

智慧型安全帽之設計與製作

蔡加春* 何信昇 陳威誌

南華大學資訊工程學系

*chun@mail.nhu.edu.tw

摘要

一般機車靠著左右轉方向燈或剎車燈等車況來提醒後方車輛留意，但左右轉方向燈及剎車燈均裝配在機車後端之下方，難免形成後方駕駛之平行視覺的角度差，可能影響行駛安全。本論文設計與製作了一個智慧型安全帽系統，透過在機車端與安全帽端各自的Arduino模組板控制及藍芽傳送指令，經由機車駕駛開啟左轉、右轉或剎車時，同時連動在安全帽上正後方顯示左右轉燈或剎車燈，提供更好的平行燈況視覺來提醒後方車輛駕駛的注意，以確保多一層的行車安全。經實驗結果，當機車駕駛開啟左轉按鈕時，安全帽端的左方五顆高亮度LED由中朝左斜上一閃亮，且中間LED陣列顯示一個移動的左箭頭圖樣；當開啟右轉按鈕時，安全帽端的右方五顆高亮度LED由中朝右斜上一閃亮，且中間LED陣列顯示一個移動的右箭頭圖樣；當開啟剎車按鈕時，安全帽端中間LED陣列顯示一個小紅人剎車圖樣；再進一步測試上述情景，大白天與晚上之水平視角的圖樣清晰度分別至少15公尺與20公尺的安全距離，確保行駛安全。

關鍵字：智慧型安全帽、藍芽模組、Arduino模組、LED陣列顯示器。

Smart Helmet Design and Implementation

Chia-Chun Tsai* Shin-Shen Ho Wei-Jih Chen

Department of Computer Science and Information Engineering, Nanhua University

*chun@mail.nhu.edu.tw

Abstract

Generally, the motorcycle reminds the vehicles to turn around with direction lights or brake lights. However, the turn lights and brake lights are mounted below the rear end of the motorcycle, which will inevitably result in a backward angle driving parallel vision which may affect the driving safety. In this project, a smart helmet system was designed and implemented. Through the control of the Arduino module board and the Bluetooth transmission command at the motorcycle terminal and the helmet terminal, the driver turns on the left turn, the right turn or the brake by the motorcycle, the right behind the helmet shows turn or brake lights and provides a better parallel visual light conditions to alert the rear of vehicle attention to ensure more traffic safety. The experimental results, when the motorcycle drives on the left turn, the five high-brightness LEDs located on the left-up side of the helmet are flicked one by one and the middle LED array shows a moving left-arrow pattern; when turns on the right turn, the five high-brightness LEDs located on the right-up side of the helmet are flashed one by one and the middle LED array displays a moving right-arrow pattern; when the brake button is on, the LED array shows a palm brake pattern. Further testing at the daylight weather condition, a safe visual distance for the above operations is at least 15 meters while the clarity of the above situation at least 20 meters at night.

Keywords: Smart helmet, Bluetooth module, Arduino module, LED array display.

1. 前言

近年在行車安全上，機車族是最容易發生危險狀況的一群，機車車禍事件居高不下[1]，在一般機車行駛中，經常會開啟左轉、右轉或剎車，靠方向燈及剎車燈的設備來提醒用路人的安全及後方的車輛留意前車的動向，但車子的方向燈與剎車燈均安裝在車子的下方，偶爾會被忽視，尤其在夜間情景視線不佳時，沒有路燈或燈光不明顯的情況下，最容易發生追撞車禍，因此需要能更明確指引方向燈或剎車燈，來提醒機車後方的駕駛留意前方車況。

市面上雖有智慧型機車安全帽[2]，如內藏式遮陽鏡片、藍芽耳機、六軸感測、兼備行車紀錄器及GPS軌跡紀錄器等功能，但合理價位的普及版仍是欠缺的。本論文設計與製作了一個智慧型安全帽系統，考量機車安全帽的高度位置與後方車輛駕駛的眼睛相平行時，在安全帽上加裝左轉燈、右轉燈及剎車燈等顯示器，透過在機車端與安全帽端各自的Arduino模組板控制

