串列傳輸應用於車門開啟安全防護系統之研製

廖威量* 童景賢 黃燕文 沈柏夆 黃浩賢

南亞技術學院機械系

摘要

本研究旨在研製一組可應用於一般車輛的串列傳輸車門開啟安全防護系統，該系統以音效模組、開門感知器、安全帶感知器、排檔感知器、輪速感知器、照後鏡攝影機/顯示幕、LED 動態圖形警示燈、串列通訊與 8051 單晶片等構成，可加裝或選配於一般車輛上。當使用者有一連串的下車動作時，系統的單晶片微電腦會自動將車門扣住不開 3 到 5 秒，同時一方面發出警示音效提醒車內欲下車者注意後方來車，另一方面也透過串列傳輸給車後檔風玻璃或飾板上的 LED 動態圖形警示燈顯示開門中的警示符號，提醒車外的後方來車駕駛，如此雙管齊下，避免層出不窮的開門車禍發生。本系統使用獨創的音效模組、照後鏡攝影機/顯示幕、LED 動態圖形警示燈與串列傳輸技術，讓車子的前進/後退、停止、左右轉及開車門等多重資訊可以僅靠兩條信號線傳遞與控制後方的 LED 動態圖形警示燈顯示相應訊息，不僅達成研發功能，也大大減少線材的用量與成本。

關鍵字：單晶片、串列傳輸、LED 動態圖形警示燈、車門開啟安全防護

*Email：arlianq@ms17.hinet.net　Tel：+86-13925503562　Fax：03-428105

FABRICATION OF CAR DOOR OPENING SAFETY PROTECTION SYSTEM WITH SERIAL COMMUNICATION

Wei-liang Liaw*, Jingsyan Torng ,Yen-wen Huang,
Bo-fong Shen, Hao-xian Huang

Department of Mechanical Engineering, Nanya Institute of Technology

Abstract

This research is to develop a car door opening safety protection system with serial communication that can be conveniently applied on common vehicles. The system is consist of a wheel speed sensor, a gear switch, a door opening sensor, a seat belt sensor, an audio and speaker unit, a rearview mirror camera and a video displayer, a LED moving warning lamp, serial communication and 8051 single-chip, and can be refitted or optionally installed on common vehicles. While the system operating will lock the door for 3 to 5 seconds and play a warning sound to remind the passenger who is going to get off the car, On the other hand, the serial communication to the LED moving warning lamp on the rear windshield, reminds the vehicle driver from behind by the LED warns the action of door opening, both methods are adopted to avoid the endless door opening traffic accidents. The system uses an original self-creation sound module, rearview mirror camera and video displayer, LED moving warning lamp and serial communication skill, and let the rear LED moving warning lamp can showing the forward/back, stop, turn right and left and door opening etc. of the car operation information by two signal line. This is not only achieving the goal of research, but also greatly reducing the amount and cost of the wire.

Key word: single-chip, serial communication, LED moving warning lamp, car door opening safety protection

*Email：arlianq@ms17.hinet.net　Tel：+86-13925503562　Fax：03-4281056

壹、前言與研究目的

我國隨著都市化的發展，車輛數也逐年上升，但是道路的寬度有限，交通意外事故的發生率也居高不下，其中因為車門的突然開啟而發生的車禍意外，可以說是多不勝數，許多乘客在下車時沒有充份注意周圍的環境與後方的行車狀態，導致車輛還未完全停好便開門下車，一有不慎，就有可能跌落車外；也有在車門開啟時未注意後方來車，而突然開啟車門，使得後方的來車常常會因為沒有反應時間而直接撞上，此等意外事故可說是天天不斷上演。根據台灣警政署統計，近 3 年來因車門開啟引發的禍就造成 15 人死亡、三仟多輕重傷，光高雄市平均一個月就有約 40 件類似事件發生，可見問題嚴重極待解決。我國與全球其他國家相比，交通事故明顯比他國相對多了許多，其原因為我國國土面積較小，但機車卻較多，圖 1 顯示我國的機車密度是日本的 2.5 倍，美國的 21 倍，尤其我國又是地狹人稠，特別容易發生因汽車開門不慎而導致與機車的車禍[1]。以下為最近一年的 2 起典型案例：

案例一:2015 年 12 月 23 日，屏東一名轎車駕駛，把車違停在慢車道上，要上車時又沒有立刻關門，導致騎機車的男大生來不及閃躲，高速撞上車門後，連人帶車摔飛到快車道，騎士被另一輛公車輾過，因為內出血傷勢嚴重，急救後依然宣告不治[2]。

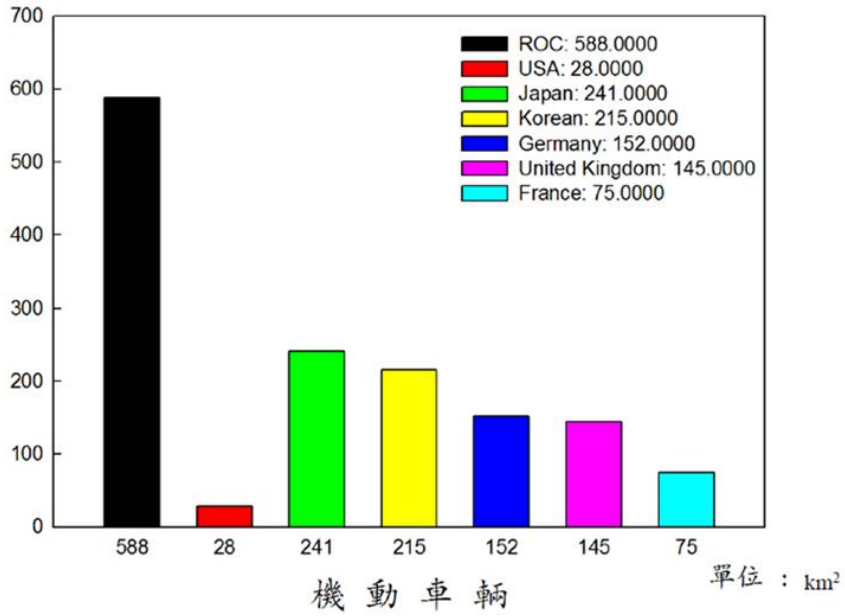

圖 1. 全球機車密度

案例二:2016 年 1 月 27 日，新北市土城區上午 9 時許發生一起死亡車禍，一

輛雙載機車行經金城路時，路邊一輛臨停貨車突然打開車門，導致 67 歲的曾姓騎士和後座的 58 歲石姓女子撞上車門後倒地，這時後方一輛吊車，因剎車不及輾過石女，送醫後仍傷重不治[3]。

