Journal of Science and Engineering Technology, Vol. 15, No. 1, pp.53~61 (2019)

機車盲點偵測輔助系統

林泰丞 [1]　林群雄 [2*]　熊博安 [3]
[1]安國國際科技股份有限公司
11560 臺北市南港區三重路 66 號 9 樓
[2*]國立臺北大學研究發展處
10478 臺北市民生東路三段 67 號
[3]國立中正大學資訊工程學系暨研究所
62102 嘉義縣民雄鄉大學路 168 號
[*]lincs@mail.ntpu.edu.tw

摘　要

機車，是在地狹人稠的台灣常見的交通工具，掛牌數有近一千四百萬輛，是汽車的 1.7 倍。市面上已可以買到許多配備智慧輔助系統的汽車以增加安全性，但機車的安全配備卻鮮少看見。本研究利用雷射測距感應器以及 Arduino 開發板、藍芽模組，透過 Android 手機 APP 結合市面上常見的安全帽藍芽耳機，建構了一個盲點偵測輔助系統。在車輛的盲區出現物體時，可用相對應方向之單聲道的聲響直接提醒駕駛。本系統可安裝在機車、重機上，達到安全輔助的效果，並以較低的硬體成本，期望能達到推廣和普及的目的，增加機車行駛的安全性。
關鍵詞：盲點偵測輔助系統，雷射測距感應器，藍芽模組，機車行駛的安全性

Blind-Spot Detection Assistant System for Motorcycles

TAI-CHENG LIN[1], CHIUNHSIUN LIN[2*] and PAO-ANN HSIUNG[3]
[1]Alcor Micro Corporation Ltd.
9F., No. 66, Sanchong Rd., Nangang District, Taipei 11560, Taiwan, R.O.C.
[2]Office of Research and Development Affairs, National Taipei University*
No. 67, Sec. 3, Ming-shen E. Rd., Taipei, 10478, Taiwan, R.O.C.
[3]National Chung Cheng University
No.168, Sec. 1, University Rd., Minhsiung, Chiayi 62102, Taiwan, R.O.C.
[*]lincs@mail.ntpu.edu.tw

ABSTRACT

Because Taiwan is a small and densely populated island, people generally prefer to ride motorcycles or scooters as a convenient alternative means of transportation to larger motor vehicles. There are almost 14 million motorcycles and scooters in Taiwan, 1.7 times the number of cars. Although many advanced driver-assistance systems are available on the local car market, few are provided on the motorcycle market. This paper proposes the design of a blind-spot detection system for motorcycles to accurately detect an object or obstacle in a rider's blind spot and to warn him or her.

This system design is implemented using a laser range sensor, a Bluetooth module, and an Arduino microcontroller board. The sensor is used to detect moving objects, an Android app notifies the rider of how far away the object is, and a Bluetooth headset in the rider's helmet sounds an alarm to warn him or her. The monophonic alarm sound highlights the locations of moving objects in the blind-spot area. This system design can be used for both motorcycles and scooters to ensure safety economically.

Keywords: Blind-spot detection assistant system, Bluetooth module, Laser range sensor, Safety of the locomotive knight

