12cm
- (3) 車輪轉速 1rpm，時速=1*1.81*60 =108.6m/h=0. 108km/h，相當於發電機轉速 29.6rpm

探討行車速度快慢與發電電壓之間的關係，負載為 1200mAh 充電電池，如表八所示：

表八 行車速度快慢與發電電壓關係表

車輪轉速 (rpm)	時速 (km/h)	發電機轉速 (rpm)	無負載之交流電壓	有負載之交流電壓	穩壓器輸出直流電壓
70	8.69	2373	11.7	3.9	(無輸出)
80	9.94	2712	13.5	4.2	(無輸出)
90	11.18	3051	15.2	5.2	(無輸出)
100	12.42	3390	17.3	6.3	4.6
110	13.66	3729	19.5	7.2	4.6
120	14.9	4068	22.1	7.8	4.7
130	16.15	4407	23.4	8.1	4.7
140	17.39	4746	24.1	8.3	4.7
150	18.63	4500	24.2	8.6	4.8
160	19.87	5085	24.2	8.8	4.8
170	21.11	5424	24.1	9.1	4.8

圖十四為有負載時，行車速度與發電電壓曲線圖。



圖十四 行車速度與發電電壓曲線圖

由實驗數據得到以下結論：

- 行車速度越快，發電電壓越高，當無負載時，空轉電壓可達到 24V。
- 加入負載之後，時速需達到 11.18km/hr 以上，發電機才能提供穩壓器 5V 輸出。

2. 第二版實驗（改進方向：走路牽車就可以發電）

目前發電裝置都必須經由踩踏到一定的速度，才有發電的效果，可是在廣大的運動族群中，不乏騎車速度較慢者或走路牽車的低速時刻，若也能在低速下發電，可以滿足所有單車族電力供應的需求。

本團隊透過變速箱的觀念，加裝一組回歸輪系在輪胎與發電機中間，達到改變速度的目的，完成極低的踩踏速度就可以將發電機轉速拉高，達到低速發電的目標。為了在實驗中對照與改進，同時也為了展示與推廣，先用 3D 建模模擬實驗，後因需考慮物件之負荷重量，所以將設計草圖委請本校機械科協助製作鋁合金齒輪組，兼顧安全與美觀，方便操作與說明。

設計草圖	設計理念
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 設計回歸輪系架構，內含兩組齒輪比，一組 50T:17T，轉速比可提高 2.94 倍；由 17T 齒輪同心軸帶動另一組 50T:15T，轉速比可再提高 3.33 倍。故導輪一圈，發電機轉 9.8 圈。 2. 當導輪緊壓著腳踏車單側輪框，為避免輪胎旋轉受力而偏心，故另一側必須加裝迫緊輪，使輪胎兩側平均受力。

導輪側	發電機側

動作說明	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 將導輪緊壓著腳踏車輪框，當腳踏車輪框(直徑 577mm)轉動進而帶動導輪(直徑 33mm)反方向加速(20 倍)旋轉，當導輪旋轉同時帶動導輪端大齒輪於同軸心上作同步旋轉。 2. 當導輪端大齒輪(50T)旋轉同時帶動中間端小齒輪(17T)反方向加速(2.94 倍)旋轉，當中間端小齒輪(17T)旋轉同時帶動中間端大齒輪(50T)於同軸心上作同步旋轉。 3. 當中間端大齒輪(50T)旋轉同時帶動發電機端小齒輪(15T)反方向加速(3.33 倍)旋轉，當發電機端小齒輪旋轉同時帶動發電機同軸心上作同步旋轉並產生電力。 4. 故腳踏車輪框轉動一圈，則發電機端轉動為 $20 \times 2.94 \times 3.33 = 195.8$ 圈。 	

組裝過程

1. 安裝輪系與導輪	2. 安裝發電機	3. 安裝迫緊輪	4. 完成組裝

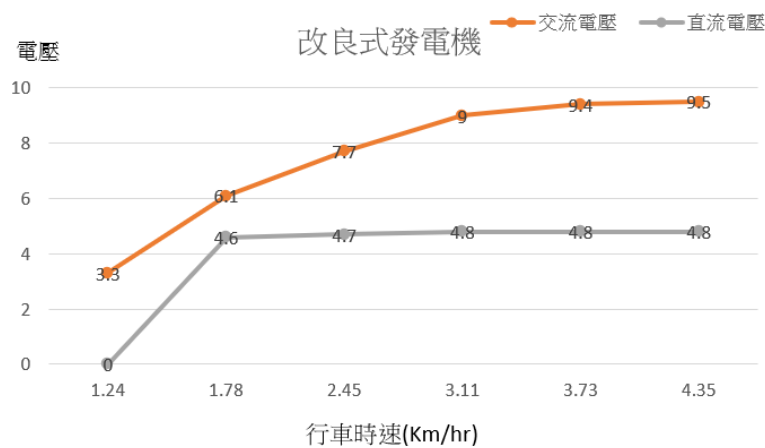
實驗一：行車速度與發電電壓

與傳統發電機實驗對照，相同負載為 1200mAh 充電電池，探討行車速度快慢與改良式發電機電壓之間的關係，如表九所示：

表九 行車速度與改良式發電機電壓關係表

車輪轉速 (rpm)	時速 (km/h)	發電機轉速 (rpm)	無負載之交流電壓	有負載之交流電壓	穩壓器輸出直流電壓
10	1.24	1958	9.5	3.3	(無輸出)
16	1.78	3133	18.8	6.1	4.6
20	2.45	3916	23.9	7.7	4.7
25	3.11	4895	24.2	9.0	4.8
30	3.73	5874	24.1	9.4	4.8
35	4.35	6853	24.2	9.5	4.8

圖十五為有負載時，行車速度與發電電壓曲線圖。



圖十五 行車速度與發電電壓曲線圖

由實驗數據得到以下結論：

- 透過回歸輪系，輪胎轉一圈，導輪轉 20 圈，發電機轉動 195.8 圈，瞬間拉高發電機轉速。
- 因發電機轉速被拉高，所以行車在 1.78km/hr 如此低速的情況下，即有發電功能，符合低速發電的目標。
- 齒輪轉動過程中，會有噪音出現。發生原因為機械結構碰撞造成，只要將回歸輪系置入密閉箱中，噪音即可消除，如同汽車變速箱原理。
- 帶動導輪因摩擦輪框，導致橡皮容易磨損，應尋找較不易磨損之材料。

實驗二：充電探討

本系統控制單元耗電量為 233.3mA，感測單元為 117mA，實測以時速 1.78km/hr 行走一小時，約可充電 148mAh；時速 2.45km/hr 行走一小時，約可充電 172mAh。由此可知，只要用行走運動方式充電，兩個小時多即可滿足電力需求。

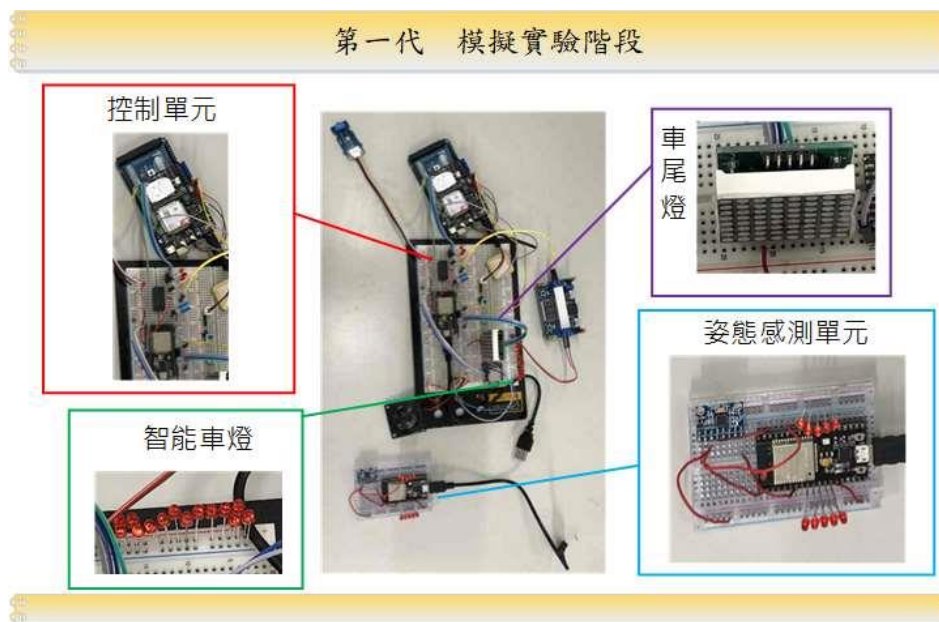
四、硬體製作

本研究的目標是能建立一套高度親和性的單車智能化安全系統，改進再改進，修正再修正。研製過程大致分為三代，先透過模擬實驗，再建立實用系統，最後統整，展現可用性且易於推廣介紹，透過實驗證明本作品實用性與功能性非常高。

系統介紹	優點	待改進之處
XB1.0 模擬系統	研發階段，便於實驗以及觀察	用於實際狀況結果未知
XB2.0 實際系統	實際應用於生活場所，證明此系統實際可用	1. 接線不易，難以推廣 2. 利用充電電池供應電力，缺電則無法使用
XB3.0 實用及商品化	<ol style="list-style-type: none"> 1. 運用3D列印技術，整合2.0系統完成商品化。 2. 使用USB訊號傳輸介面，快拆且安裝方便。 3. 加裝發電系統，隨時充電，不怕沒電。 4. 高度親和力： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 功能很強，操作簡單。 ➢ 走路即可充電。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 發電機的齒輪箱效率及噪音問題 2. 發電機過高轉速之保護設備

圖十六為三代之實體圖。

XB1.0 模擬系統是研發階段中，利用麵包板接線，便於實驗以及觀察，成功完成模擬情境的動作。



圖十六(a) XB 1.0 模擬系統

XB2.0 實際系統是將麵包板上的電路製作 PCB 板，減少佈線和裝配的差錯，可以實際應用於生活中。本團隊使用 SMD 元件，可將佈線密度提高，體積就會變小，重量變輕，非常適合小型化的需求，最後將系統嵌入自行車中，成功完成道路實測，證明此系統可用性。



圖十六(b) XB 2.0 實際系統

本作品再精進，利用 3D 列印技術成為 3.0 實用及商品化。在此將 4G 通訊模組從控制單元分離出來，細分為兩個獨立功能模組，一為必要的方向控制模組，負責方向燈的控制；二為擴充的 4G 通訊模組，負責簡訊通知與地圖 GPS 定位功能，兩者之間接上 Micro USB 傳輸線就完成溝通，可依使用者需求決定擴充與否。

XB3.0 版不僅快裝方便，更擁有高度親和力的操作模式，唯一擔心是缺電問題，因此本團隊考慮騎乘過程的電力供應問題，特別設計一組自給發電系統，透過發電與儲電，人人皆可輕鬆上手，享受安全的單車生活，使用者可自行決定是否需要安裝。



圖十六(C) XB 3.0 實用及商品化

接下來說明硬體方面的製作過程：

(一) PCB 板製作過程

硬體電路透過麵包板接線測試，確定動作無誤，再洗成 PCB 板，因洗電路的過程會用到氯化鐵，丟棄則造成環境汙染，回收也是困擾，故用雕刻機來完成 PCB 板的製作，可快速製作電路板樣品。