本研究針對此問題，利用車門閉鎖裝置、後視攝影機、感測器等，以及 8051 單晶片微電腦機與串列通訊(RS232)來控制車後方的聲光音效裝置來提醒後方來車，並培養車主開車門時會往後方看來車的習慣，儘可能避免類似憾事發生。

貳、文獻探討

一、他人的對策與方法

吳匡時[4]等人於 2012 年申請新型專利--機動車輛警示裝置，如圖 2 所示，其主要功能是當駕駛人以及乘客欲下車時，會提醒駕駛人及乘客後方有來車或行人正在接近的裝置。利用紅外線偵測及後照鏡的超音波偵測後方來車或行人，使車門維持於鎖固，並發出警示訊號，避免駕駛人或乘客於下車時發生任何意外。

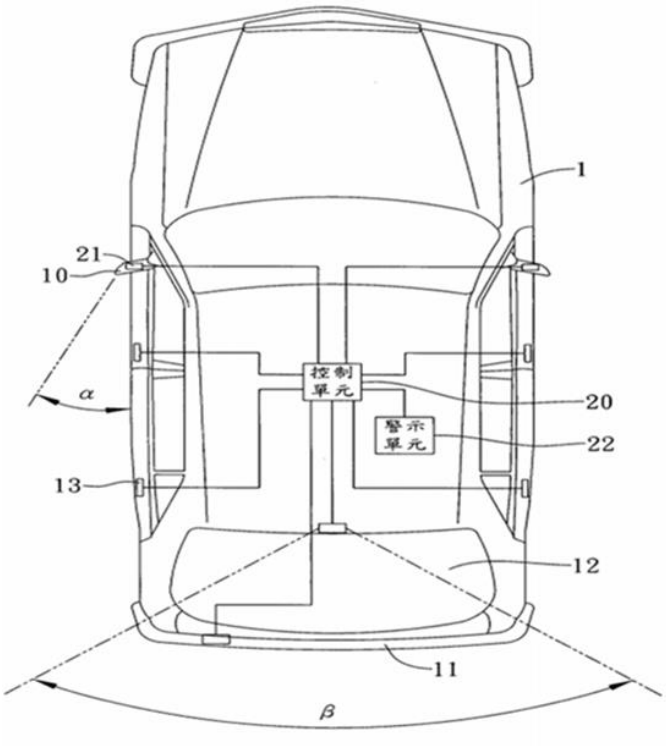

圖 2. 「機動車輛警示裝置」專利示意圖

莊文德[5]於 2015 年申請新型專利--車門警示燈裝置，其外觀如圖 3，主要是具有音效、閃爍的裝置，發光元件係結合於汽車之車門朝向後方的端面上。當該

車門開啟後即啟動發光元件，當該車門關閉後則關閉該發光元件，藉由車門開啟時發光元件發光及音效以警示後方用路人，降低交通意外的發生。

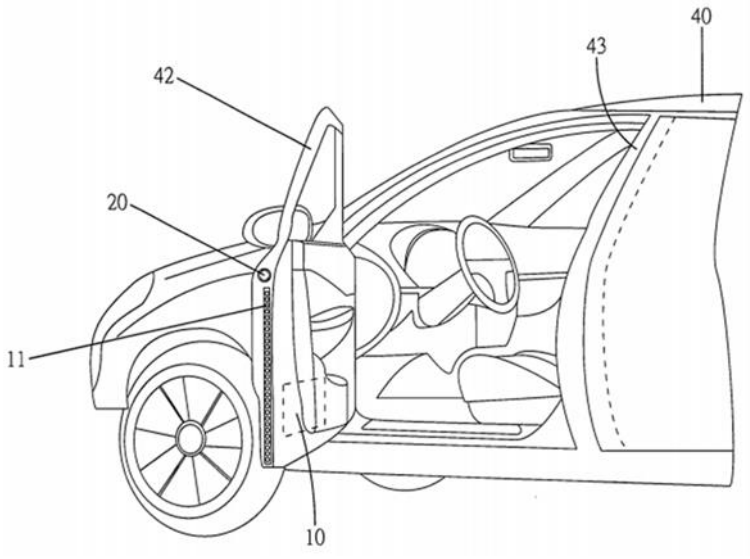

圖 3. 「車門警示燈裝置」專利示意圖

杜瑞澤[6]等人於 2015 年申請新型專利--車輛開門啓動之警示安全系統(如圖 4)，感測器裝於車內之安全帶處，警示裝置則在車輛的車頂，藉由啟動感測模組與提醒模組，以無線傳輸方式傳輸訊息，當駕駛人停車解開安全帶時，會有提醒語音提醒駕駛人在開門時需注意後方來車，並搭配閃爍燈光或顯示字體以輔助提醒後方來車注意車門要開啟，因而減少交通事故發生。