一、緒論

截至 2018 年 5 月，臺灣人口已超過 2357 萬人 [1]生活在這 3.6 萬平方公里的土地上，可謂地狹人稠。而「機車」已成為台灣人習以為常的交通代步工具。截至 2018 年 5 月，機車（含輕型、普通重型及大型重型）掛牌數已達到 13,788,809 輛而汽車是 7,980,568 輛。其中以普通重型機車 12,511,248 輛為大宗，輕型機車（含小型輕型、普通輕型）1,144,242 輛，大型重型 133,319 輛 [2]。依據民國 107 年 6 月警政署統計室所公布之警政統計通報，106 年交通事故機車肇事件數 15 萬 5,669 件，死亡及受傷人數分別為 644 人及 22 萬 5,641 人。機車肇事件數前 6 項肇事原因，依序為「未依規定讓車」2 萬 6,318 件（占 16.91%）、「轉彎（向）不當」1 萬 5,393 件（占 9.89%）、「未保持安全距離、間隔」1 萬 4,205 件（占 9.13%）、「違反號誌、標誌管制」1 萬 3,764 件（占 8.84%）、「起步時未注意其他車（人）安全」3,982 件（占 2.56%）及「酒後駕車」3,239 件（占 2.08%），合計占 4 成 9 [3]。臺灣用路人普遍沒有「防衛性駕駛」的觀念，且考照制度太過簡單、流於形式，駕訓班也沒有教導駕駛人足夠的正確觀念及駕駛技術 [5, 9]。然而，台灣的道路環境以及車流動線規劃也不盡完整，機車騎士常常暴露在被碰撞的風險中 [7]，在沒有車體保護的情況下，往往都是事故中受傷較嚴重的那方 [14]。而 2018 年的汽車市場，已經有許多導入智慧型駕駛輔助的市售車款，且國產車也能享有各種主被動安全配備，價格不再高不可攀。以 Ford 福特六和汽車所生產之 FOCUS 1.6L 時尚經典型為例，搭載 BLIS® 視覺盲點偵測系統 （含倒車來車警示）的官方售價已不到 70 萬元 [8]，而訪問也出現了許多改裝盲點偵測系統的商品，讓原本的車輛透過加裝感應器及蜂鳴器，來達到盲點偵測的目的 [10]，可見市場及國人都已開始重視行車視線死角問題 [6]，大型重機市場也已經開始重視行車時的盲點偵測以及變換車道時的警示。德國車廠 BMW 在 2015 年式的 C650GT [4]系列上搭載了 SIDE VIEW ASSIST （SVA）系統 [12]，針對行車時的視線死角做偵測並提醒駕駛。義大利機車大廠 Ducati 發表的 Safety Road Map 2025 計畫中，也預告在 2020 年時期下車款會有搭載雷達系統，能夠明確辨識在視線死角的車輛或從後方高速接近的車輛 [11]。

2017 年後的台灣機車市場，已漸漸出現搭載防鎖死剎車系統（ABS Anti-lock Braking System）、循跡控制系統（TCS Traction Control System），但是像 SVA 這類盲點偵測輔助的系統卻尚未看到 [20]。

在臺灣，機車騎士若想要擁有 SVA 這類盲點偵測系統的輔助，門檻實在太高，BMW 的 C650 GT 系列的官方售價是新台幣 56.9 萬元 [4]，雖可擁有行駛高架橋、快速道路的路權，但大型重型機車依然不是國人主要的交通工具選項。能否有更平價、簡易、方便的裝置可以輔助機車騎士行的安全，透過額外安裝的方式，降低入門門檻。2018 年的國產 125cc 機車的售價已經高於 7 萬元，配有 ABS 的車款更是要超過 9 萬元 [20]。如果不需要購買新車，就可以加裝此類的安全輔助，這樣國人使用的意願必將提高，進而增加機車行駛間的安全性。然而 BMW 的 SVA 系統，只有在時速 25 至 80 公里的區間會啟動，無法騎士自動控制系統啟動，也無法更變警示距離，只能維持半徑 5 公尺的範圍偵測，且車輛與被測物體間的速度差不能大於時速 10 公里 [13]。這些種種的限制讓台灣車主卻步，因為這樣的設計雖符合歐美用路環境但在台灣道路行駛時卻有著諸多不便，使得選配的車主少之又少。本論文實作的系統將以 SVA 系統為比較對象，並將比較表整理在文末。

為了降低機車在道路上行駛及變換車道時，因後照鏡以及視線死角，甚至是沒有擺頭看後方習慣時所發生的危險，必須有可以偵測盲點是否有其他車輛或物體的存在，並透過直覺的警示，盡快地警告機車駕駛人哪個方向有風險存在以便提早因應。整體系統的成本不能過高，且要方便安裝、拆卸，盡可能的用無線的方式傳輸，以達到方便拆裝的效果，並克服不同車型的空間配置，也因每個駕駛的騎乘習慣不

同，且路況是時時刻刻在變化的，系統的警示必須具有可調整警示範圍的功能並可快速開關，以因應路況的變化。如圖 1 中所畫的 C 區域就是機車的盲區，也就是無法被後視鏡照到的區域。

本系統分兩個部分，第一部分是 Arduino 開發板，負責將 TF mini LiDAR 偵測到的距離，透過藍芽模組 HC-05 送出 [17,19]，開發板與雷射測距模組、藍芽模組間用杜邦線連接，其中雷射測距模組的杜邦線為特製的 1.5 公尺長線，在把測距模組安裝在車尾時，整個 Arduino 開發板及藍芽模組可放置在車廂中。第二部分是 Android 手機 APP，負責把透過藍芽接收到的距離資訊顯示出來並判斷是否需要警示。警示方式是透過藍芽耳機發出單聲道的聲響 [15]，告知駕駛該方向有物體太過靠近 [17]，警示的開啟或關閉可以透過觸控螢幕上的按鈕或者使用藍芽遙控器來切換。整體系統架構如圖 2。