及藍芽傳送指令，經由機車駕駛開啟左轉、右轉或剎車時，同時連動在安全帽上正後方顯示左右轉燈或剎車燈，提供更好的平行燈況視覺來提醒後方的車輛留意，減低視角差誤判而衍生車禍，以確保多一層的行車安全。本系統具有下列主要特色：

- 安全帽端的左轉燈、右轉燈或剎車燈，與後方駕駛的視覺無視角誤差。
- 機車端開啟左轉、右轉或剎車時，同時連動安全帽端正後方之左轉燈、右轉燈或剎車燈。
- 機車端與安全帽端的連動，採用短距離且最穩定的藍芽無線傳送。
- 材料費在NT\$450元內。

2. 系統架構與流程

如圖 1 所示為智慧型安全帽系統架構圖，圖 1(a)為機車端含有主控板、藍芽模組、左右轉開關、剎車開關等，圖 1(b)為安全帽端含有副控板、藍芽模組、左右轉 LED 顯示模組、多功能 LED 陣列顯示器等，透過裝置在機車端上的按鈕，除機車顯示原有的左右轉燈與剎車燈外，還可同時連動安全帽端的左右轉燈與剎車燈。圖 2 所示為系統流程圖，透過機車端藍芽模組傳送指令編號，讓安全帽端副控板上藍芽模組接收到此指令編號後，由副控板辨別此指令編號來做出相對呼映的反應顯示。當平時狀態，機車端未開啟左右轉開關或剎車開關時，主控板經由藍芽模組傳達出指令 1，而安全帽端的副控板經由藍芽模組接收到指令 1，並在多功能 LED 陣列顯示器顯示特色造型的圖案變化；當機車端左右轉開關開啟至左轉時，主控板經由藍芽模組傳達出指令 2，而安全帽端的副控板經由藍芽模組接收到指令 2，同時連動安全帽上左方五顆高亮度 LED 由中朝左斜上一一重複閃亮，並在多功能陣列顯示器顯示一個左箭頭圖樣，且重複向左移動，表示目前機車處於正在左轉的車況；當機車端左右轉開關開啟至右轉時，主控板經由藍芽模組傳達出指令 3，而安全帽端的副控板經由藍芽模組接收到指令 3，同時連動安全帽上右方五顆高亮度 LED 由中朝右斜上一一重複閃亮，並在多功能陣列顯示器顯示一個右箭頭圖樣，且重複向右移動，表示目前機車處於正在右轉的車況；當機車端剎車開關開啟時，主控板經由藍芽模組傳達出指令 4，而安全帽端的副控板經由藍芽模組接收到指令 4，同時連動在多功能陣列顯示器顯示一個小紅人剎車圖樣，表示目前機車處於正在剎車減速的車況；當機車端左右轉開關開啟至左轉或右轉時，且剎車開關也同時開啟時，主控板經由藍芽模組傳達出指令 5 或 6，而安全帽端的副控板經由藍芽模組接收到指令 5 或 6，同時連動安全帽上左方或右方五顆高亮度 LED 由中朝左斜上或右斜上一一重複閃亮，在多功能陣列顯示器只顯示一個小紅人剎車圖樣而掩蓋過左箭頭或右箭頭圖樣，表示目前機車是明確地處於正在左轉或右轉及剎車減速的車況。當機車端左右轉開關或剎車開關恢復後，系統又回歸到平時狀態。