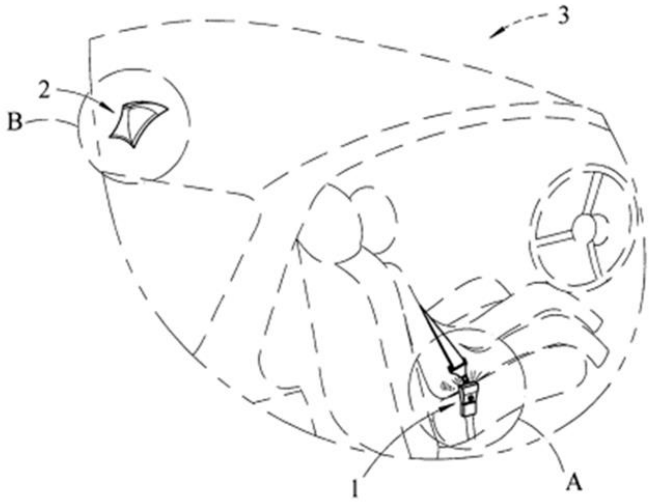

圖 4.「車輛開門啓動之警示安全系統」專利示意圖

以上幾種典型方案都有一些缺點或不足，整理如下:

1.以紅外線感應容易感應到後方的同向車造成誤判，以超音波偵測到後方來車或行

人時，即將車門鎖維持鎖固，這樣在車多的城市可能就難以下車了。

2.在車門端面上裝設 LED 燈，開車門時才亮，這樣仍不夠即時，機車車速過快還沒注意到，就發生意外了。

3.利用無線傳輸的設計，會有干擾與信號辨識時差的問題；另要用聲音提醒後方機車，聲音要夠大才有效，但如此會有噪音的問題，應思索有無更好的警示方法。

二、本研究群之前的對策與方法

廖威量[7]等人於 2013 年研發新型專利--車門開啟安全確認裝置，簡稱為「開安 1 號」，本裝置是使用數個感測器來感測駕駛人是否準備要下車，而即時將車門 HOLD 住 3 到 5 秒，同時發語音提醒駕駛人小心後方來車，並開啟後方警示燈，以避免忽然開啟車門的車禍發生。

如圖 5，當車子停止移動(排檔打入 P 檔及輪速感測訊號停止)，駕駛人要開啟車門時，在汽車門把凹槽裝置的光感測器會感應到汽車駕駛人要開門的手，此時微電腦控制器即時啟動聲光音效裝置來提醒駕駛人注意後方來車，同時透過車門閉鎖裝置短暫限制車門被打開，並將車門後視攝影機的影像顯示在螢幕上，提供欲下車的乘客參考判斷，避免忽然開車門導致後方來車的車禍(尤其是快速的機車)，達到保障汽車乘員也保護機車騎士行車安全的目的。

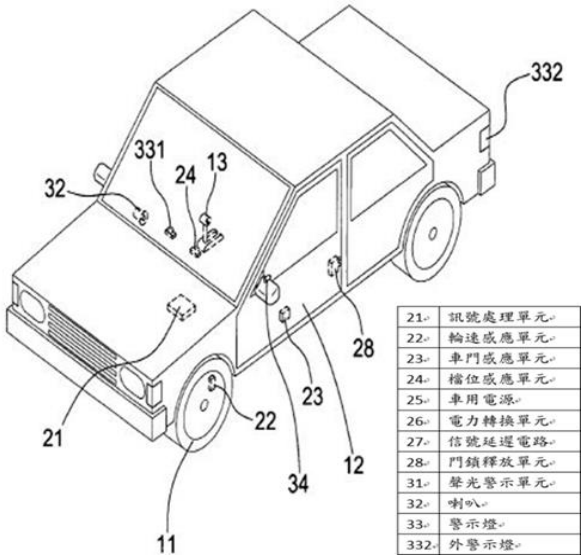

圖 5.「車門開啟安全確認裝置」系統專利示意圖

本裝置參加 2013 年德國紐倫堡和烏克蘭發明展共得到兩面銀牌，有以下功能特點:

1.限制車主和後座的乘客不要一停好車就衝動開門下車。

2.有警示音效，及時提醒車主和後座的乘客小心後方來車。

3.可讓車主和後座的乘客經由後照攝影機提供的車況，自行判斷下車的時機。

4.車後有警示燈提醒後方來車。

5.電源是使用車輛上的電瓶，不怕沒有電。

雖然開安 1 號有許多優點，但在發表後也發現有近一步改良之處如:

1.線路尚未成熟整合，線頭容易鬆脫造成成品故障或是誤動作。

2.只對車內的車主以及車內的乘客們有提醒的功能，但對車外的後方來車，沒有較即時有效的警示性做法，例如只有警示燈亮提醒後方來車的駕駛，但該駕駛可能正在狐疑亮燈是何意就撞上來了。

參、研製方法

本研究即是改良開安 1 號，讓新一代的成品可以擁有較完整的功能，達到具有更佳的新穎性、實用性與進步性的效果，不止希望能更有效的避免車禍的發生，也能朝量產的方向去思考、設計，真正有效的解決問題，貢獻國家社會。為了改善本研究團隊之前的作品「開安 1 號」，本研究根據他人相關的研究或發明，找出問題與缺點，提出包括以下幾點的改善：

1.相關訊息與功能能否改用串列傳輸的技術來傳遞資料，使組件方便應用組裝?

2.是否可以提高對車外後方來車具有更即時明確的警示性?

3.主控制板安置於車內，是否可利用 3D 列印的技術來進行主控制板外殼設計及其他外接的感測器裝置架的設計?

根據以上的思考，訂定本研究的方法如下:

1.增加對後方來車具有更明顯警示作用之新型 LED 動態圖形警示燈。

2.將前方操作訊息以串列傳輸傳遞到後方的 LED 動態圖形警示燈，以方便控制、組裝並節省線材。

3.以 40pin 的 AT89S51 晶片來取代義隆 18pin 的 EM78156 晶片，可擁有更多的輸出入腳位可使用。

4.以 3D 列印技術來輔助製作控制盒、零件裝置架等組件。

肆、主要研製原理

一、系統的硬體架構

本研究的串列傳輸車門開啟安全防護系統的控制方塊圖如圖 6 所示，圖中有

兩個控制器，一個是前主控制器，另一個是 LED 動態圖形警示燈(後控制器)，前主控制器有外接許多的感測器與受控單元。本研究利用了串列通訊來做為前後控制器溝通的橋樑，並利用轉向開關，油門踏板開關，煞車踏板開關，倒車感知開關等，觸發行車動作，再透過串列通訊，傳送到 LED 動態圖形警示燈來顯示。