製作過程以本研究之車頭燈電路作為範例，分為五個步驟：

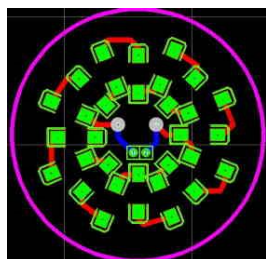
步驟一：用Protel 99SE規劃元件位置，需考慮電路板外部接線端子的位置，也需考慮不同性質的電路應予以適當的區隔，因為雕刻刀尖有90度及60度，分別對應雕刻大、小間距，分界點大約在0.3mm左右，所以佈線時，須注意線寬及線與元件間間距。

步驟二：考慮焊點大小，因元件PIN大小不一，如果焊點太小，鑽孔後剩餘的銅箔，會少到無法吃錫；若焊點設定太大，錫的用量增加且版面空間會加大，故焊點大小直徑最大不大於元件孔徑的3倍。

步驟三：製作雙面PCB板時，toplayer和bottomlayer線路配置要相互配合。

步驟四：完成電路 PCB Layout，如圖所示。轉檔產生 Gerber 檔，透過雕刻機 PCAM 設定定位孔及電路鋪銅。

步驟五：雕刻機依電路設計完成 PCB 板製作，如圖十七所示。






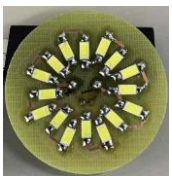


圖十七(a)PCB



圖十七(b)雕刻過程

以下說明雕刻機雕刻車頭燈 PCB 板完整程序，共分六種過程。

1.雕刻線路	2.挖空銅箔	3.挖空銅箔	4.鑽頭鑽孔	5.切割 PCB 板	6.焊製電路
					
利用 90 度雕刻刀進行線路的隔離	0.5mm 挖空刀小範圍銅箔	1.5mm 挖空刀大範圍銅箔	依設計孔洞大小，選擇鑽頭尺寸鑽孔	利用成型刀進行切割 PCB 板形狀	依電路設計元件擺放位置，完成焊接

本研究為了使作品朝向商品化，因此透過 3D 列印技術製作外殼，改進 XB2.0 兩大部分，一為方向控制模組，二為 4G 通訊模組，進化為 XB3.0 版。

(1) 方向控制模組

改進方向有以下幾點：

✚ 縮小版面：

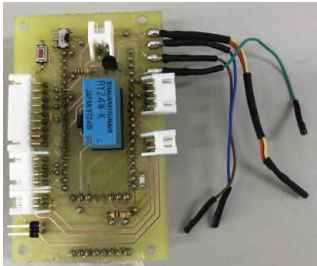

1. SMD 莫士端子 1.25mm 取代插入式 XH2.54mm 端子。
2. 整合小型 DC To DC 升壓模組。
3. 重新規劃元件位置，將雙面 PCB 版佈線的密度提高。

✚ 快速接頭:

1. USB3.0 取代插入式 XH2.54mm 接頭。
2. Micro USB 作為與 4G 通訊模組資料傳輸線。
3. Mini USB 取代傳統電源線。

✚ 整合電路

1. 整合車頭燈、喇叭等電路，系統可一致性。
2. 整合開關、藍芽 LED 及光感測器於操作面板上，方便使用與觀察。

XB2.0 方向控制模組	XB3.0 方向控制模組
	

(2) 4G 通訊模組

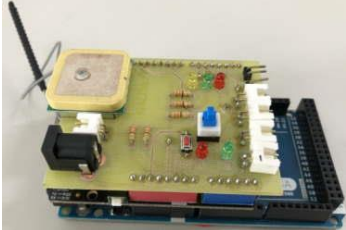

改進方向有以下幾點：

✚ 整合電路：

1. SMD 莫士端子 1.25mm 取代插入式 XH2.54mm 端子。
2. SMD LED 取代 3mm 插入式 LED，SMD 電阻取代插入式 1/4W 色碼電阻。
3. 整合開關、LED 於操作面板上，方便使用與觀察。

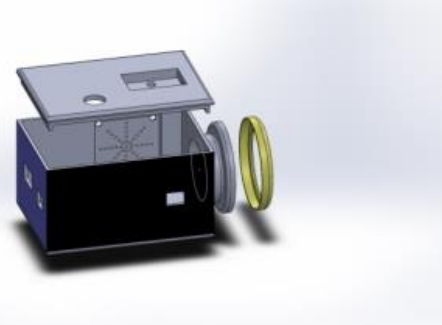
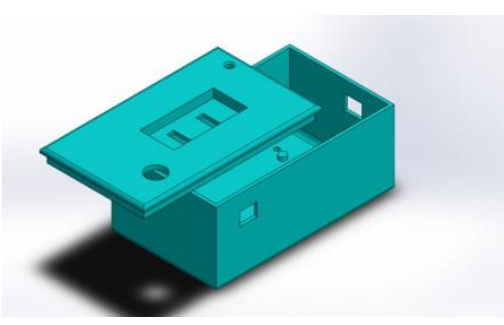
✚ 快速接頭:

1. Micro USB 作為與控制單元資料傳輸線。
2. Mini USB 取代傳統電源線。

XB2.0 通訊模組	XB3.0 通訊模組
	

(二) 3D 建模及列印

依照兩個模組實際尺寸，使用 SolidWorks 3D 建模並列印組裝，如下所示。

方向控制模組爆炸圖	通訊模組爆炸圖
	

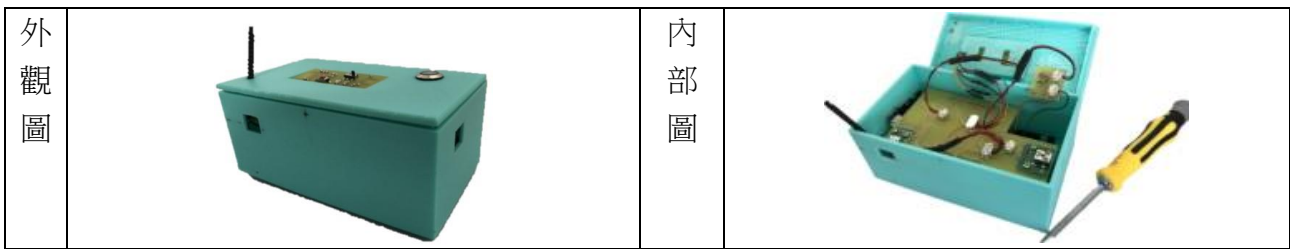
(三) 成品展現

利用 3D 建模技術，配合 PCB 板外部接線、開關、電源等作完整的產品外觀設計，不僅擁有整體性，並可符合現實環境，活用性相當高。

(1) 方向控制模組



(2) 4G 通訊模組



伍、研究結果

本研究將實驗過程分成四部分說明，第一部分探討系統電力；第二部分偏擺角度與後仰角度之規劃；第三部分探討頭部轉彎角度曲線；第四部分實際測試方向燈控制、跌倒偵測、防盜偵測。

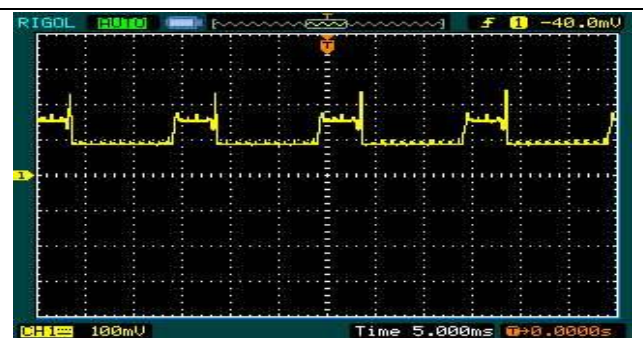
一、系統電力探討

智慧型車是移動的裝置，因此使用充電式鋰電池作為供應電源，探討感測單元與控制單元在待機以及滿載時消耗電流量，以便得知電池可使用時間。我們在電源輸入端串聯 1Ω 的電阻，利用示波器量測電阻兩端的電壓，即可轉換為電流量。

(一) 感測單元

(1)待機：尚未連線，廣播等待連線。

(2)滿載：連線傳送資料，同步顯示方向燈。



$$\text{平均電壓} : \frac{8m \times 50m}{44m} + 100m \cong 109mV$$

$$\text{平均電流} : \frac{109m}{1} = 109m = 0.109A$$

廣播週期為 44ms、廣播頻率為 22.7Hz

$$\text{平均電壓} : \frac{5m \times 50m}{15m} + 100m \cong 117mV$$

$$\text{平均電流} : \frac{110m}{1} = 117m = 0.117A$$

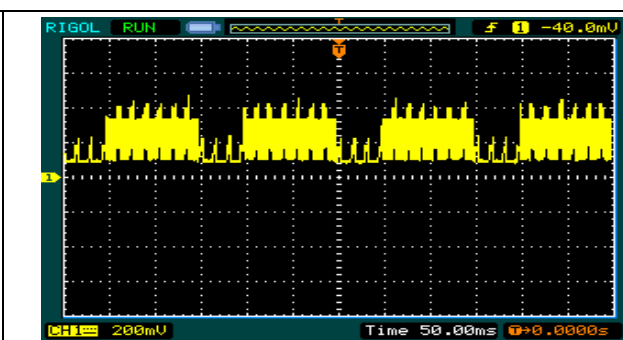
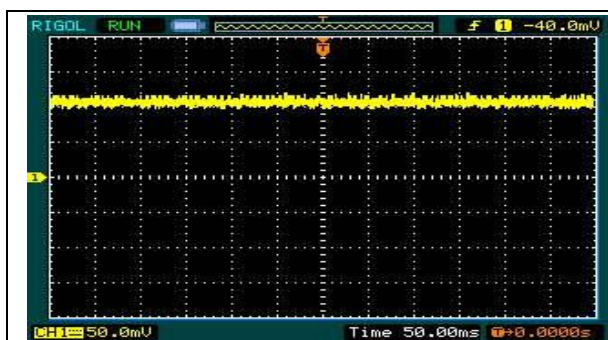
廣播週期為 15ms、廣播頻率為 66Hz

感測單元的電源由 2 顆 3.7V, 3350mAh 的鋰電池串聯，由量測數據得知，只有待機狀態，電池可供應 30 小時，若在滿載狀況下，也可使用 28 小時，相當省電。

(二) 控制單元

(1) 待機：尚未連線。

(2) 滿載：連線接收資料、頭燈、尾燈動作



平均電壓： $\cong 100mV$

平均電流： $\frac{100m}{1} = 100m = 0.1A$

因為尚未連線，所以無接收訊號。

平均電壓： $\frac{100m \times 200m}{150m} + 100m \cong 233.33mV$

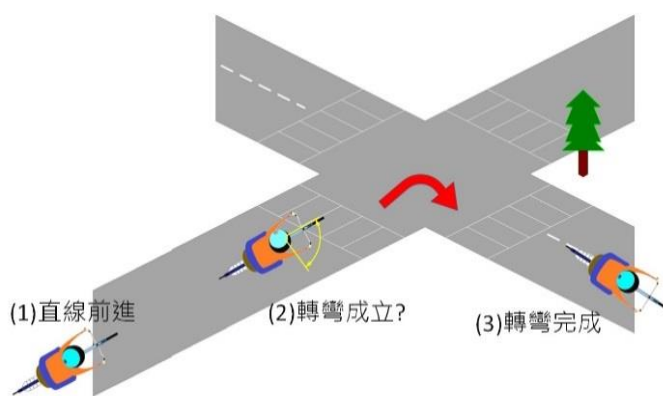
平均電流： $\frac{233.3m}{1} = 233.3m = 0.23A$

接收週期為 150ms、接收頻率為 6.67Hz

控制單元的電源由 1 顆 5V, 10050mAh 的行動電源，由量測數據得知，只有待機狀態，電池可供應 100 小時，若在滿載狀況下，也可使用 43 小時，相當省電。