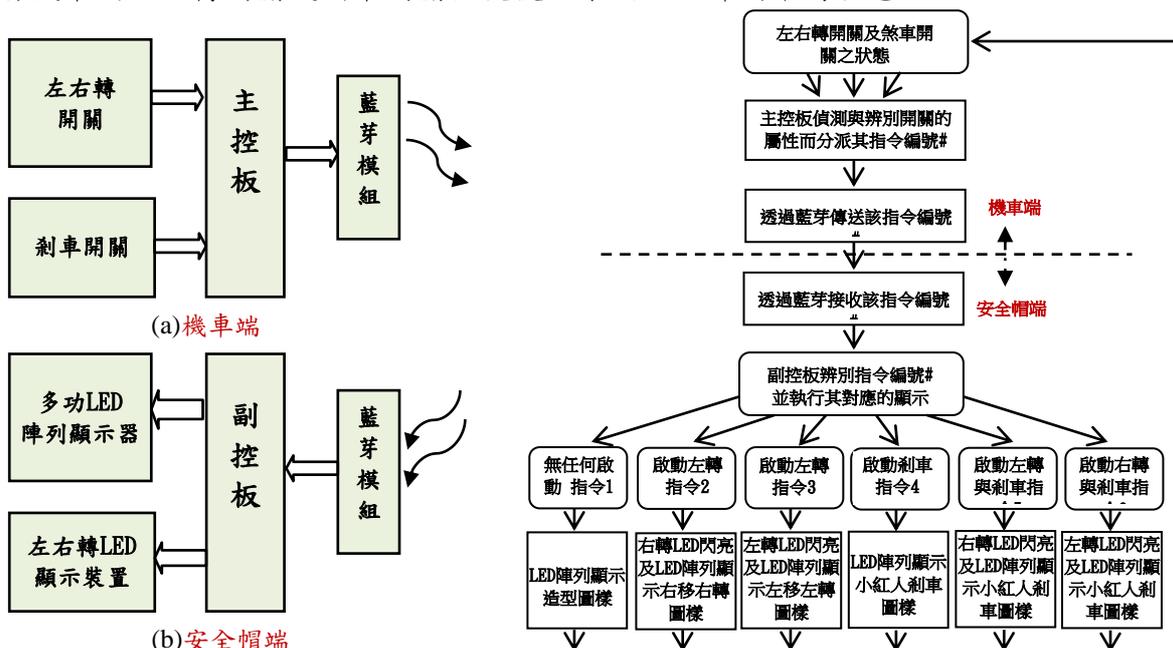


圖1 系統架構圖，(a)機車端與(b)安全帽端

圖2 系統流程圖

3. 硬體裝置設計

本系統在硬體裝置上包括中控系統之主控板與副控板、藍芽模組、左右轉開關及剎車開關、左右轉 LED 顯示裝置及多功能陣列顯示器等，其硬體設計敘述如下。

3.1 中控系統之主控板與副控板

如圖 3 所示為機車端的主控板與安全帽端的副控板均採用相同之 Arduino 1.8.2 版模組[3]，型號是官方開發的 UNO 版，Arduino 提供了簡單好用的 I/O 介面，並可使用類似於 Java 與 C 等高階語言的開發環境。此 Arduino 模組上 Vin pin 可直接連接到 6~20V 的外部電源，而官方文件較建議電壓範圍在 7~12V 最為合適，因此在機車端的主控板 Arduino 模組可以蓄電池 12V 直接供電，而安全帽端的副控板 Arduino 模組須以 9V 電池供電。另 Arduino 模組上方具有數位類比 13 支 I/O 接腳，很適合當 input 和 output 使用。



圖3 Arduino UNO版[3]

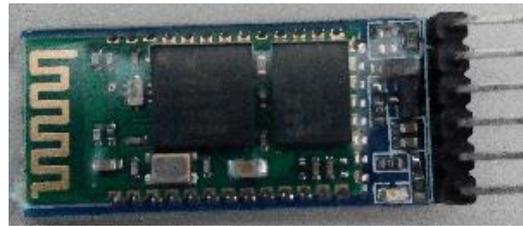


圖4 藍芽模組

3.2 藍芽模組

如圖 4 所示為機車端與安全帽端均採用相同的藍芽模組，接線方式也完全相同，此模組使用的藍芽晶片型號為 HC-05 及有六隻接腳[4]，分別為 Key「命令回應模式」接腳(通常標示成 KEY 或 EN)，用於啟動 AT 命令模式，調整藍芽模組的設定(例如，調整序列埠的傳輸速率、修改模組的名稱等)，Vcc 正電源，輸入電壓為 3.6V~6V 通常接 5V，Gnd 接地，TX 傳送，RX 接收，STATE 狀態，若持續的高電位代表已連線，如為不停的輸出高低脈衝則代表未連線。