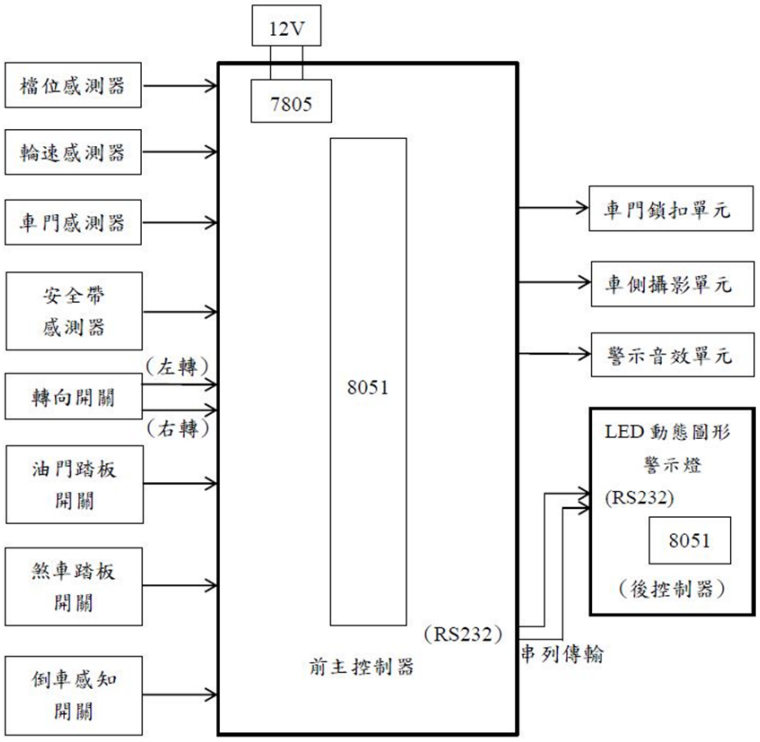

圖 6.本研究之系統控制方塊圖

本研究以獨創的“開車門警示符號 LED 燈”來做為與開安 1 號簡易的單一警示燈的重大區別，該警示符號 LED 燈可以裝於小客車或是大客車，當路邊停車時或是車子停止移動(排檔打入 P 檔及輪速感測訊號停止)，駕駛人要開啟車門時，在汽車門把凹槽裝置的光感測器會感應到汽車駕駛人要開門的手，此時微電腦控制器會啟動聲光音效裝置來提醒駕駛人注意後方來車，同時透過車門閉鎖裝置短暫限制車門被打開，並將照後鏡攝影機的影像顯示在螢幕上，提供欲下車的乘客參考判斷，避免忽然開車門導致後方來車的車禍(尤其是快速的機車)；而 LED 動態圖形警示燈透過串列傳輸接收來自前方控制器的開門警示信號後，會播放開車門的燈號讓後方來車避開，達到保障汽車乘員也保護機車騎士行車安全的目的。

二、前主控制器電路

圖 7 為本創作的前主控制器電路圖，本電路是以 Atmel 所出產的 8 位元微電

腦 AT89S51 為核心，透過 P1 接頭引入車子 12V 的電源，經 7805 IC 穩壓為 5V 供 89S51 使用;在 IC 的輸出入部分，P2 接頭為 UART 訊號，P10~P13 為輸入信號，P10 為 P 檔位置輸入信號，P11 為輪速信號輸入，P13 為門把開關信號，P32~P37 為 6 個行車狀態開關的輸入，當系統連線時，6 個行車狀態的信號會透過 P2 的 P30、P31 兩個 UART 腳位串列輸出至後方 LED 動態圖形警示燈。而在輸出部分，總共有 12 個 LED 燈，分別代表 P10~P13 的輸入信號燈，與 32~37 的 5 個行車狀態燈，及兩個系統狀態燈 P20 及 P21，P20 腳位是系統運作燈(藍色)，P21 則是 UART 信號輸出作動的燈(橙色)。而所有的動作判斷與行為邏輯，則是依據圖 8 的流程圖來進行，並以精簡指令集(RISC—Reduced Instruction Set Computer)的組合語言來撰寫程式，透過程式發展工具與流程，將正確無誤的程式燒到晶片上，電路即可依設計的反應，發揮應有的功能與動作。