二、偏擺角度與後仰角度之規劃

本研究設計三種不同的偏擺角度(70°、80°、90°)與後仰角度(20°、30°、40°)搭配組合，通過對 20 位學生的轉頭角度進行採集，請參與測試的學生戴上本實驗之安全帽，進行道路的騎乘，示意圖如圖十八。出發時初始化感測器，只要頭部轉動小於設定值，皆屬於直線行進。若須右轉，使用者往後看的同時，頭部偏轉角度已達轉彎標準，則啟動方向燈以及語音，告知其他用路人多留意，等待使用者完成過彎，確定行進方向後，利用仰頭角度來取消轉彎，目的在於讓姿態感應器設定新的方位初始值，以便等待下一次的轉彎訊號。不管要右轉或左轉，只要依照此流程觸發與取消轉彎，這將會是一趟安全與美好的旅程。



圖十八 右轉動作示意圖

受測學生中有高達 14 位覺得偏擺角度 80°比較舒適，70°只有 5 位，90°有 1 位。主要原因在於 70°角度較小，容易在左右看的過程中，就觸發了，而且轉動幅度不足以看到後面；90°則轉動太大，容易造成危險。後仰角度則有 15 位學生選擇 20°，5 位選擇 30°，而 40°無人，結果如表十。

表十 受測學生紀錄表

偏擺角度	人數	後仰角度	人數
70°	5	20°	15
80°	14	30°	5
90°	1	40°	0

從結果可以看的出來，頭部靠頸部肌肉轉動，旋轉角度大，容易拉傷，不舒服，所以經由受測學生實際勾選最適合的角度來設計偏擺角度為 80°、後仰角度為 20°。

三、 踩踏阻力測試

因能量不滅定律，所以轉動發電機的過程中，踩踏的動能相對會提高，本團隊對學生及不同年齡層的教職員做牽車與踩踏過程中的阻力感覺測試，請參與測試的人員以本作品進行實驗，結果如表十一。

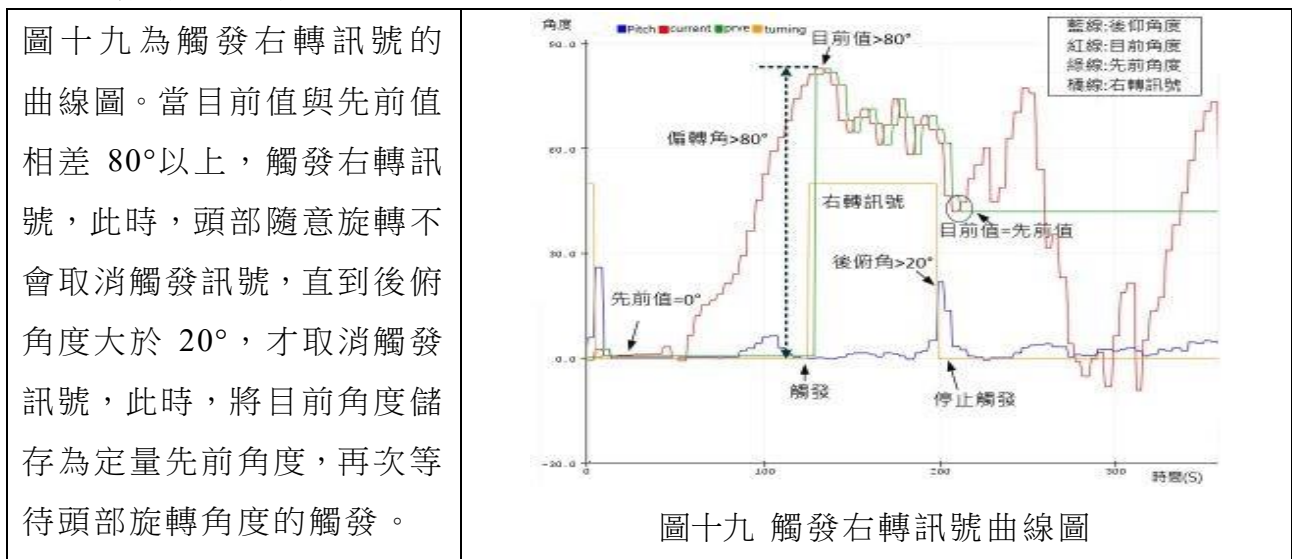
表十一 踩踏阻力實驗紀錄表

年齡層	人數	牽車阻力感覺			踩踏阻力感覺		
		輕微	可接受	沉重	輕微	可接受	沉重
15~20	20	3	15	2	2	17	0
20~30	10	2	7	1	1	8	1
30~40	10	1	7	2	0	9	1
40~50	5	0	4	1	0	4	1
50~60	5	0	3	2	0	4	1

由試驗結果得知，受測人員皆感受到阻力增加，但大多數都在可接受範圍，本團隊也發現在踩踏比牽車感覺沉重的比例降低，應是牽車時，用手部力量帶動發電機，感覺會比較累。

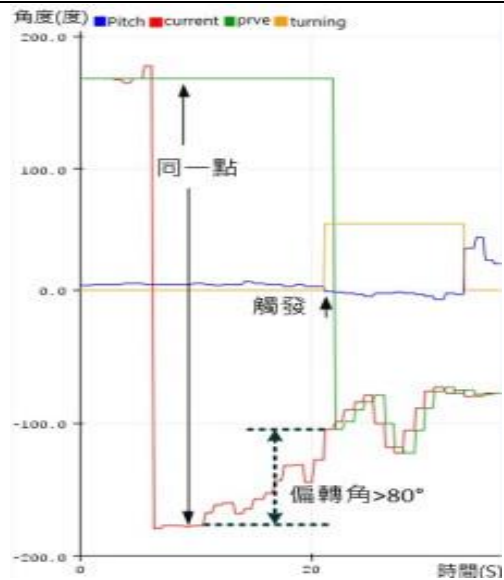
四、 探討頭部轉彎角度曲線

受測結果為偏擺角度為 80°、後仰角度為 20°，可由以下曲線圖來證明本研究正確判斷角度的變化。



圖十九 觸發右轉訊號曲線圖

圖二十證明了本系統姿態演算法中，已經解決正負180°同一點而造成誤動作的問題。由圖可知，當先前值180°時，目前值轉到-180°，差量看似差了360°，實際卻是相同點，所以不會觸發，等到目前值轉到約100°時，差量確實達到80°以上，代表要右轉，所以觸發右轉訊號。

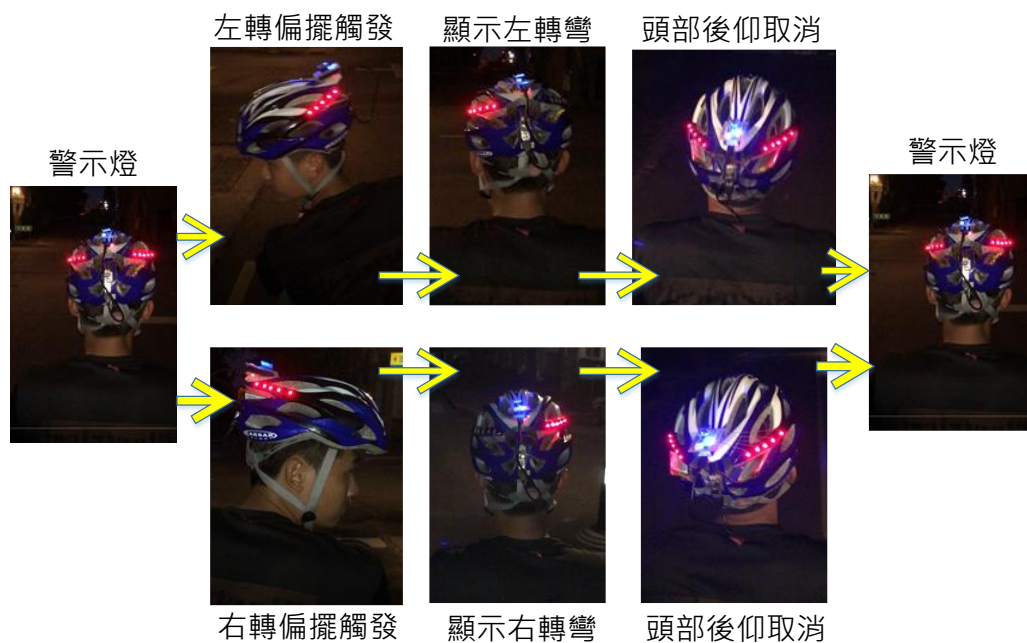


圖二十 解決 180°同一點的問題

五、實際測試

(一) 方向燈控制

直線行進中，以閃爍警示燈呈現，當左轉偏擺達到設定值，則觸發顯示閃爍左轉彎，或者是右轉偏擺達到設定值，則觸發顯示閃爍右轉彎，不管是哪一方向的轉彎，都會等到轉彎方向確定後，透過後仰取消轉彎訊號，才回到警示燈狀態，如圖二十一。



圖二十一 方向燈控制

(二) 跌倒偵測

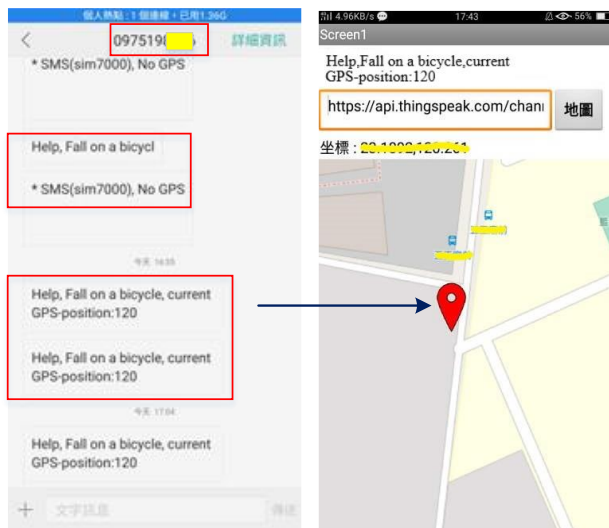
一般常見的跌倒姿態，包含：前趴下跌倒、前跪下跌倒、後躺下跌倒、後坐下跌倒、左側身跌倒、右側身跌倒。本研究以右側身跌倒為例，如圖二十二。發現人從車上跌落過程中，頭部會產生翻轉的角度，至少會大於70°，所以將Roll角度設

定 70°，當翻轉角度大於 70°時，會先觸發跌倒等待訊號，若 3 分鐘內，使用者可以自行重置系統，表示無須救援，若超過 3 分鐘，系統自動發送簡訊給聯絡人，聯絡人可用手機 APP 顯示 Google 地圖，來得知發生地點。



圖二十二 跌落事件

本系統sim卡號碼



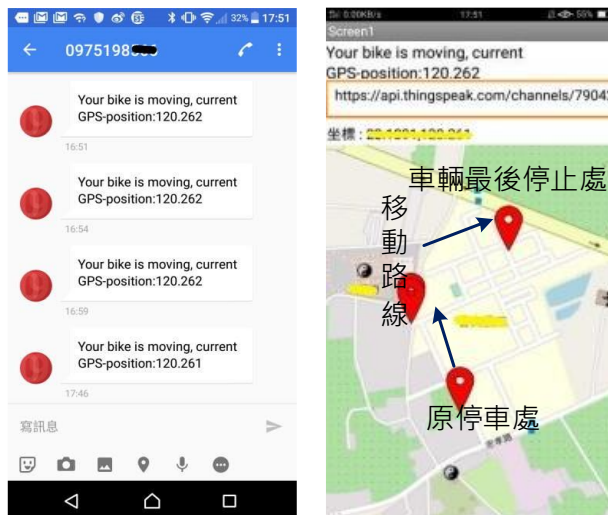
圖二十三 訊息與地圖顯示

圖二十三透過 sim7000C 內的 SIM 卡發送簡訊至聯絡人手機上，如果當下無 GPS，仍會送出簡訊告知，但無法顯示位置。若有收到 GPS 訊號，則同步在地圖上顯示。(因報告不可出現相關學校資訊，故將地點與座標隱藏)