如圖 5(a)所示為藍芽模組與控制板 Arduino 模組的連結電路圖，將藍芽模組的 TX/RX 接在 Arduino 內程式設定的 RX/TX 上，即藍芽的 RX 插 Arduino 的 Pin0 與 TX 插 Arduino 的 Pin1，KEY 接 5V 進入命令回應模式，透過 Arduino 的序列埠監控視窗來做設定[5,6]，並使用「AT+ADDR?»知道這兩塊藍芽的 address，「AT+ROLE=0」和「AT+ROLE=1」來設定藍芽的主從關係，然後要設定藍芽去主動連上另一塊藍芽，分別在兩塊藍芽上都輸入「AT+BIND= 另一塊的 address」，通訊速率必須同步，在 10 公尺範圍內可以互相傳送資訊。兩組藍芽模組經過設定後就會開始收尋對方，在一定距離內可以達成配對。當使用者按下開關，經由 Arduino 的判斷讓機車端的藍芽模組傳送訊息給安全帽端的藍芽模組，再由安全帽端的 Arduino 判斷接收到的訊息來做顯示裝置的輸出。圖 5(b)所示為藍芽模組與控制板 Arduino 模組的連結實體圖。

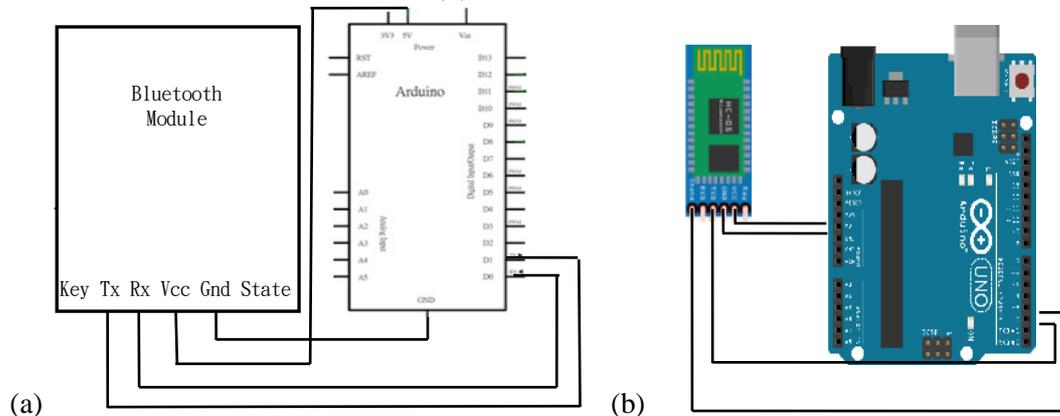


圖5 藍芽模組與控制板Arduino模組的連結，(a)電路圖與(b)實體圖

3.3 左右轉開關及剎車開關

如圖 6(a)所示為左右轉開關及剎車開關的模組，左右轉開關有三條輸出線，中間線共用接

地線，當開啟左或右轉開關時，其左或右轉接線接至中間地線而啟動；剎車開關有二條輸出線，其中一線為接電源線，當開啟剎車開關時，兩條線相連接到電源線而啟動。