本論文第二節介紹本研究系統架構、運作及其背後的原理。第三節為實驗設計以及實測。第四節為結論及未來展望以及和市面上的 SVA 系統的整體比較。

二、系統架構、運作及其背後的原理

（一）Arduino 端

Arduino 開發板在上連接電源後會自動執行一次 setup，緊接著反覆執行 loop 直到電源被切斷。在 setup 設定完藍芽模組、序列埠、雷射測距三個 bound rate 後，loop 不斷得將雷射測距所偵測到的數值透過藍芽模組送出，並在 delay 100 毫秒後重複執行 loop。

（二）Android 端

Android 手機在打開 APP 後，按下 Connect BT 按鈕，選擇藍芽模組後，APP 會自動回到主畫面並持續顯示從藍芽模組接收到的偵測距離。在接收到距離後，首先要依據 TF Mini 的規格書中所述，將 30cm 以下的無效值過濾掉，只判斷大於 30cm 的值，並把此值顯示在畫面上。而當收到無效值時，畫面上會以 1200cm 的預設值表示。當警示開關設置

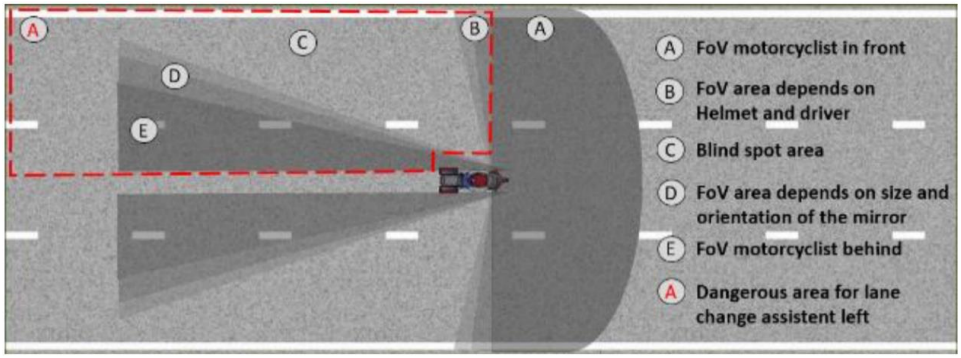

圖 1. 機車行駛時的視野以及盲點[16]

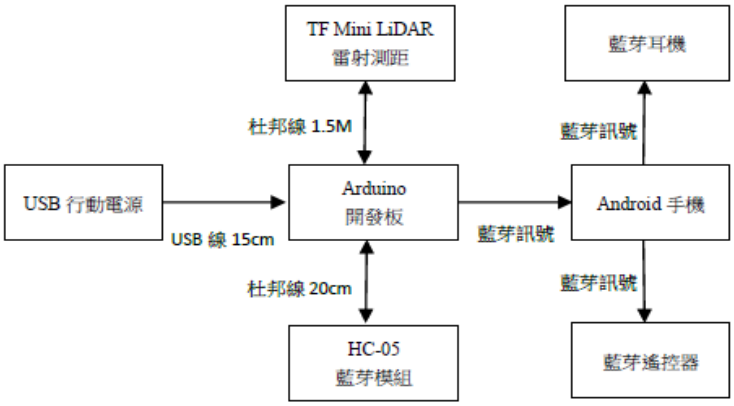

圖 2. 系統架構圖

為 ON 時，APP 會判斷收到的距離是否小於或等於警示距離，若此狀況成立，則會發出警示，在警示後延遲 100 毫秒進入下一次迴圈。在收到的距離大於警示距離時，APP 會延遲 100 毫秒後進入下一迴圈。Android 流程圖如圖 3。

收到有效數值之後，若此距離小於等於設定的警告距離，則會發出警示音，並把背景色改為紅色。警示開關可以透過觸控或者藍芽開關來遙控，可以任意開警示，但接收偵測距離並不受影響。Android 接收到偵測數值的畫面及警示時的畫面如圖 4。