(三) 防盜偵測

當車子設定停車模式，則啟動防盜偵測功能，只要感測到車輛震動，就送出車輛被移動的簡訊，車主可透過手機 APP 的地圖顯示車輛目前位置，定位尋車。如圖二十四。

從 Sim7000C 發送到手機接到簡訊的時間，大約需要 1 分半，但可能模組發送基地台，有一些延遲或訊號不良，導致有時累積好幾個簡訊一起出現，甚至遺漏。



圖二十四 防盜通知與 GPS 尋車

本研究實驗過程中，發送簡訊共 115 次，成功接收有 87 次，遺漏簡訊有 28 次，成功率約 75%。但其中成功接收次數中，有 10 次是個多個簡訊一同接收。GPS 訊號是透過網路上傳到 Thingspeak 網站，APP 應用程式直接抓取網站資料，所以只要 GPS 訊號良好，地圖顯示都可以即時顯示。

陸、討論

在整個研究過程當中，遇到的問題不計其數，但每次透過問題的解決，專業知識就增加許多。以下來探討思考未來可應用的方向。

- ✚ 本研究透過 Sim7000C 發送簡訊到手機上。從實驗過程中，簡訊接收的時間以及成功率並非穩定，若要再增加救援的即效性，可以加入求救電話(台灣是 119)，然後自動撥放語音訊息，告知救護人員有使用者發生嚴重跌倒，需要救援，並告知所在位置座標，讓求救功能更完善。
- ✚ 在電源供給部分，現使用車輪帶動發電，未來可考慮嵌入太陽能電池板，改善踏板的阻力問題。
- ✚ 現今的汽、機車非常重視行車時的盲點偵測，還有在變換車道的警示，這方面的安全裝置可應用於自行車上。因為自行車很多的威脅都來自後方，透過雷達測距來提醒騎士，則會有更多的反應時間來面對危險，預防碰撞等事故發生。

柒、結論

本團隊研發的智能型態單車，透過上路實測，驗證了此系統可以在一般道路上，透過體感的方式，很成功的完成顯示左、右方向的指示，並提供語音提醒。此外，經由APP手機應用程式與雲端資料庫的組合，可即時顯示人員或車輛的地圖位置。

本研究已完成系統模組化，只要在安全帽搭載感應元件，車體配置控制單元電路，兩者透過藍芽設定配對，即以最簡單的方式，完成控制方向燈、語音主動提醒、跌倒通知、防盜通知等智能控制，安裝方式快速，更能符合各種車型。本系統整合市售智慧安全帽與智慧單車的功能，而全部硬體成本約3500元，遠低於換購帽子與單車的價格，非常划算。

本研究所設計的低速發電，不僅通勤騎乘可充電，在家也可牽車充電，如果國內 1000 萬人平均一天每小時儲電供 0.5 度的電量來計算，1 度電的碳排放量為 0.75 公斤，那麼一天就會減少碳排放量 3.25 噸，一年就減少 120 萬噸。

自行車運動不僅可以健身，更可以減少污染、節約能源和環境保護，為了地球健康永續，本研究期望創造單車不侷限於移動，而是擁有更多不同的智能體驗，讓單車生活因加入主動安全性與操作便利性而提升騎乘安全價值，吸引更多人使用”綠色交通工具”來愛護地球，讓我們多盡一點心力。

捌、參考資料及其他

- [1]陳福春。感測器。台北：全華科技圖書。
- [2] <https://fayalab.blogspot.com/2017/11/serial8x8dot.html>
- [3]人機工程學課程，第三章人的感知與心理特徵
http://www.mapeng.net/news/mechanical_design_course/2009/11/mapeng_0911272028129376_6.html
- [4]陀螺儀，2011年1月10日，維基百科<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>
- [5]ITREAD，<https://www.itread01.com/content/1549319242.html>
- [6]孫駿榮、蘇海永。用ARDUINO全面打造物聯網。基峰圖書。
- [7]陳會安。APP Inventor2程式設計與應用。台北：全華科技圖書。
- [8]<http://www.chuanchiu.com.tw/gustar/front/bin/partprint.phtml?Part=2-007&Category=&Style=1>
- [9]<http://blog.yam.com/raymondsun/article/20844167>
- [10]Read data from all fields in a channel with HTTP GET.
<https://www.mathworks.com/help/thingspeak/readdata.html>
- [11]林豐福、喻世祥，交通部運輸研究所，腳踏車肇事特性分析及因應措施
- [12]Wolf AIOT 探索，<https://www.wolfaiottw.com/>
- [12]黃宏彥、余文俊、楊國輝。感測器原理與應用電路實習。高立圖書。1998。
- [13]警政署全球資訊網 <http://www.npa.gov.tw/NPAGip/wSite/mp>

【評語】 052304

1. 研究透過搭載於安全帽上的姿態感測器，感測騎士頭部姿態變化來判斷車子行進意圖，同步顯示安全帽後方及車尾，並提供跌倒通知與防盜通知及於地圖上呈現位置，內容完整，分析詳盡，具實用性及創新性，對行車安全有助益。
2. 對於智能自行車做安全性以及自主性的考量，實際經歷道路測試改善參數，是一項結合多種功能且完整的作品，回歸輪系充電是一創新，可以再量化分析與現行充電方式的比較並思考充電的最佳化方式。
3. 整個研發過程說明清楚，由學生進行實測，來決定觸發角度，方向正確，所得成效亦佳。

壹、研究動機與目的

為保護自行車騎士於道路上的安全，本研究透過搭載於安全帽上的姿態感測器，測量騎士頭部姿態變化來判斷車子行進意圖，同步顯示安全帽後方及車尾，讓後方車輛知道車子的行進動向。若發生撞擊或跌倒事故時，感測器偵測到外力或碰撞，就能自動連接系統發送求救簡訊與座標位置，即時請求聯絡人的協助。此外，提供防盜通知，可透過 GPS 尋車。在電力提供方面，設計回歸輪系提升發電機轉速，讓騎士走路牽車就可以發電。

研究目的：

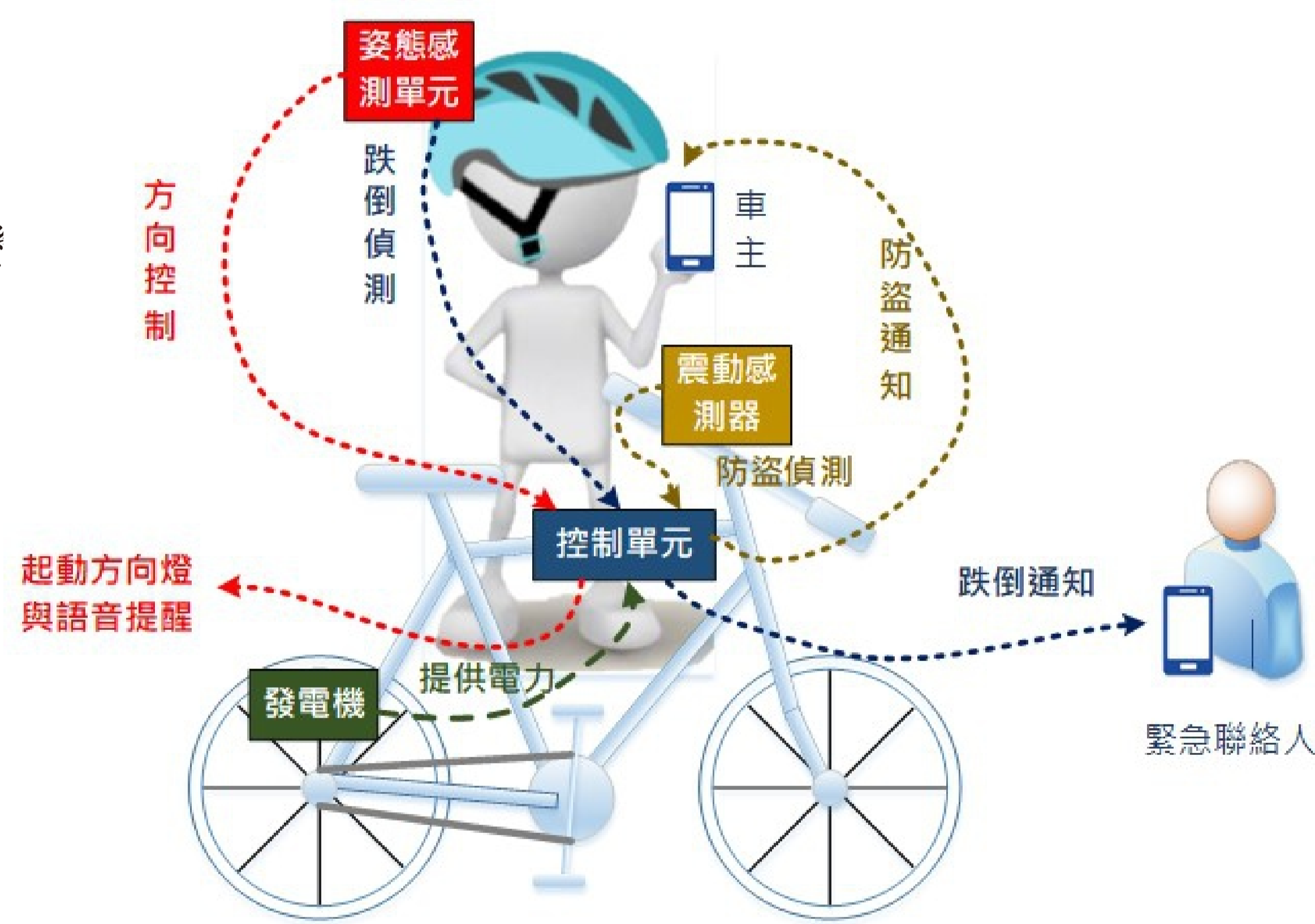
- 一、主動安全性的觀點，設計實際運用於單車之智能化安全系統。
- 二、供電自主性的觀點，設計可低速發電之改良式的電力系統。
- 三、操作便利性的觀點，提高單車使用安全與價值。
- 四、節省成本的觀點上，製作兼具實用性與功能性之系統。
- 五、高度親和力的人機介面，使其系統更加有效率化、人性化、易於使用。

現況描述	本系統創新部分	改善目標
提醒手勢	姿態感應器偵測使用者往後看的角度，自動判別轉彎方向	利用體感啟動方向燈，安全便利
GPS 尋車	使用 GPS 模組，以車定位。	使用者即時得知車輛移動位置。
低速充電	透過回歸輪系提高發電機轉速	走路速度即可發電與儲電
轉彎無聲	利用語音，提示行人注意避讓	加強用路人對使用者的注意
發生危險無人知	利用姿態感應器判斷姿態劇烈改變，送出緊急通知。	為單騎者姿態大幅改變提供協助。
無方向燈	安全帽上及車尾裝 LED 方向燈	改善夜間不夠明顯的手勢信號
手動頭燈	利用光感測器，自動開啟頭燈	改善手動開關

>

貳、研究過程或方法

安全帽上搭載姿態感應器，分別發送轉彎方向控制與跌倒偵測信號。當控制單元接收轉彎方向控制，啟動方向燈與語音提醒；當控制單元接收跌倒偵測信號，發送跌倒通知緊急聯絡人。此外，車上裝配震動感測器，作為防盜偵測，一旦車輛出現非正常移動狀況，發出防盜通知。