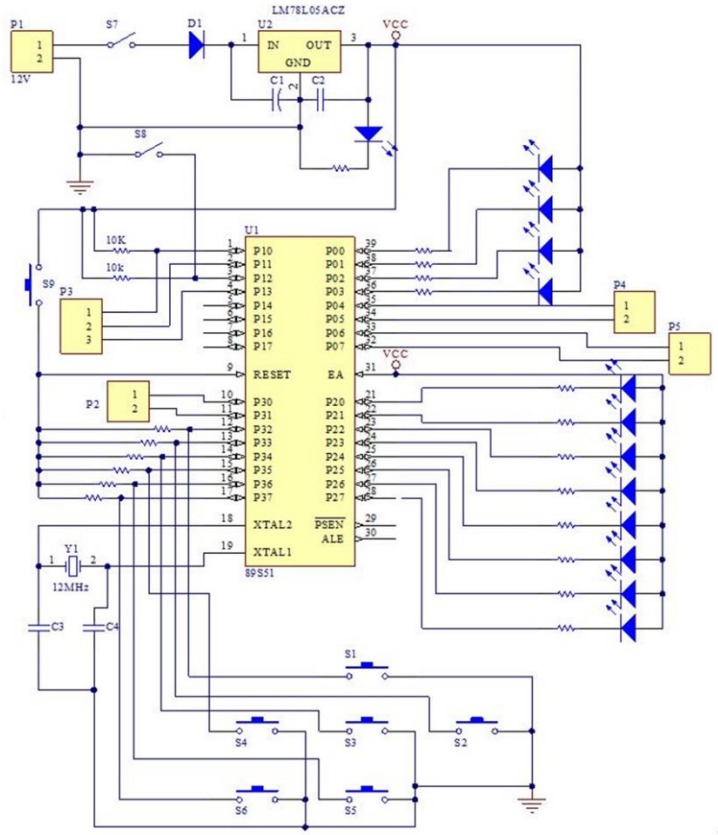

圖 7.本研究之主控制器(前板)電路

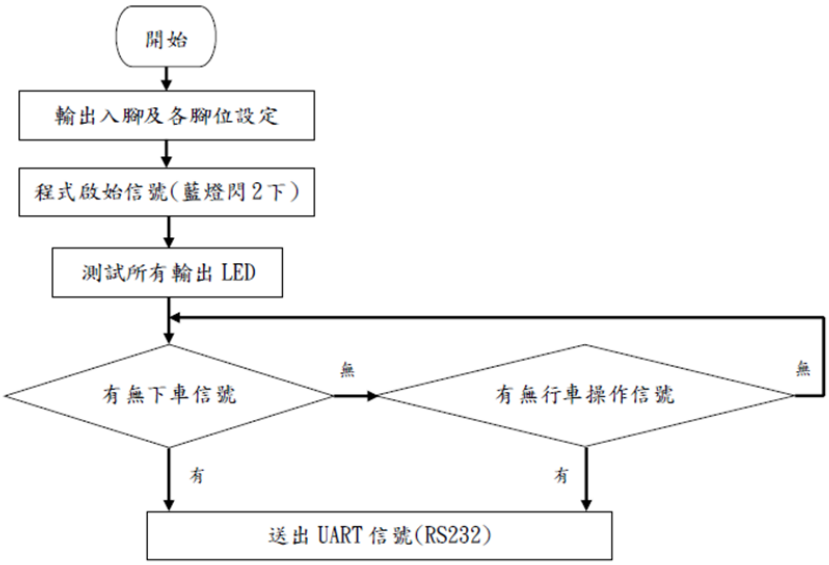

圖 8.主控制器程式流程圖

三、LED 動態圖形警示燈電路

圖 9 為本創作之 LED 動態圖形警示燈(後控制器)電路圖，電路是以 89S51 為核心，透過 P1 接頭引入車子 12V 的電源，經 7805 IC 穩壓為 5V 供 89S51 使用;在 IC 的輸入部分，P32~P37 為 6 個行車狀態開關的輸入，當系統連線時，6 個行車狀態的信號輸入會透過 P2 的 P30、P31 兩個 UART 腳位串列輸入。而在輸出部分，總共有 8 組 LED 圖形，分別代表左、右轉的箭頭，前進及後退的箭頭，車門固定結構及車門閃爍結構(D01、D02、D03)，這些圖形組均透過 Q1 的電晶體群，由 P00~P07 腳位控制。其程式流程如圖 10 所示。

四、串列傳輸

在一般微處理機與數位系統裡，資料傳輸可概分為並列式與串列式兩種，其中並列式可以一次傳輸多個位元(一般是 8 位元)，因此要在兩個系統之間傳輸，必須要有很多條傳輸線。若傳輸速度相等時，一次傳輸多個單位，傳輸的資料量就會比較多；但傳輸線數比較多時，線路的費用會相對提高，線路阻抗匹配、雜訊等等問題也會比較多，速度也比較慢，不適合進行長距離通訊。而串列式傳輸每次傳輸一組串列位元，資料傳輸量好像不太多，但連接兩個系統之間，也只需要兩條傳輸線，適合用於長距離的通訊。8051 單晶片有提供一個非同步串列埠(Universal Asynchronous Receiver-Transmitter，簡稱 UART)做為串列資料傳輸的通

訊界面[8]；本研究使用的串列傳輸是單向由前方主控制器傳到後方 LED 動態圖形警示燈，其資料設定為：選擇工作模式 1(可變鮑率的非同步資料傳輸)，計時器工作於模式 2，發射端及接收端採用相同鮑率[9]。表 1 是本研究所用的串列通訊碼。