圖 6(b)與圖 6(c)所示分別為左右轉開關及剎車開關與主控板 Arduino 模組的連結電路圖與實體圖，將左轉的正端線連接到 Arduino 板 pin 3，右轉的正端線連接到 Arduino 板 pin 4，中間地線接到 Arduino 板 pin 3.3V；剎車的一端線連接到 Arduino 板 pin 5，另一端線接到 Arduino 板 pin 3.3V。左右轉開關為低電位啟動，當向左撥動開關時，左邊的正端線會跟中間的地線連成通路，使主控板傳送指令 2 給安全帽端，顯現出左轉的圖樣；當向右撥動時，右邊的正端線會跟中間的地線連成通路，使主控板傳送指令 3 給安全帽端，顯現出右轉的圖樣；當開關在中間時，左邊的正端線或右邊的正端線均不會跟中間的地線連成通路，主控板傳送指令 1 給安全帽端，顯現出造型特色的圖樣。剎車開關為高電位啟動，當拉剎車鋼索時，剎車的兩端接線由通路轉為斷開的，主控板傳送指令 4 給安全帽端，顯現出一個小紅人剎車圖樣。

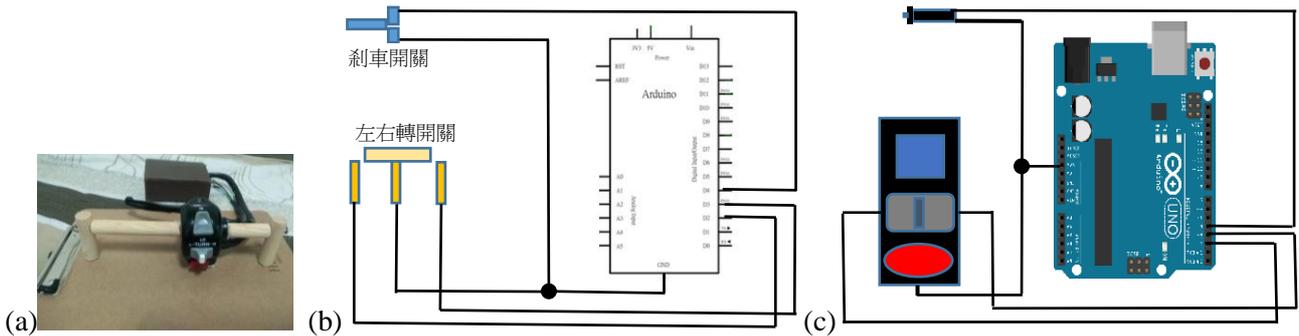


圖6 左右轉開關及剎車開關，(a)實體模組，(b)與主控板Arduino模組的連結電路圖與(c)實體圖

3.4 左右轉LED顯示裝置

如圖 7 所示為左右轉 LED 顯示模組與副控板 Arduino 模組的連結電路圖，由於副控板模組的 I/O 接腳不夠用而需要擴充 Pin 腳數，經由 74HC595 移位暫存器擴充作為連接左右轉各五顆高亮度 LED，74HC595 的 Vcc 與 MR 接 3.3V，Q1、Q2、Q3、Q5、Q6 與 Q7 控制 LED 顯示，DS 接 Arduino 的 PinA4，ST_CP 接 Arduino 的 PinA3，OE 接 Arduino 的 PinA5，並搭配程式實作顯示左右轉方向燈[7]。