示意圖

姿態感測單元與控制單元使用ESP32作為核心

- (1) ESP32從控制器接收轉彎訊號，啟動方向燈，透過藍芽通知主控制器啟動8*8矩陣LED與語音模組。
- (2) ESP32從控制器接收跌倒訊號，透過藍芽通知主控制器觸發Mega2560啟動4G模組，發送求救簡訊與座標位置，請求連絡人協助。
- (3) 震動感測器，作為停車時的防盜裝置。光照感測器，偵測環境光度，自動開關車頭燈。



架構圖

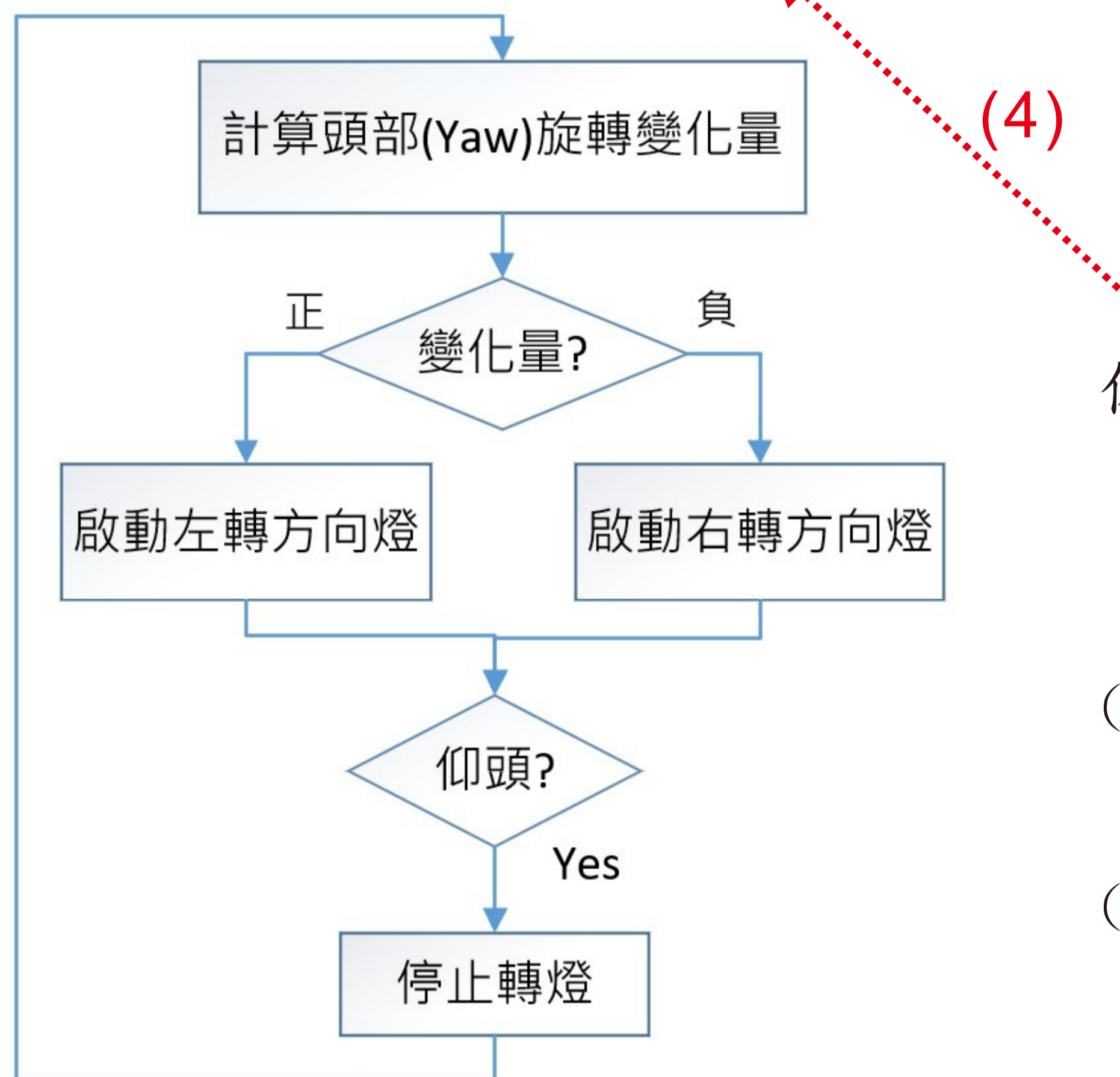
一、姿態感測單元

頭部姿態判別

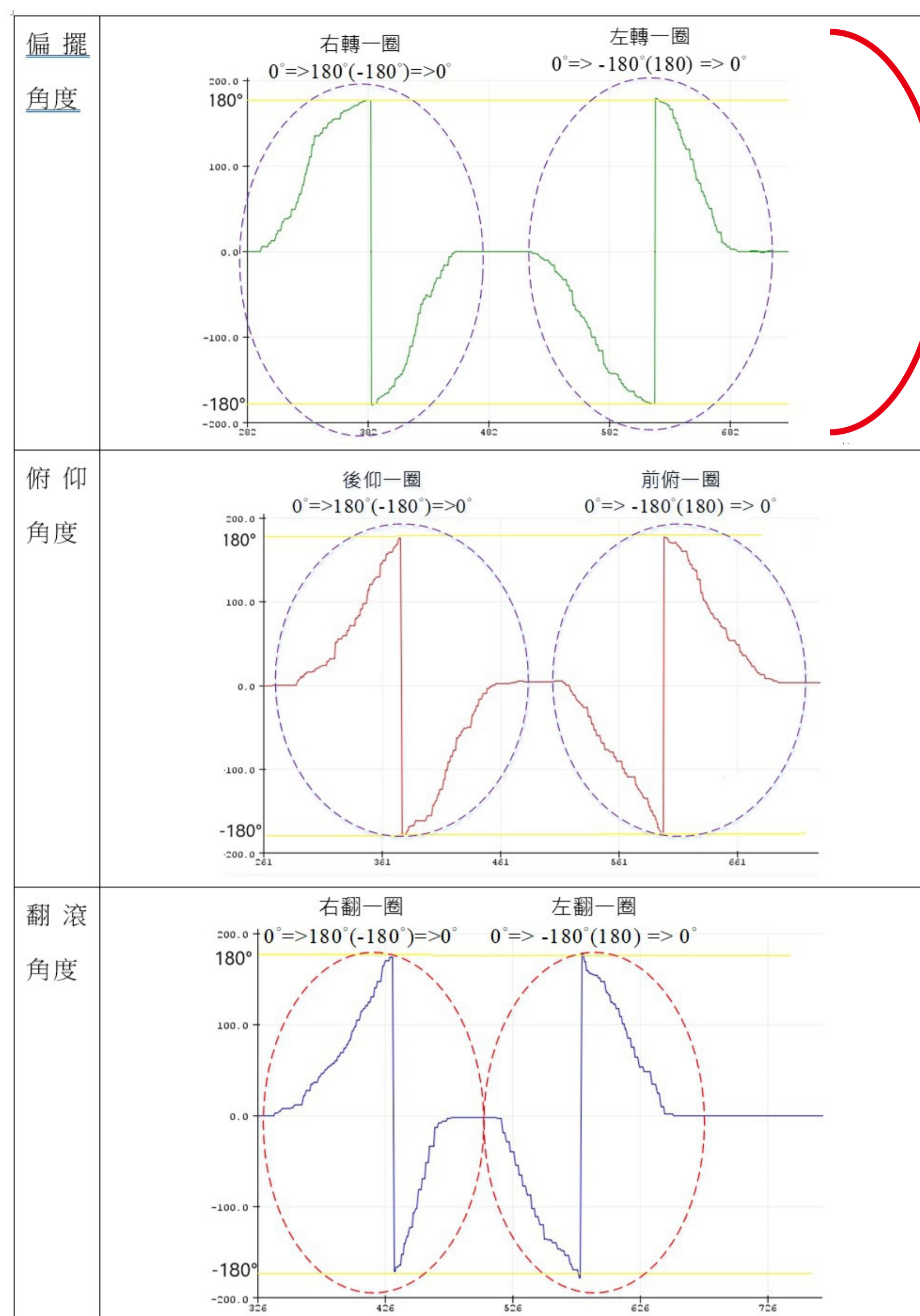
- (1) 翻滾(Roll)角度 => 「跌倒」
- (2) 後仰(Pitch)角度 => 「取消轉彎」
- (3) 偏擺(Yaw)角度 => 「轉彎」

- (1) 初始值為先前值，轉動為目前值
- (2) 當(目前值-先前值 > 設定值)，則啟動轉彎
- (3) 紀錄取消轉彎時的角度為先前值，確定轉彎後的新方位。

姿態感測流程圖



偏擺、俯仰、翻滾角度變化



偏擺角度在四象限變化

右轉判別方式	
(A)	(B)
0° < 先前值 < 90°, 目前值 < 180° 差量 = 大正 - 小正 > 0 結論：差量為正數	90° < 先前值 < 180°, -180° < 目前值 < -90° 差量 = 負 - 正 < 0 結論：差量為負數
(C)	(D)
-180° < 先前值 < -90°, -90° < 目前值 < 0° 差量 = 小負 - 大負 > 0 結論：差量為正數	-90° < 先前值 < 0°, 0° < 目前值 < -90° 差量 = 正 - 負 > 0 結論：差量為正數
左轉判別方式	
(A)	(B)
-90° < 先前值 < 0°, -180° < 目前值 差量 = 大負 - 小負 < 0 結論：差量為負數	-180° < 先前值 < -90°, 90° < 目前值 < 180° 差量 = 正 - 負 > 0 結論：差量為正數
(C)	(D)
90° < 先前值 < 180°, 則 0° < 目前值 < 90° 差量 = 小正 - 大正 < 0 結論：差量為負數	0° < 先前值 < 90°, -90° < 目前值 差量 = 負 - 正 < 0 結論：差量為負數