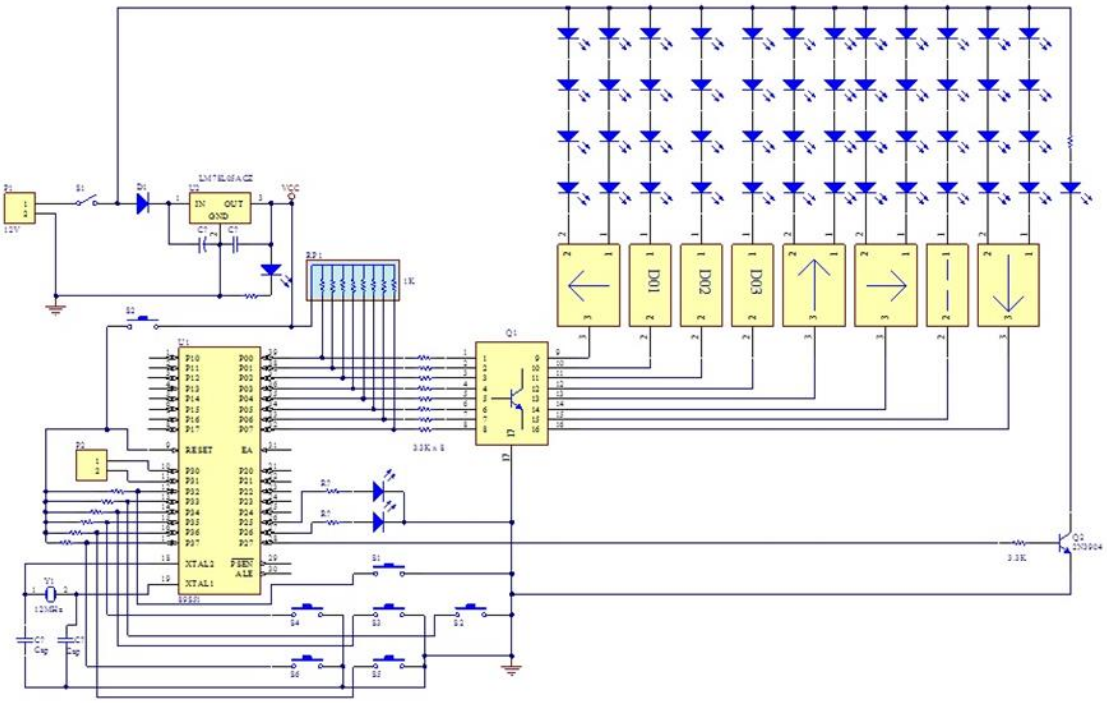

圖 9.本研究之 LED 動態圖形警示燈(後板)電路

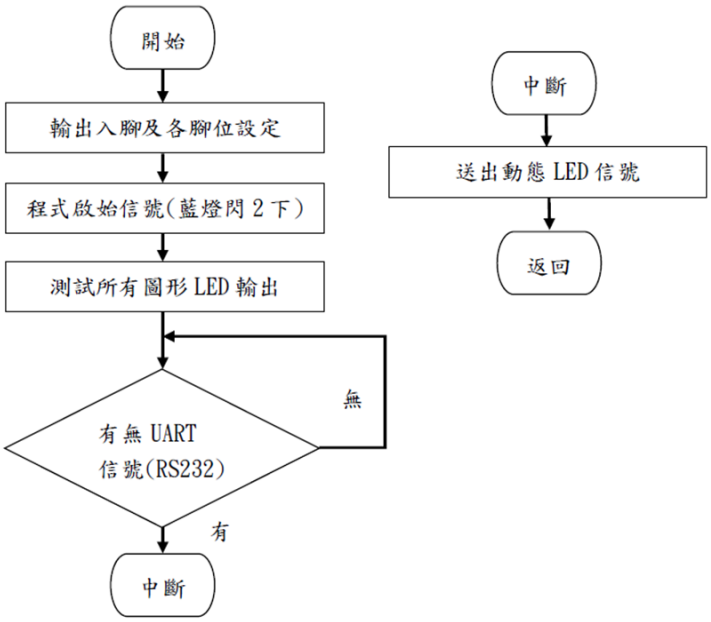

圖 10.LED 動態圖形警示燈程式流程圖

表 1.本研究之串列通訊碼

#00000001B	GO FWD(前進)
#00000010B	GO LERT(左轉)
#00000100B	GO STOP(停止　煞車)
#00001000B	GO BACK(後退)
#00010000B	GO RGT(右轉)
#00100000B	GO OPEN(開門)

五、警示音效單元

本研究所使用的音效晶片，是美國 ISD 公司出品的 20 秒分段即時錄放語音 IC，該 IC 內部由震盪器、語音儲存單元、前置放大器、自動增益控制電路、抗干擾濾波器、輸出放大器等組成，一個最小的錄放音系統僅由一個麥克風、一個喇叭、兩個按鈕、一個電源及少數電阻、電容即可組成[10]。圖 11 為本研究自製的音效電路板。

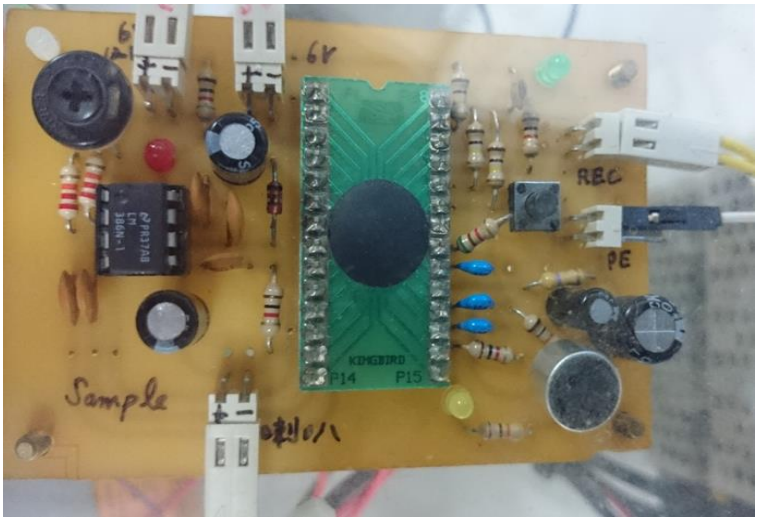

圖 11.本研究自製的音效電路板

伍、結果與討論

一、3D 列印

本研究在電路板外殼及零件裝置架等的製作方面，之前一般的做法是去電子材料行買一個制式的塑膠或金屬外殼，再去對照電路板大小進行加工，在外殼上鑽孔或切割出輸出入線槽；這種過程著重手作，力道的拿捏很重要，一不小心會鑽壞孔，或者切割速度、角度不正確而導致成品破裂損壞等情形發生。東西弄壞倒是還好，重做便是；人若受傷了就得不償失了。但自從 3D 列印機變得普及化以後，應用 3D 列印來製作這些電路板外殼或組件裝置架就變成可電腦化設計，並可以客製化且輕鬆愉快的事了。

本研究使用 SolidWorks 繪圖軟體做相關組件的設計[11]，設計好的圖檔轉成 STL 切片檔，即可傳給 3D 列印機列印輸出。

本研究所使用的 3D 列印機為國航科技所代理的 UP BOX (如圖 12)，UP BOX 能列印範圍為 20.5x20.5x25.5 公分[12]，機台具有偵測水平及列印水平自動補償功能。機台外觀採用封閉式設計，可以保持列印時溫度不會有太大的變化，如此可減少在列印時發生翹起或是彎曲等不良問題。另機台內部還有空氣濾清器可減少在列印過程中，所散發出來的味道。UP BOX 是採用熔融沉積型(Fused Deposition Modeling, FDM) 成型技術，使用的材料有 PLA(Poly Lactic Acid) 與 ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene)，用步進馬達送料經過加熱、熱熔，通過噴頭微細孔徑擠出在平台板上列印。本列印機所搭配的軟體會自動運算產生薄片狀的智慧支撐，支撐結構徒手就可以剝除，可不需使用額外的工具輔助。