（三）TF Mini LiDAR 雷射測距雷射測距原理介紹

因雷射測距感測器的感測效果會受環境光線的影響，圖 5 說明在各種環境下 TF Mini 所可以偵測的距離及可靠度。

① :代表偵測的盲區（blind area），TF Mini 在 0~30cm 所量測出來的數值是不可靠的。

② :代表 TF Mini 在極端環境下的工作範圍，通常是指 30cm~3M。極端環境指的是在戶外強光下（照射強度約為 100klux 的夏日中午戶外）且偵測標的物是黑色的（10%的反射率）。

③ :代表正常日照情況下（照射強度約為 70klux）TF Mini 的工作範圍，約為 0.3~7M。

④ :代表 TF Mini 在室內環境或者相當微弱的環境光線下的工作範圍，約為 0.3~12M。

⑤ 代表 TF Mini 在不同距離處有效檢測的最小邊長。除非被偵測的物體邊長大於等於此長度，否則量測出來的距離數值並不穩定且不可靠。此有效最小邊長取決於 TF Mini 的視野（field of view（FOV）一般指接收角度和發射角度之間的較小值），其計算方程式如（1）式。

$$d = 2 \cdot D \cdot \tan\beta \qquad (1)$$

在上面公式中，d 是有效檢測的最小邊長; D 是檢測範圍; β 是 TF Mini 的接收角的一半值為 1.15°。最小邊長之間的對應關係一般的有效檢測和檢測範圍請見表 1。