偏擺角度數值調整過程

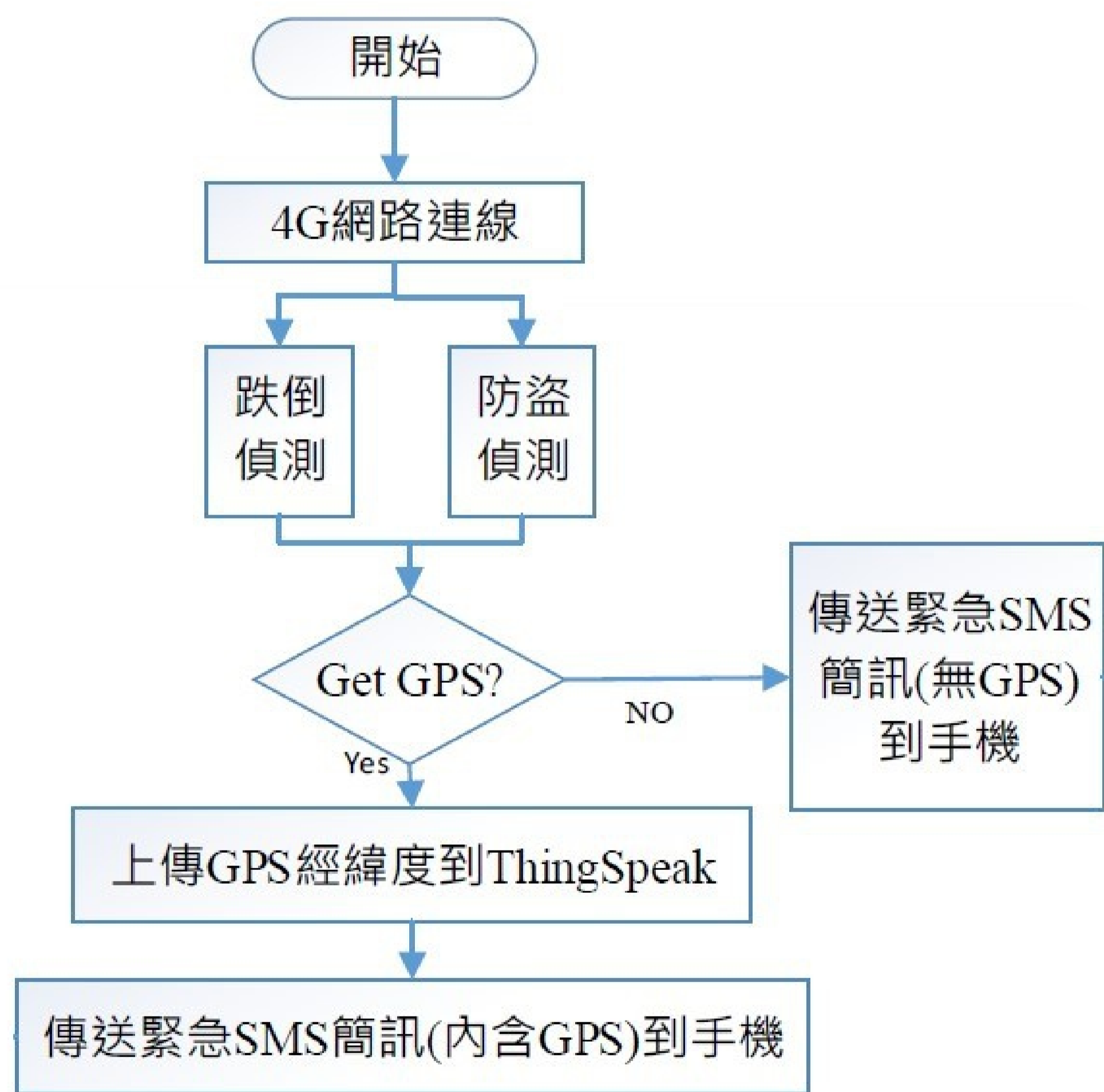
- 右轉： $(180^\circ - \text{先前值}) + (\text{目前值} + 180^\circ)$
- 左轉： $(180^\circ + \text{先前值}) + (180^\circ - \text{目前值})$
- (1) 當 $[(90^\circ < \text{先前值} < 180^\circ) \text{ 且 } (-180^\circ < \text{目前值} < -90^\circ)]$
右轉； 否則 左轉；
- (2) 當 $[(-90^\circ < \text{先前值} < 0^\circ) \text{ 且 } (0^\circ < \text{目前值} < 90^\circ)]$
右轉； 否則 左轉；

歸納真值表

右轉			左轉		
目 前 值	先 前 值	差 量	目 前 值	先 前 值	差 量
負	負	正	負	負	負
負	正	負	負	正	負
正	負	正	正	負	正
正	正	正	正	正	負

二、控制單元

1. 跌倒及防盜通知設計



2. App Inventor 程式設計概念

(1) 接收簡訊

```

when 簡訊1 MessageReceived
do
  set labelText1 Text to join get number, get messageText
  
```

(3) 接收經緯度資料

```

when Web1 GotText
do
  if get responseCode == 200
  then
    set global webdata to call Web1 JsonTextDecode jsonText get responseContent
    set labelGPS Text to get global webdata
  else
    set labelGPS Text to "Error: Http Request Error"
  call json2map jsondata get global webdata
  
```

(2) 連線ThingSpeak網站

```

when btnGetGPS Click
do
  set Web1 Uri to addressThingSpeak Text
  call Web1 Get
  
```

(4) 顯示地圖

```

call 地圖1 PanTo
latitude get global maLatitude
longitude get global mapLongitude
zoom 17
set global myMaker to call 地圖1 CreateMarker
latitude get global maLatitude
longitude get global mapLongitude
  
```

三、電力供應單元

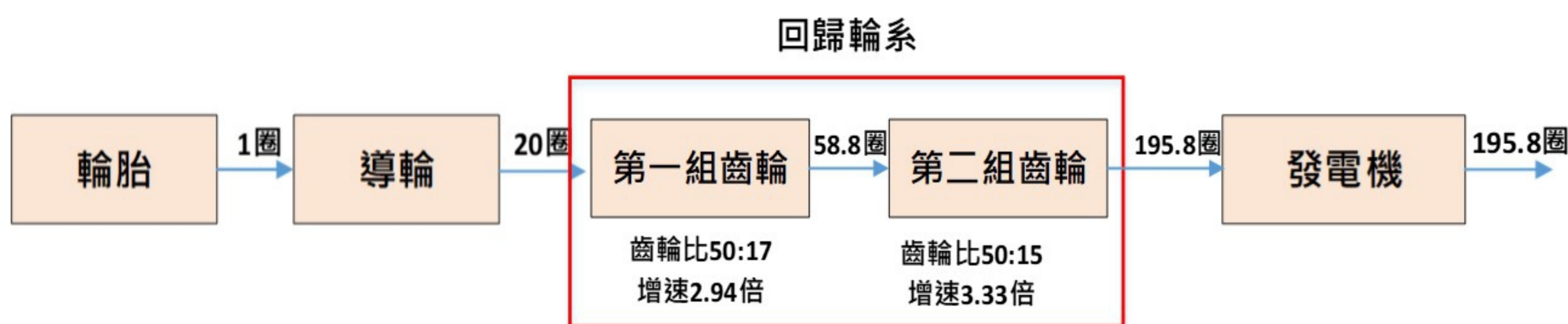
改良式發電機

回歸輪系

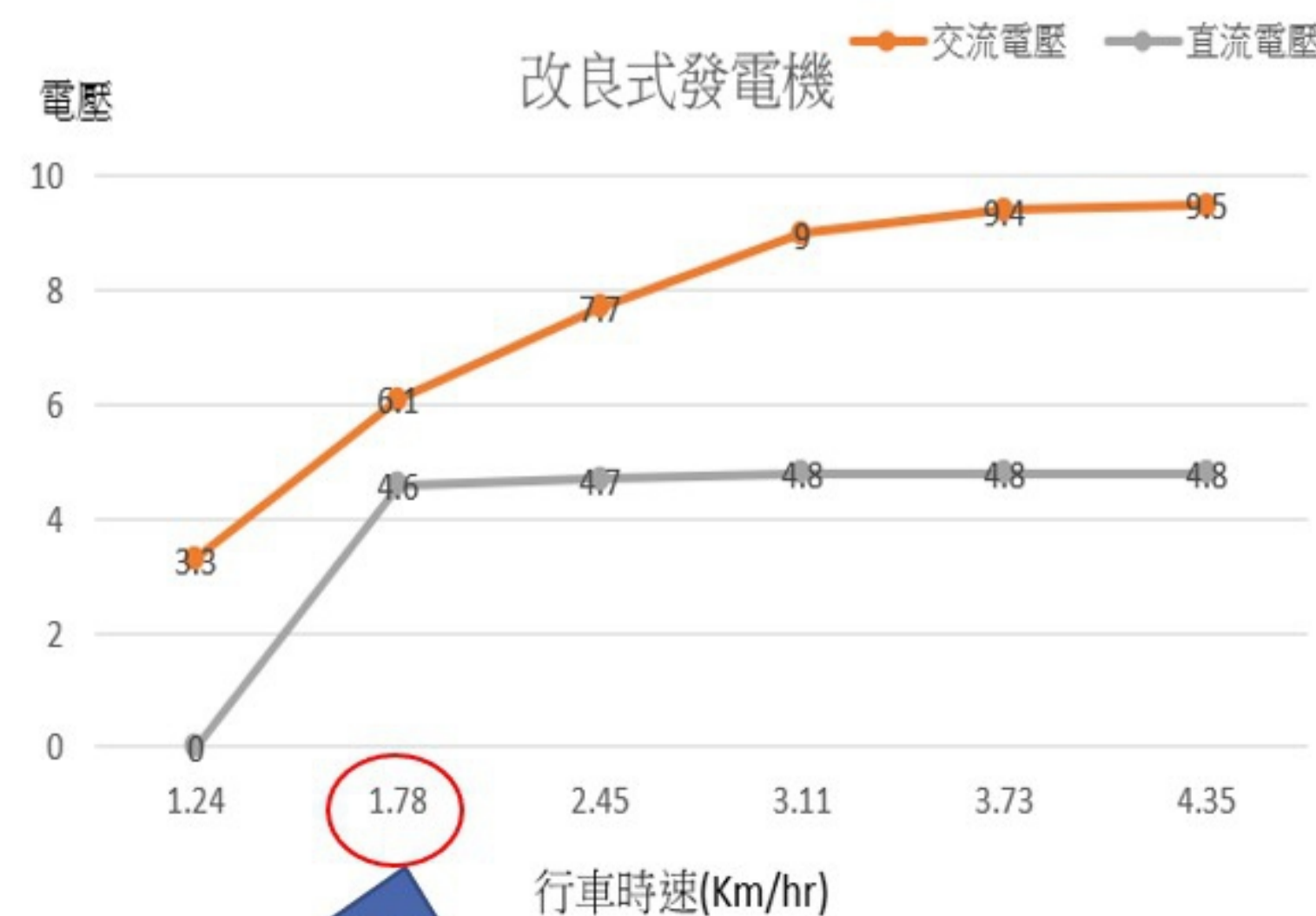
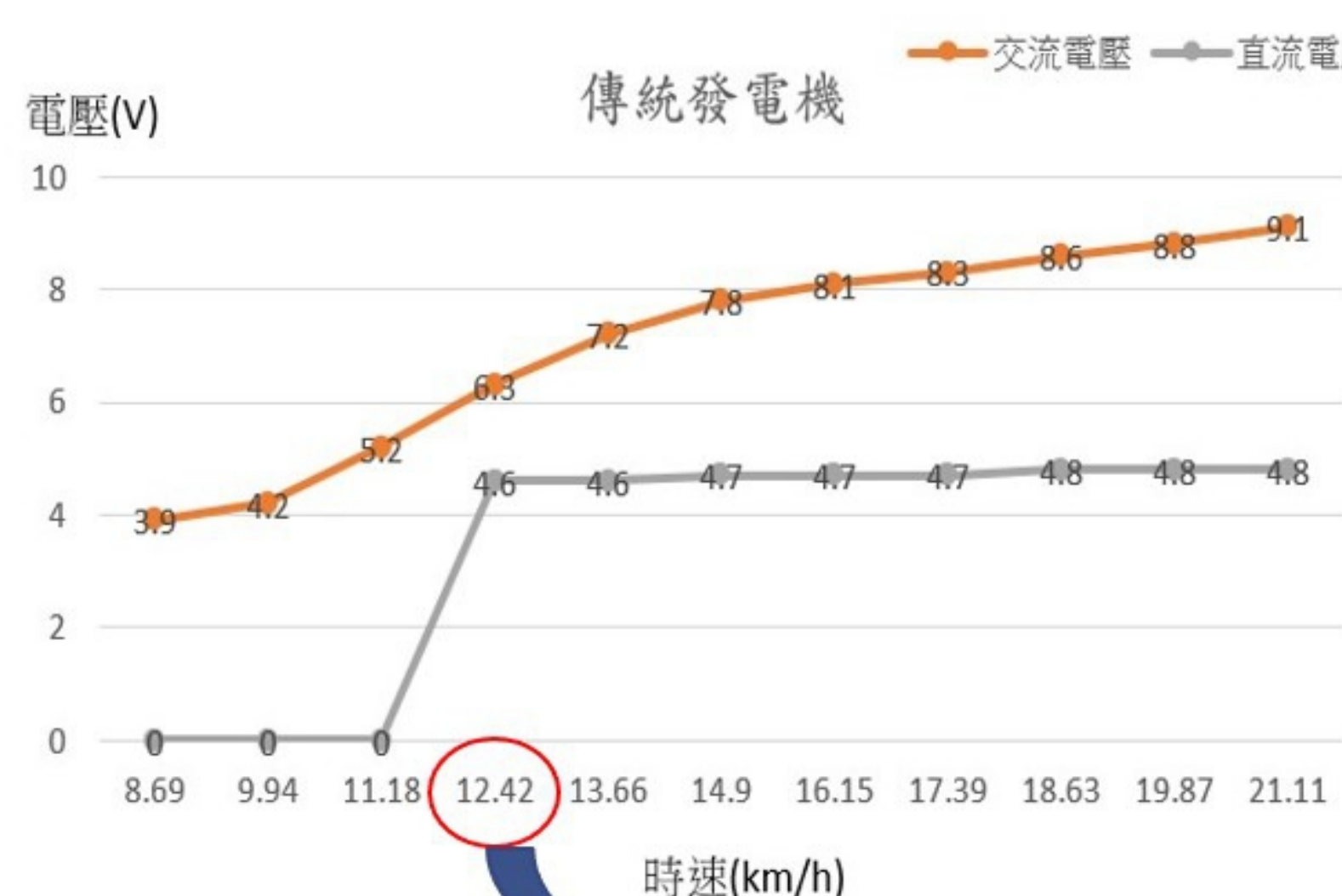