圖 13 為本研究利用 3D 列印機做出的煞車踏板開關與排檔開關例。

圖 12.本研究所使用的 3D 列印機

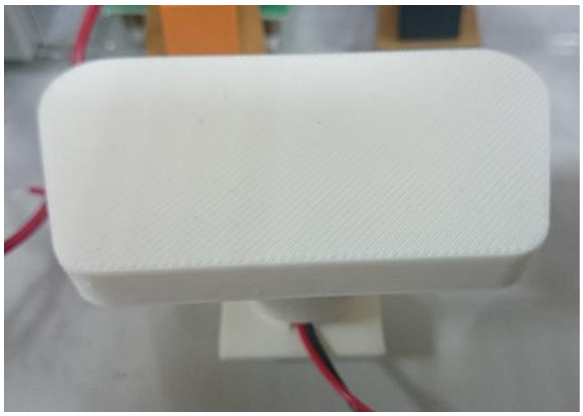

圖 13.本研究以 3D 列印機製作的煞車踏板開關(左)與排檔關關(右)例

二、系統整合與測試

本研究的「串列傳輸車門開啟安全防護系統」稱為「開安 2 號」，除了改善「開安 1 號」的系統電路設計與對車內的音效警示之外，增加的 LED 動態圖形化警示燈有獨創的開門燈號，可以更有效提醒後方來車，包括車主是要左轉、右轉、前進還是倒車，這樣的雙管齊下，可以更有效的減少車禍的發生。圖 14 是本系統的前主控板與後控制器的串列通訊功能測試成功的影像記錄，表 2 是「開安 2 號」與「開安 1 號」的差異性比較，本研究的開安 2 號有較佳的效能，圖 15 是改良至第四版的 LED 動態圖形警示燈完成品，圖 16 是本系統最終的展示成品，

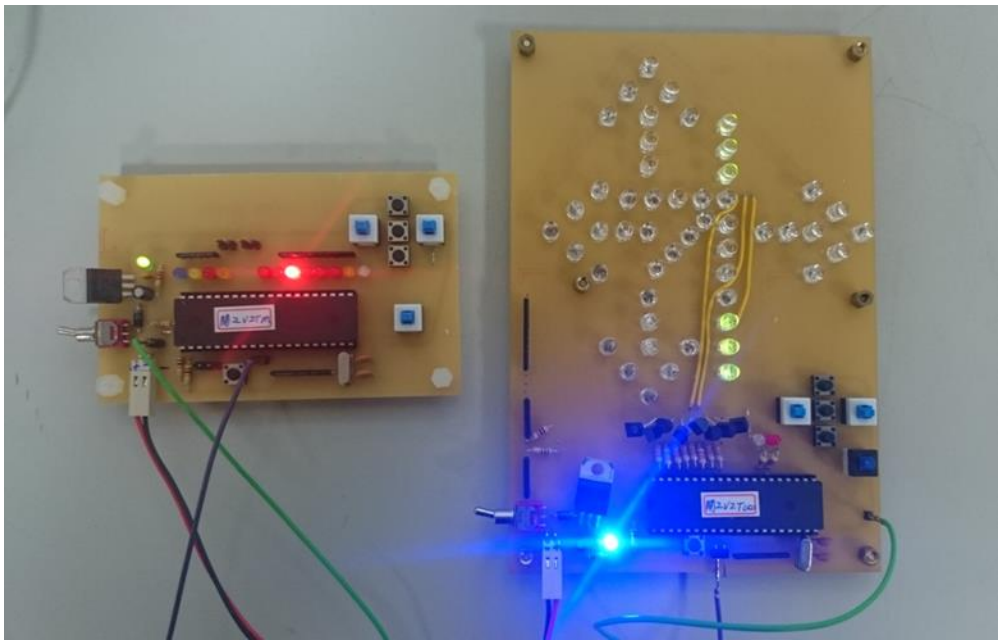

圖 14.本研究前主控制器與 LED 動態圖形警示燈串列通訊測試

表 2.開安 2 號與開安 1 號的比較表

	IC	感應器	通信方式	車外警示燈	成本	效能
開安 1 號	EM78156	較少	並聯	單一燈	少	只對提醒車內人
開安 2 號	80S51	較多	串列	LED 動態圖形燈	高	車內外的人都可以得到充分的提醒