三、實驗設計及實測驗證

依照台灣法規，排氣量 249cc 以下懸掛白牌及綠牌的普通重型、輕型機車不得行駛於「禁行機車道」且必須「兩段

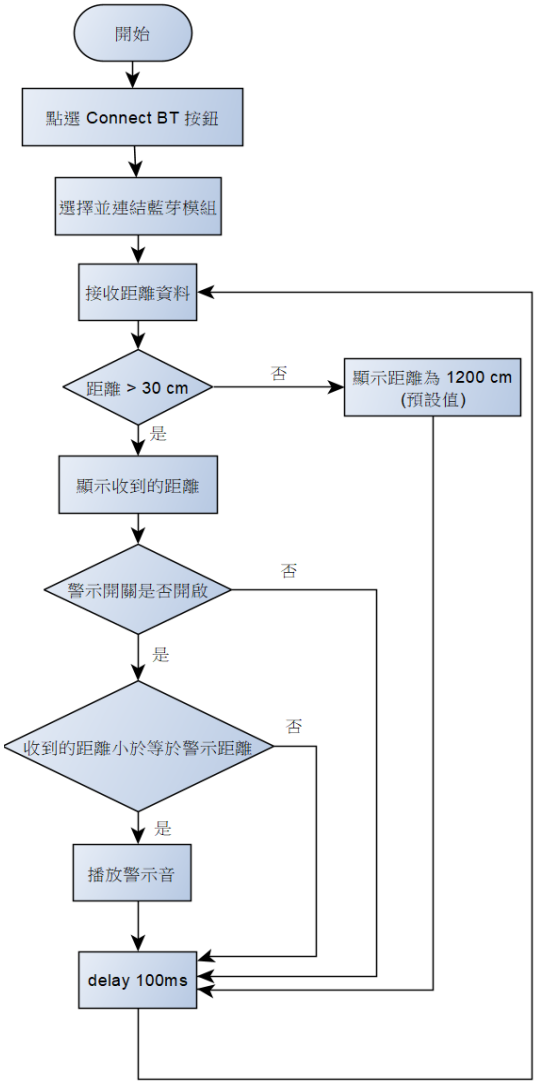

圖 3. Android 流程圖

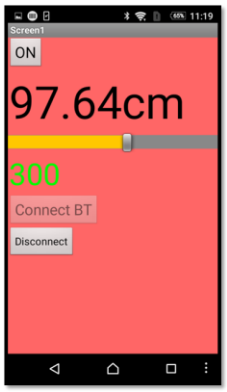

圖 4. Android 接收到偵測數值的畫面及警示時的畫面

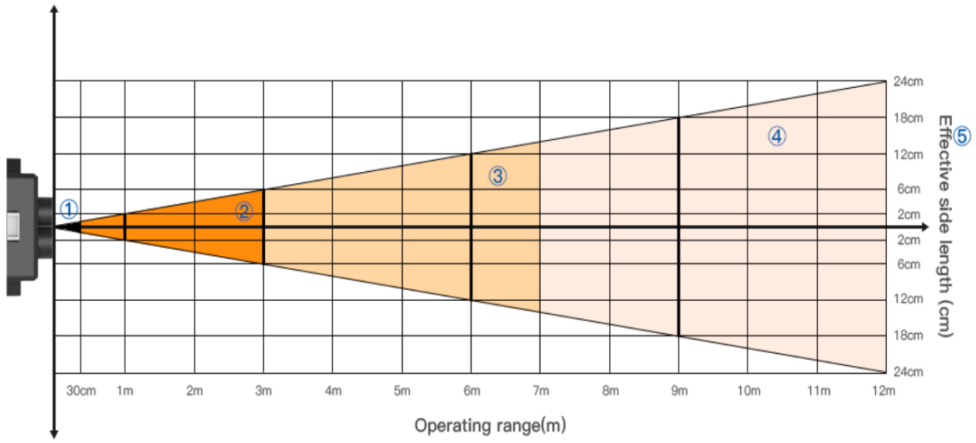

圖 5. TF Mini 量測距離範圍及有效性示意圖 [18]

表 1. TF Mini 在各個距離可量測到的最小邊長 [18]

Detecting range	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m
Minimum side length	4cm	8cm	12cm	16cm	20cm	24cm	28cm	32cm	36cm	40cm	44cm	48cm

式左轉」，臺灣為左駕國家，機車的行駛大部分時間是靠在最右邊車道。這種先右轉再直行的動線，讓路上的交通更為繁亂，待轉區的設計也過於草率，增加機車被直行車輛撞擊的風險。故本論文實驗特別針對右後方的盲區實驗，希望能夠在實際應用上避免白牌機車右轉及駛往待轉區時可能發生的碰撞。本實驗預設情境為，車輛欲右轉或向右變換車道時，打方向燈並開啟系統警示，確認右側盲區沒有其他車輛，再變換車道。

（一）靜態車輛盲點偵測實驗

有鑑於 SAV 系統無法偵測「相對速度大於 10 km/h」狀況，本實驗設計是由兩台機車，其中一台安裝盲點偵測系統，偵測右後方之盲點，另一台機車架著 Android 手機接收偵測的數值，從其右後方通過，並利用第一人稱視角之運動攝影機錄下當下的兩車速度差、兩車的距離、系統偵測到的距離、警示是否有響起如圖 6。

本次靜態實驗在不同時速下通過盲區共 267 次，兩車速度差與警示結果統計如圖 7。

由圖 7 所示，警示成功率從兩車速度差 13 公里之後驟降。兩車速度差 18 公里內的警示成功率為 74.53%，兩車速度差 13 公里內的警示成功率為 83.15%。若以 BMW SVA 系統[27]的限制「兩車時速差不得大於 10km/h」為條件，只採計時速 10 公里以下之數據，則共計 117 次中有 100 次正確警示，比例佔 85.47%。根據靜態實驗的結果，驗證本系統在兩車速度差低於時速 10 公里時的可靠性大於 85%。在實際道路應用上預期可以成功警示大部分的盲區危險。