導輪

發電機



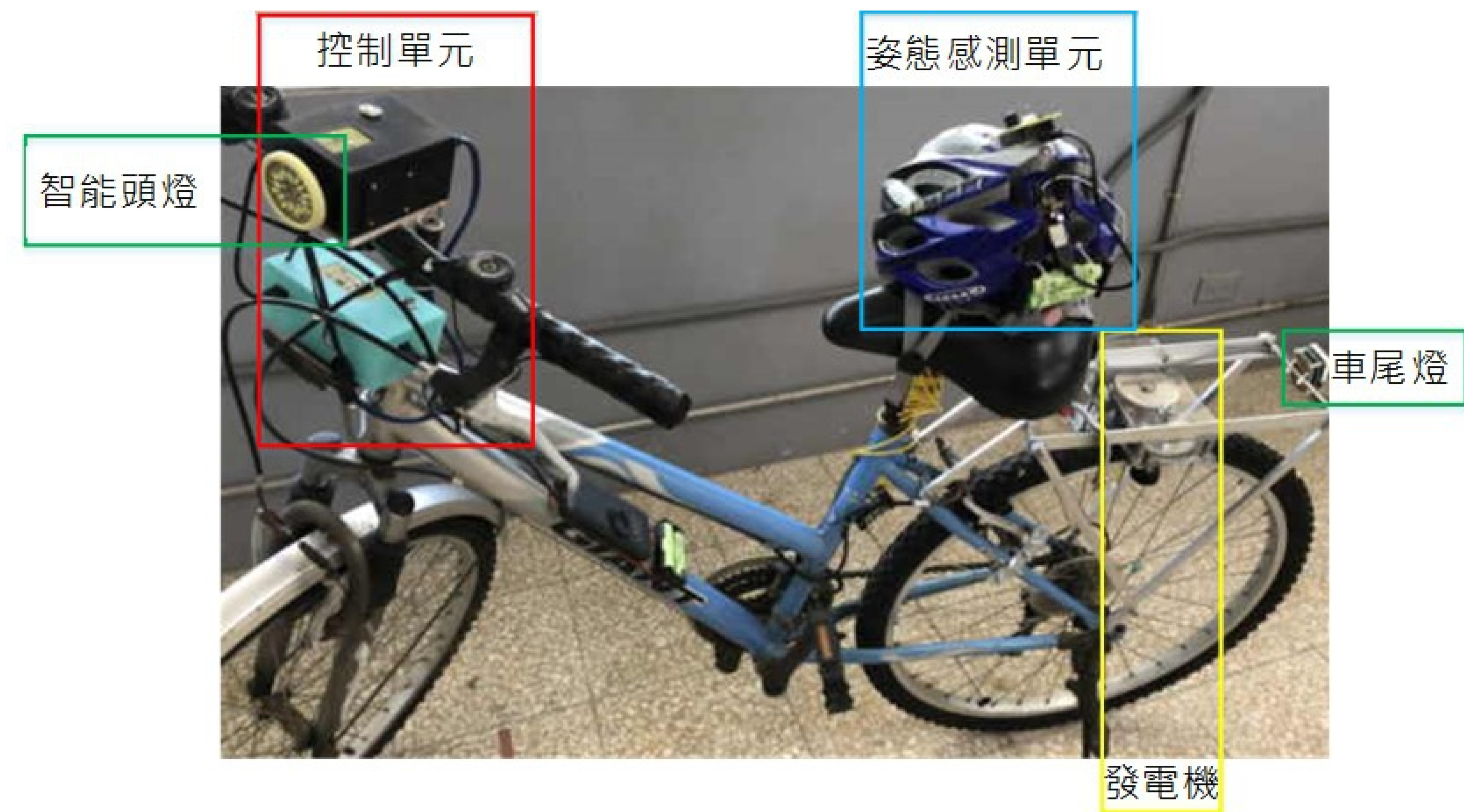
較傳統發電機增速2.94*3.33=9.8倍



時速12.42下降為1.78

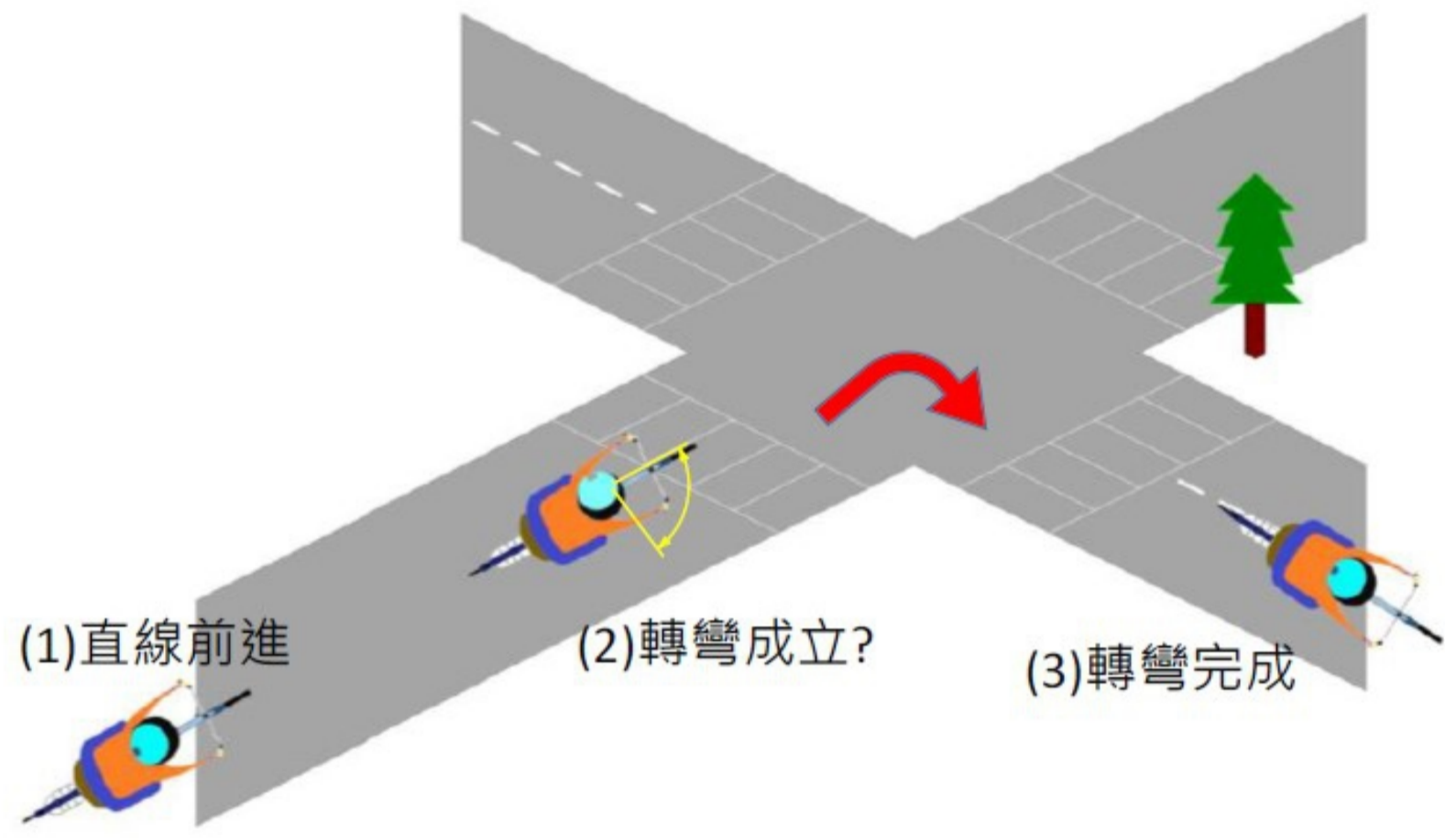
參、研究結果

一、智型車



二、偏擺角度與後仰角度規劃

- (1)目的：設計觸發與取消轉彎最佳角度
- (2)控制：測試學生戴上本實驗安全帽
- (3)操作：偏擺角度(70°、80°、90°)後仰角度(20°、30°、40°)
- (4)對象：20位學生
- (5)實驗過程：(以右轉為例，左轉控制亦同)
 - (A)頭部轉動小於設定值，屬於直線行進
 - (B)頭部右轉角度>設定值，啟動方向燈以及語音
 - (C)過彎確定行進方向後，仰頭角度>設定值，取消轉彎
 - (D)感應器設定新的方位初始值，等待下一次轉彎訊號