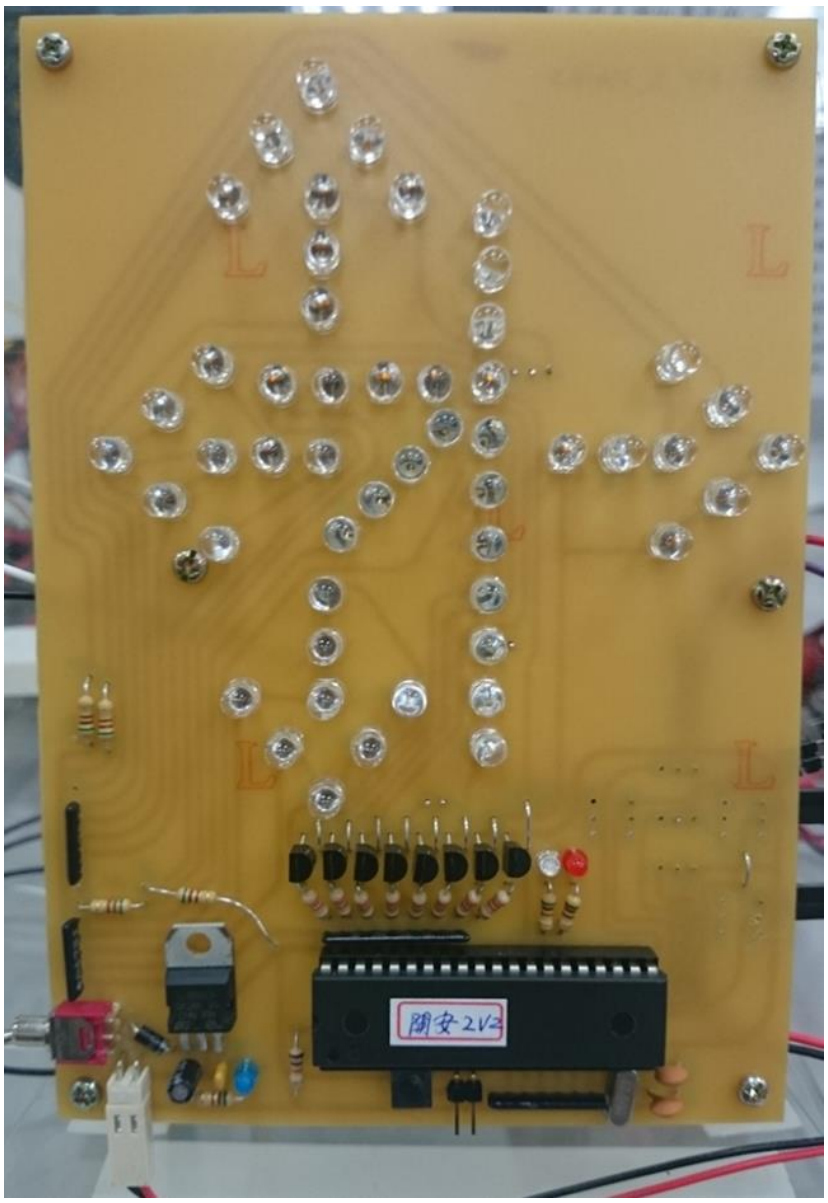

圖 15.本研究之 LED 動態圖形警示燈第四版成品

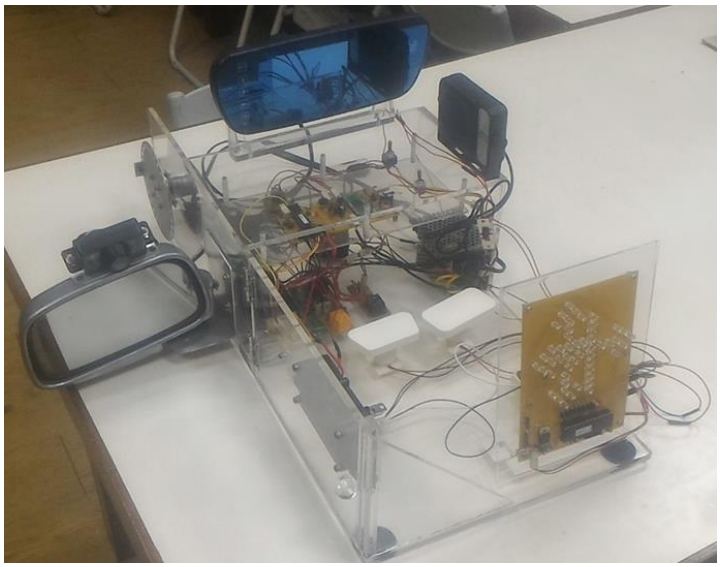

圖 16.本研究「開安 2 號」系統成品

陸、結論

本研究--串列傳輸應用於車門開啟安全防護系統之研製，已完成原型系統的製做與測試，獲得以下成果與結論：

1.成功的將前進、後退、左轉、右轉、煞車等一般轎車操作的資訊和獨創的動態開門燈號，透過 8051 晶片的 UART 埠做串列傳輸，可應用於各種車輛，完成「開安 2 號」原型系統的研究與製作。

2.實際測試開安 2 號與前一代的開安 1 號的警示效果，結果顯示，開安 2 號具有較佳的警示性與實用性。

3.本研究導入 3D 列印，對製作系統的裝置架、電路板外殼與配件等，有快速、美觀、整合性高等優點與效果。

柒、參考文獻

[1] 行政院環境保護署，2014，主要國家環境負荷因素。http://www.epa.gov.tw/lp.asp?ctNode=34809&CtUnit=2613&BaseDSD=7&mp=epa，取用日期：2016 年 6 月 23 日。

[2] 中視新聞，2015，突開車門騎士跌 遭公車輾斃。http://www.ctv.com.tw/opencms/data/news/news_2/news_2_3/news_38375.html，

取用日期：2016 年 5 月 19 日。

[3] 東森新聞，2016，車門開啟不當引起車禍。http://www.ettoday.net/news/20160127/638582.htm，取用日期：2016 年 1 月 27 日。

[4] 吳匡時、吳舟凌，2012，《機動車輛警示裝置》，中華民國專利公報，新型專利第 M440914 號。

[5] 莊文德，2015，《車門警示燈裝置》，中華民國專利公報，新型專利第 M511447 號。

[6] 杜瑞澤、范弘昊、陳叙蓓、辜榆蘋、劉毅祥，2015，《車輛開門啓動之警示安全系統》，中華民國專利公報，新型專利第 M514416 號。

[7] 廖威量、姜佳豪、胡光輝、廖柏鈞，2013，《車門開啟安全確認裝置》，中華民國專利公報，新型專利第 M467595 號。

[8] 姜佳豪，2015，《串列傳輸獨立型電子式水塔監控系統之研製》，桃園創新技術學院，機械與機電工程碩士班，碩士論文。

[9] 張義和、陳敵北，2009，《例說 8051》，台北，第四版，新文京出版社。

[10] 廖威量，2012，100 年度-教育部輔助技職校院建立產業導向專題製作策略聯盟計畫-子計畫，《應用單晶片-馬達與音效晶片控制研習》，桃園創新技術學院機械系。

[11] 康鳳梅、許榮添、詹世良，2006，《循序學習 SolidWorks 2005》，土城區，全華圖書。

[12] 國航科技股份有限公司，產品，3D 列印機。http://www.idea-diy.com/%E7%94%A2%E5%93%81/3D%E5%8D%B0%E8%A1%A8%E6%A9%9F/37-UP-3D-PRINTER-BOX /，取用日期：2016 年 4 月 22 日。