圖 6. 後車通過前車盲區時正確警示並記錄時速

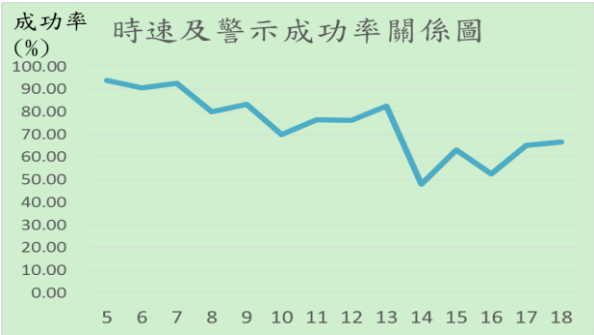

圖 7. 兩車速度差及警示成功率關係圖

（二）兩車道路實驗

本實驗由兩台 125cc 機車，一前一後，將盲點偵測輔助系統架在前車，並將角度設置為右後方 45 度，將手機架設在後車，而後車以第一人稱視角拍攝影片，一邊駕駛車輛進入前車之盲區，同時記錄手機所偵測到的數值及警示結果。系統的偵測全時啟動，警示門檻設為 455cm。行駛路線為一般市區道路，其中包含人口密集的市場以及狹小巷弄。兩車也會以不同的速度互相超車，測試在不同的速度差之下系統是否可以正常警示。例如：前車直行時偵測到盲區有車輛靠近車距 277cm 如圖 8。而在狹小巷弄常有的車輛違停的狀況，此時可以透過手機畫面拉桿縮小警示距離，或者利用藍芽開關關閉警示來暫停系統發出的警示音。本系統的設計初衷是可以由機車騎士自由啟閉警示音，在太過壅擠的台灣巷弄可以降低警示門檻或者透過藍芽遙控關閉警示音。然機車騎士在道路上騎乘時的確會遇到路邊有停車的狀況，本系統確實會偵測到路邊的停車並發出警示，然而本系統並不將其排除警示。因本系統的原則是有危險會發出警報，且可能發生的危險也發出警報。因路邊的停車對騎士而言也是一種潛在的危險。這也是「防衛性駕駛」應宣導的一環，騎士應預防「可能發生的危險」。騎經有路邊停車的路段時應提高警覺以遠離風險。而本論文所實作的系統擴充性強，未來將在左側加裝雷射測距儀並修改 Android APP ，就能同時具有偵測左右側盲區的功能。

本實驗共計 132 次偵測，共有 119 次成功警示，13 次沒有正確警示。其中包括 2 次不應警示而警示，4 次應警示而未警示，4 次因後車以超過兩車速度差 15 公里的速差超車而未警示，3 次因前車以超過兩車速度差 15 公里的速差反超車而未警示。成功警示比例佔 90.1%。兩車動態道路實測結果如表 2。

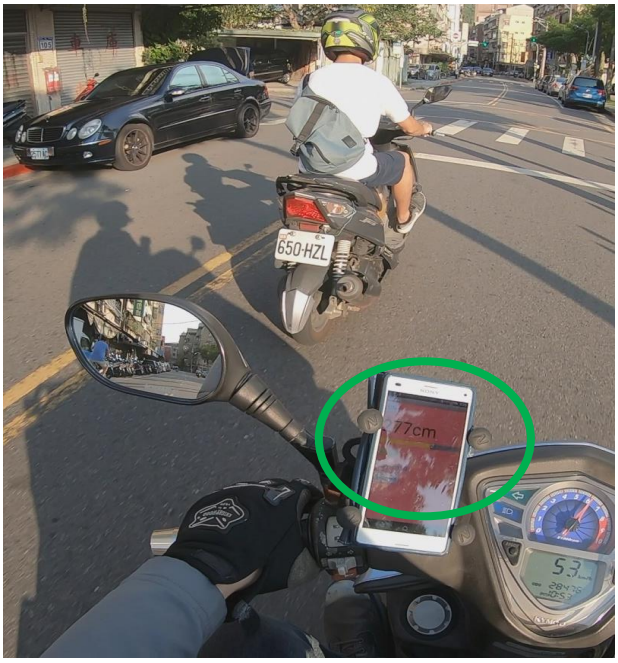

圖 8. 前車直行時偵測到盲區有車輛靠近車距 277cm

表 2. 兩車動態道路實測結果

結果	次數	比例
成功警示	119	90.1%
不應警示而警示	2	1.5%
應警示而未警示	4	3%
後車快速超過前車未警示	4	3%
前車快速反超車未警示	3	2.27%
總和	132	100%

（三）大型重機道路實測

排氣量 250cc 以上懸掛黃牌以及 550cc 以上懸掛紅牌的大型重型機車，除高速公路不得行駛外，其餘路權比照小客車，行駛於快車道，不受「禁行機車」限制，本實驗針對右後方的盲區實驗，希望能提早警示從右方鑽出的車輛以及太過靠近的車輛，減少右轉及變換車道時的碰撞風險。本實驗使用 530cc 懸掛黃牌之大型重機，將測距方向設為右後方 45 度，警示距離為 4 公尺。並把藍芽遙控開關設置在方向燈開關旁，方便在變換車道時開啟警示功能。透過前、後行車紀錄器紀錄路況，以及第一人稱視角的運動攝影機記錄手機所顯示系統偵測到的距離及行車速度，並把警示聲直接從手機播放出來以便收音。