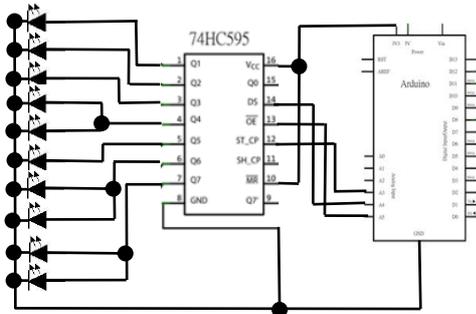


圖7 左右轉顯示模組與副控板的電路圖

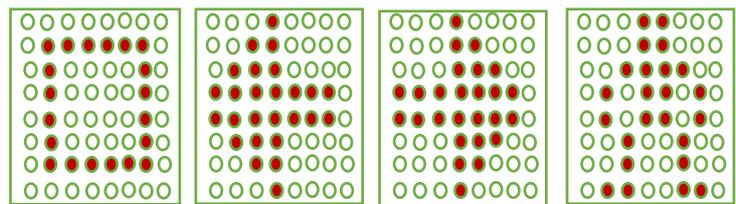


圖8 多功能陣列顯示器可顯示不同的圖樣

3.5 多功能陣列顯示器

如圖 8 所示為多功能陣列顯示器可顯示不同的圖樣，包含兩個特色造型圖樣、一個左轉箭頭圖樣、一個右轉箭頭圖樣及一個小紅人剎車圖樣。

圖 9(a)所示為多功能陣列顯示器與副控板 Arduino 模組的連結電路圖，陣列顯示器為 8x8 LED 面板，其行列各八條線連接到 Arduino 上，利用內部程式控制 8x8 LED 面板的亮暗，進而顯示出各種不同圖樣。參考[8,9]的建議採用多工顯示，先設定 X 軸再設定 Y 軸，每一行分開設定，在中間插入延遲，讓圖案好像一次顯示一面，再設計不同的畫面，中間再加入延遲，就可以讓圖案變得好像在跑動，並依照接收來自主控版不同的指令，執行不同的顯示圖樣，例如：收到右轉的命令，就顯示一個箭頭向右慢慢移動圖樣。圖 9(b)所示為多功能顯示器與副控板 Arduino 模組的連結實體圖。

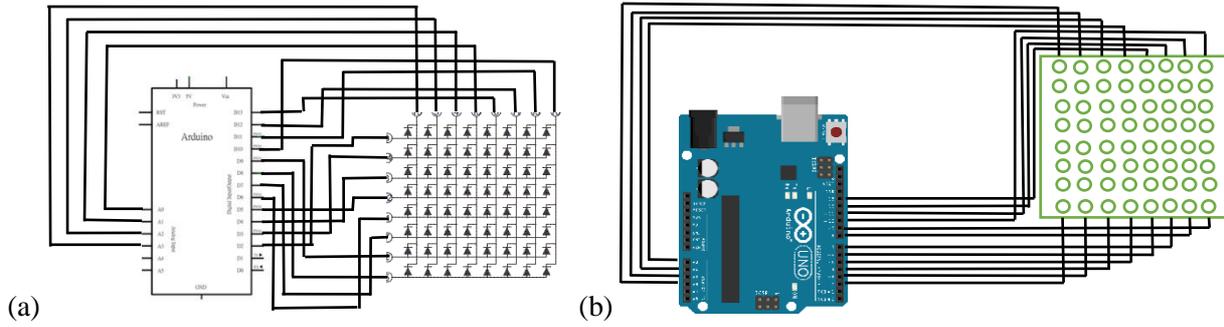


圖9 多功能陣列顯示器與副控板Arduino模組的連結，(a)電路圖與(b)實體圖

4. 軟體裝置設計

4.1 軟體程式流程

軟體程式流程參照圖 2 之系統流程圖來規劃與設計撰寫，機車端依照主控版的軟體程式偵查是否接收到的左右轉開關或剎車開關啟動時，且紀錄指令狀態，主控版的軟體程式並經由藍芽模組傳達指令出去；安全帽端的副控板的軟體程式經由藍芽模組接收到指令後，副控板的軟體程式依照不同指令執行不同的對應，即顯示左轉、右轉方向燈閃亮及多功能陣列顯示一個對應圖樣等。基於篇幅限制，不便詳列機車端與安全帽端的控制程式碼。

4.2 機械開關彈跳問題的解決方法

本系統之機車端的左右轉開關或剎車開關啟動均為機械式，開關啟動將會遇到彈跳的問題，可經圖 10 所示之軟體程式解決彈跳所產生之失誤問題，使得接收到的按鈕狀態較為穩定。