(6)實驗結果：偏擺角度80°、後仰角度20°
紀錄表

偏擺角度	人數	後仰角度	人數
70°	5	20°	15
80°	14	30°	5
90°	1	40°	0

原因探討：(1)偏擺70°容易觸發，幅度看不到後方
偏擺90°轉動太大，容易造成危險。
(2)後仰角度愈大愈不舒服。

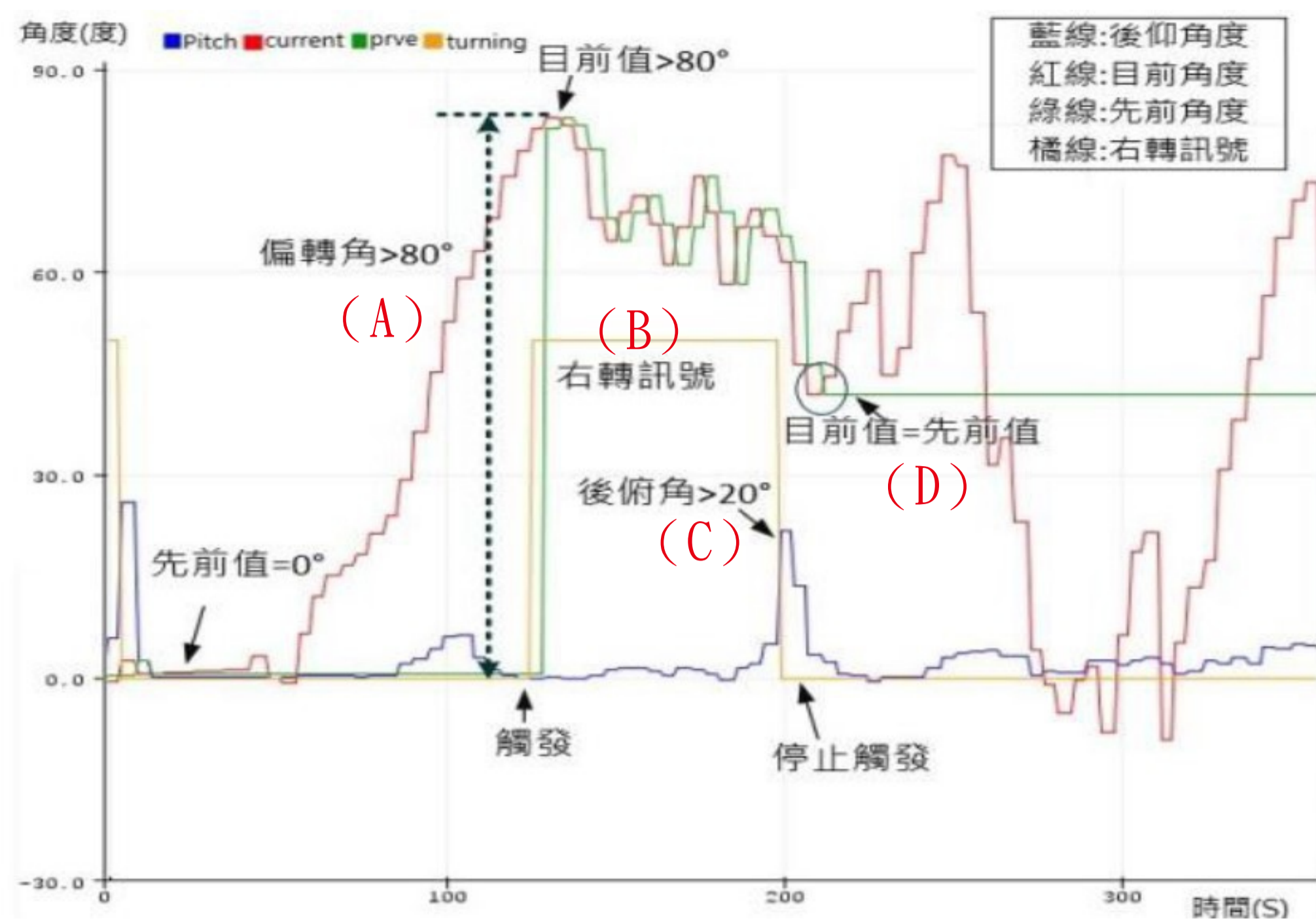
四、實際測試

一、方向燈控制



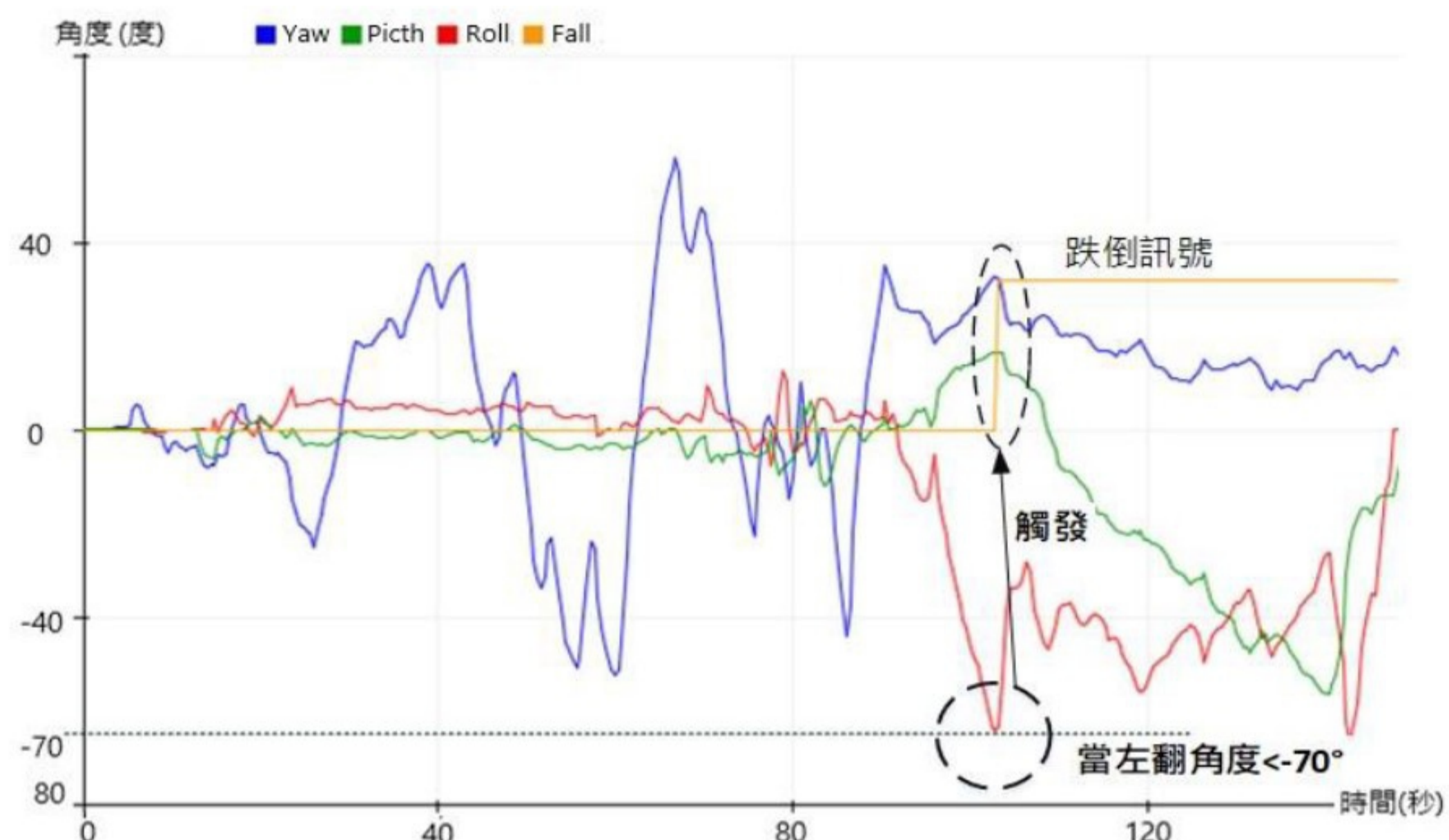
三、探討頭部轉彎角度曲線

(1)觸發右轉曲線圖



- (A) (目前值-先前值)>80°，觸發右轉訊號
- (B) 頭部隨意旋轉不會取消觸發訊號
- (C) 後俯角度>20°，取消觸發訊號
- (D) 目前角度儲存為定量先前角度

(2)跌倒訊號曲線圖

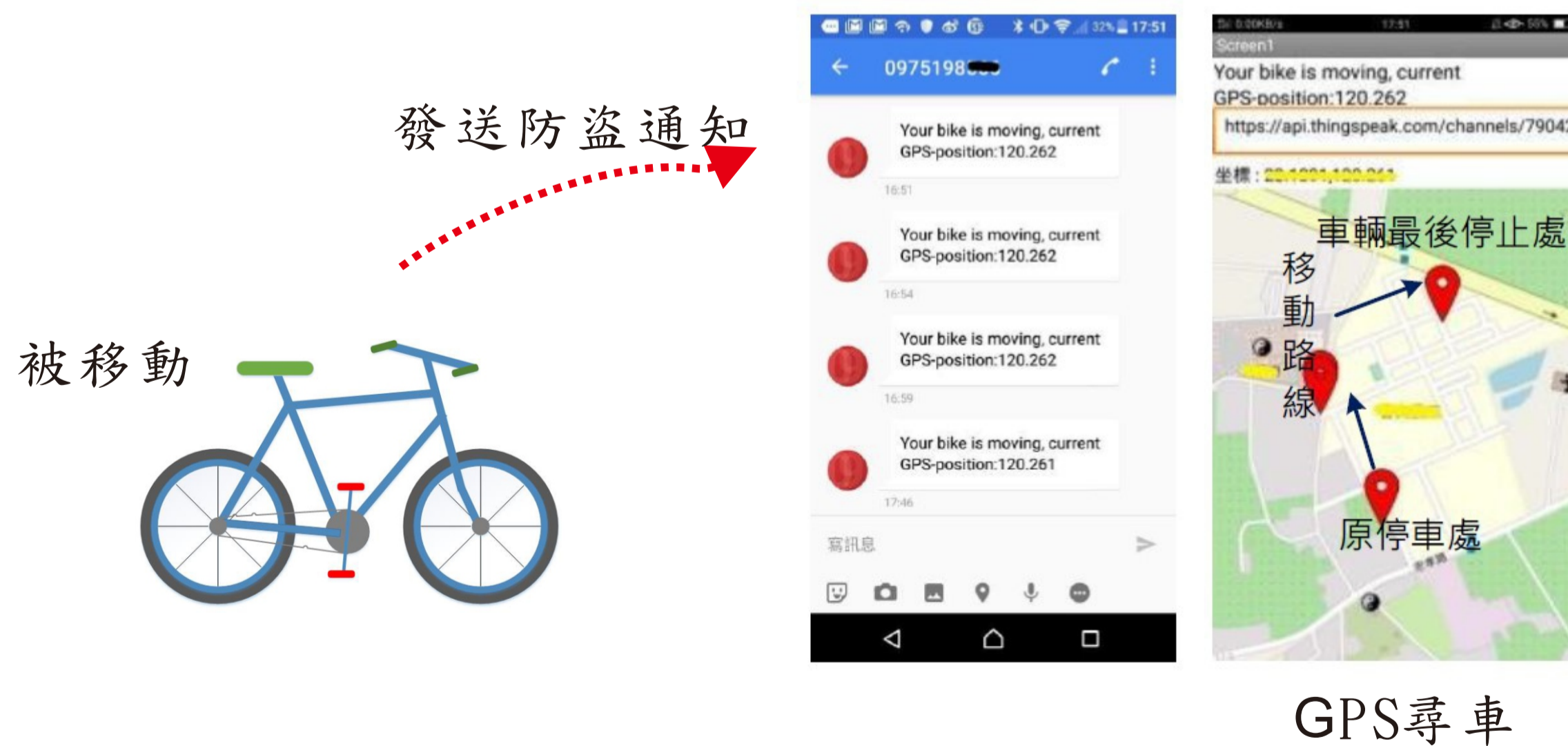


紅色曲線為翻滾角度，正常騎乘頭部翻滾角度很小，一旦發生跌倒，角度大於-70度，馬上觸發跌倒信號，以做後續協助處理。

二、跌倒偵測



三、防盜偵測



肆、結論

1. 道路實測，驗證體感控制成功完成方向燈及語音指示，安全又便利。
2. APP應用程式與雲端資料庫結合，於手機上呈現人員或車輛地圖位置，即時又準確。
3. 低速發電，隨時充電，提供乾淨的能源，輕鬆又環保。
4. 模組化產品，價格親民，彈指之間拆裝完成，功能強大卻操作簡單，人車有保障。

本研究創造單車不侷限於移動，而是擁有更多不同的智能體驗，讓單車生活因加入主動安全性與操作便利性而提升騎乘安全價值，吸引更多人使用”綠色交通工具”來愛護地球，讓我們多盡一點心力。