1.情境一

右側有機車超車時，可以預警，避免駕駛人被忽然鑽出的機車嚇到。此次測試位於的交通繁忙的路段，本車在最外側車道以時速 18 公里行駛。系統先偵測到盲區中有距離

151cm 的物體靠近，如圖 9，隨後本車就被一輛機車從右方快速超車，如圖 10。

2.情境二

最常見的盲點偵測，本車的右後方有台汽車太過靠近，並且已經跨出原本的車道，故警示駕駛人注意其動向。如圖 11 與圖 12。

圖 9. 系統先偵測到盲區內有車輛距離 151cm

圖 10. 隨即被機車快速從右方超車

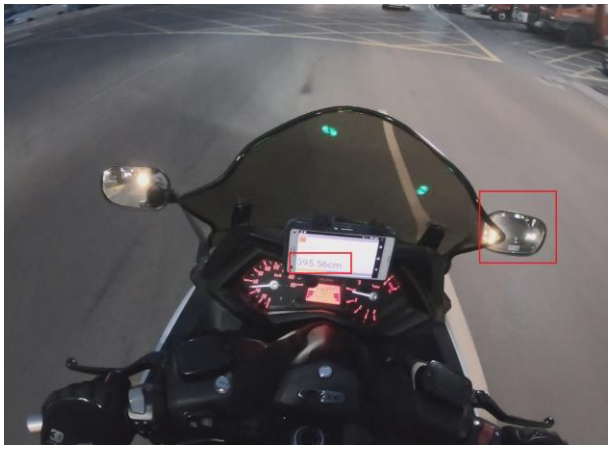

圖 11. 系統偵測到 395.56cm 且確實可以從後照鏡看見有汽車在右後方逼近

圖 12. 由後方行車紀錄器畫面看到這輛車已跨越車道線靠近盲區範圍

3.情境三

高架橋上，快速路段，後方一白色小貨車從盲區超車，此時本車時速約 60 km/h。從系統偵測到的距離 548.56cm 可以知道小貨車已進入盲區，且當下無法從右方後視鏡察覺。此情境可以偵測到右方車道盲區有其他車輛，並警告駕駛不得向右變換車道。如圖 13 與圖 14。

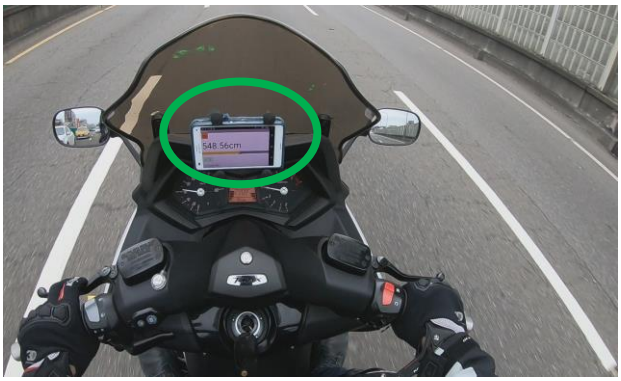

圖 13. 無法從後照鏡看到車但系統已偵測到距離 548.56cm

圖 14. 後車從右方盲區超車

表 3. SVA 與本系統效能比較表

功能項目	SVA	本系統
系統啟閉	25~80km 自動開啟	可透過實體按鍵開關
偵測距離	固定以車為圓心的半徑 5 公尺內	實測可偵測 6 公尺內的障礙物 且警示距離可任意調整
與被測物時速差限制	10km/h	13km/h 成功率 83.15% 10km/h 成功率 85.47%
警示方式	後照鏡下方警示燈	有方向性的警示音
價格	選配價 450 歐元 折合新台幣約 18000 元	硬體成本不到 2000 新台幣

四、結論及未來展望

本實驗實作了一個盲點偵測系統，並透過上路實驗驗證了本系統確實可以在一般的道路駕駛上發揮警示的功能。也透過手機 APP 的圖型化介面讓此系統可依個人習慣做調整以符合不同路段、不同速度、不同駕駛習慣的情境。藉由藍芽遙控器的無線開關，在轉彎前打方向燈並順手開啟警示，可預防在過彎時盲區有車輛通過而造成的碰撞。在停等紅燈、狹小巷弄等路段也可透過藍芽遙控器關閉提醒。在靜態實驗 267 次中，時速低於 13 公里的警示成功率有 83.15%、時速低於 10 公里的成功率有 85.47%。兩車動態實測 132 次所得到的數據，本系統判斷盲區中的物體的正確率可達到 90%，並在變換車道前、右轉彎前、以及右後方車輛過於逼近等狀況時正確發出警示音警告機車駕駛，使機車駕駛得以提早因應避免可能發生的危險。在大型重機的一般道路及高架道路駕駛上，確實能夠在靜止、低速及高速下預警從右方盲區超車的車輛以及太過靠近的車輛或行人。本系統的硬體成本不到新台幣 2000 元，而安全帽藍芽耳機的價錢也可低到千元以內，這樣的價格門檻遠低於換購新車。安裝的方式非常簡單、快速，可符合各種車型，消費者不必為了新的安全配備而換購新車，大大降低消費者購買時的門檻，且效果不遜於現行市面上的 SVA，本系統與 SVA 之效能比較圖如表 3 所示。