<pre>(a) 讀取與判斷穩定的按鈕開關變數 switchPin1=左轉, switchPin2=右轉, switchPin3=煞車 boolean previousState; boolean state; boolean swState; //穩定後的按鈕狀態 previousState = digitalRead(開關變數); //讀取第 1 次按鈕狀態 delay(50); //隔 50 毫秒後再讀取第 2 次狀態 state = digitalRead(開關變數); if (state == previousState) //如果兩次相同, 則按鈕狀態穩定 { swState = state; } // 判定按鈕狀態</pre>	<pre>(b) 利用藍牙發送指令訊息 if (swState != 使用藍芽未按下任何開關, 狀態為 LOW { delay(100); BTSerial.println('0') //發送'0'使接收端所有腳位皆為 LOW } else //使用者按下任一開關 { delay(100); BTSerial.println('1') //發送'1'使接收端執行左轉的指令 delay(50); // '3'為右轉, '3'為煞車, '4'為平時狀態使 // * 8 L E 顯示造型特色的動態圖樣 }</pre>
--	--

圖10 解決機械開關彈跳問題的程式，(a) 讀取與判斷穩定的按鈕開關變數與(b)利用藍牙發送指令訊息

5. 實驗結果

實體製作外型依照圖 1 系統架構圖與圖 2 系統流程圖之組裝與整合成為智慧型安全帽，機車端盒子內含有主控板 Arduino 模組與藍芽模組，及延伸外接連線到機車把手之左右轉方向燈開關與手拉鋼索之剎車開關等；安全帽端盒子內含有副控板 Arduino 模組、藍芽模組與擴充 I/O 接腳元件，並以橢圓保麗龍隔離保護，另部分延伸外接連線到安全帽左上方五顆 LED 與右上方五顆 LED，及 16 條延伸外接連線到安全帽正後方多功能陣列 8x8 紅色 LED 顯示器。此系統經實際測試，如表 1 所示為智慧型安全帽系統執行不同狀態所顯示實際圖樣。

表1 智慧型安全帽執行不同狀態的實際圖樣

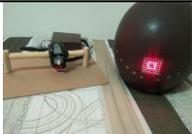
平時狀態之造型圖樣	啟動左轉之左箭頭圖樣	啟動右轉之右箭頭圖樣	拉剎車鋼索之小紅人圖樣	啟動左轉及拉剎車鋼索之圖樣	啟動右轉及拉剎車鋼索之圖樣
					

表 2 所示為開關狀態與對應顯示情況。當機車端盒子與安全帽端盒子個別接上電源及未有任何開關啟動時，安全帽正後方 LED 陣列顯示器連續顯示一個造型的圖案變化；當從機車把手之左右轉方向燈開關而選擇左轉時，安全帽正後方 LED 陣列顯示器連續顯示一個向左移動的左箭頭圖樣，同時安全帽上左方五顆高亮度 LED 由中間向左斜上一個個 LED 重複閃亮，明確地

呈現機車處於正在左轉的車況；當改選擇右轉時，安全帽正後方 LED 陣列顯示器連續顯示一個向右移動的右箭頭圖樣，同時安全帽上右方五顆高亮度 LED 由中間向右斜上一個個 LED 重複閃亮，明確地呈現機車處於正在右轉的車況；當只有手拉鋼索之剎車開關時，安全帽正後方 LED 陣列顯示器連續顯示一個小紅人剎車圖樣；當選擇左轉或右轉及同時手拉鋼索之剎車開關時，安全帽正後方 LED 陣列顯示器連續顯示一個小紅人剎車圖樣，及左轉或右轉一個個 LED 重複閃亮，以上結果完全符合所規劃與設計的功能。

表2 開關狀態與對應顯示情況

開關狀態	安全帽左後方之五顆高亮度LEDs	安全帽右後方之五顆高亮度LEDs	安全帽正後方之8x8陣列LEDs
平時狀態	off	off	連續顯示造型特色圖樣
啟動左轉	連續顯示一個個LED由中間向左斜上重複閃亮	off	連續顯示向左移動的左箭頭圖樣
啟動右轉	off	連續顯示一個個LED由中間向右斜上重複閃亮	連續向右移動的右箭頭圖樣
拉剎車鋼索	off	off	連續顯示小紅人剎車圖樣
啟動左轉及拉剎車鋼索	連續顯示一個個LED由中間向左斜上重複閃亮	off	連續顯示小紅人剎車圖樣
啟動右轉及拉剎車鋼索	off	連續顯示一個個LED由中間向右斜上重複閃亮	連續顯示小紅人剎車圖樣

如表 3 所示為天氣狀態與顯示清晰度的最大安全距離，在白天水平視角的情景下，安全帽正後方 LED 陣列顯示器連續顯示圖樣，在 15 公尺遠處還可看得清晰，而左轉或右轉高亮度 LED 重複閃亮的清晰度可達 25 公尺；但在夜晚水平視角的情景下，在 20 公尺遠處則發現 LED 陣列顯示器連續顯示圖樣已趨向模糊，而左轉或右轉高亮度 LED 重複閃亮的清晰度可達 40 公尺。

表3 天氣狀態與顯示清晰度的最大安全距離

天氣狀態	安全帽左後方或右後方之五顆LEDs閃亮清晰度之距離	安全帽正後方之8x8陣列LEDs顯示清晰度之距離
白天情景	25公尺	15公尺
夜間情景	40公尺	20公尺

6. 結論

本文已製作完成一個實用型的智慧型安全帽系統，可配合機車端的開啟左轉、右轉或剎車的顯示燈，同時連動在安全帽上正後方顯示左右轉燈或剎車燈，提供良好的平行視覺燈況來提醒後方的車輛，確保多一層的行車安全。本系統未來可進一步再擴充化，主控板與藍芽模組可直接嵌入與裝配到機車端，而安全帽可考量與副控板與藍芽模組等組件製造為一體成形，達到安全帽內空間運用的最大化，並擴充安全帽上方之多功能陣列 8x8 紅色 LED 顯示器為 16x16 或 24x24 三色 RGB-LED 陣列顯示器，可使造型與圖樣的變化為彩色化及更多元設計，且再提升為更高亮度的 LED，拉長白天與晚上情景可見清晰度的安全距離；最後，還可考量機車隊之間的藍芽或 Wifi 無線通訊或對講，甚至擴充與結合互聯網。

參考文獻

- [1] <http://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/2010307>
- [2] Lazer 全方位智慧安全帽 <http://www.supermoto8.com/articles/714>
- [3] Arduino UNO Vin pin 可以接 12v 嗎? <http://pizgchen.blogspot.tw/2014/03/arduinovin-pin12v.html>
- [4] HC-05 與 HC-06 藍芽模組補充說明(一)，<https://swf.com.tw/?p=693>
- [5] HC-05 藍芽模組設定 <http://jackedu.blogspot.tw/2015/01/hc-05.html>
- [6] Arduino 與兩個 HC-05 藍芽模組互連，<http://gsyan888.blogspot.tw/2015/03/arduino-hc-05-master-and-slave.html>
- [7] Arduino UNO 控制 8x8 LED，[HTTP://LOSTLINK.PIXNET.NET/BLOG/POST/38238886](http://LOSTLINK.PIXNET.NET/BLOG/POST/38238886)
- [8] Arduino UNO 學習 440 · 8x8 點陣 LED 燈 16 腳 1088BS，[HTTP://EE543.BLOGSPOT.TW/2016/01/ARDUINO-UNO44088LED161088BS.HTML](http://EE543.BLOGSPOT.TW/2016/01/ARDUINO-UNO44088LED161088BS.HTML)
- [9] 使用 74HC595 和三支腳位控制 16 顆 LED，<http://web.hkps.kh.edu.tw/wordpress/?p=276>