參考文獻

1. 中華民國內政部戶政司全球資訊網（107 年），107 年 6 月 26 日，取自 https://www.ris.gov.tw/346。
2. 中華民國交通部公路總局（107 年），107 年 6 月 26 日，取自 https://www.thb.gov.tw/。
3. 中華民國警政署全球資訊網（107 年），警政統計通報 107 年第 24 週，民 106 年機車肇事及騎乘機車死亡者特性分析，107 年 6 月 26 日，取自 https://www.npa.gov.tw/NPAGip/wSite/ct?xItem=87634&ctNode=12594&mp=1。
4. 台北匯特（107 年），BMW Motorrad, BMW C650GT，107 年 6 月 26 日，取自 http://liufu-motorrad.com/ listings/bmw-c650gt/。
5. 苗書翰（民 99），台北地區機車騎士駕駛知識、安全態度及駕駛行為之研究，國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士論文。
6. 陳宏宜（民 95），應用於車輛側邊安全輔助之影像偵測系統，國立交通大學電控工程研究所碩士論文。
7. 許添本、蕭唯倫（民 107），汽機車混合車流之車聯網防撞邏輯與參數之研究，土木水利，45(2)，頁 18-31。
8. 福特六和（107 年），107 年 6 月 26 日，取自 https://www.ford.com.tw/。
9. 劉玉娟（民 105），汽機車傷亡事故的影響因素-以桃園市為例，國立中央大學產業經濟研究所碩士論文。
10. 興運科技（民 107 年），107 年 6 月 26 日，取自 http://www.simtec.com.tw/。
11. A Ducati featuring front and rear radar already in the pipeline for 2020 (2018), Retrieved June 23, 2018, from https://www.ducati.com/ww/en/editorial/ducati-2025-safety-road-map.
12. BOSCH (2018) Side view assist, Retrieved June 23, 2018, from https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/products-and-services/passenger-cars-and-light-commercial-vehicles/driver-assistance-systems/side-view-assist/.
13. BMW Group (2015) BMW C650GT-Side View Assist, Retrieved June 23, 2018, from https://youtu.be/LQLhjj0Wpsk.
14. Fang, C. Y., W. H. Hsu, C. W. Ma, and S. W. Chen (2014) A

vision-based safety driver assistance system for motorcycles on a smartphone. IEEE 17th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Qingdao, China.

15. Hussin, M. A. M. and N. Zaini (2017) Android-based motorcycle safety notification system, IEEE International Conference on Systems, Process and Control (ICSPC), Malacca, Malaysia.
16. Kirjanov, M., P. Grzyb, J. Hoffmann and A.Osman (2017) Advanced driver assistance systems for Mmtorcycles: concept of a lane change assist, 25th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) National Highway Traffic Safety Administration.
17. Muzammel, M., M. Z. Yusoff and F. Meriaudeau (2018) Event-related potential responses of motorcyclists towards rear end collision warning system, *IEEE Access*, 6, 31609-31620.
18. Product manual of TFmini mini LiDAR module (2018) Retrieved June 23, 2018, from https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/TF_Mini_LiDAR(ToF)_Laser_Range_Sensor_SKU:_SEN0259.
19. Spelta, C., V. Manzoni, A. Corti, A. Goggi and S. M. Savaresi (2010) Smartphone-based vehicle-to-driver/environment interaction system for motorcycles, *IEEE Embedded Systems Letters*, 2(2), 39-42.
20. YAMAHA S-MAX 2018 ABS (2018)，Retrieved June 23, 2018, from https://www.yamahamotor.com.tw/motor/motor_smax.aspx.

收件：**107.08.14**　修正：**107.10.17**　接受：**107.12.13**