

# 保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統研究

鄭平守

高雄應用科技大學電子工程系副教授

pscheng@cc.kuas.edu.tw

黃榆粧

大仁科技大學資訊管理系學生

adaanna5221@yahoo.com.tw

趙宜婷

大仁科技大學資訊管理系學生

vicky-34@yahoo.com.tw

蔡宗甫

高雄應用科技大學電子工程系研究生

conanrocky@yahoo.com.tw

鄭宇涵

大仁科技大學資訊管理系學生

hanhans.tw@yahoo.com.tw

## 摘要

現在的行車交通安全事故中，假如有一套系統能夠提醒駕駛人的疏忽並預防其交通安全事故發生，那麼就能夠避免因駕駛人的疏忽而造成的交通安全事故。而本系統可以監控後方汽車的駕駛人是否有保持行車安全車距及汽車於轉彎或著變換車道而疏忽的視覺死角。

假如在每一部汽車的內部裝設一台保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統，就能讓駕駛人於行車的時後，除了能告知自己後方汽車的行車速度與行車安全間距外，若未保持其適當的行車安全間距可提醒後方汽車的駕駛人，預防因未保持其行車安全間距所導致的交通安全事故，此系統還能於汽車轉彎或著變換車道時，幫忙注意兩側是否有駕駛視覺死角未看到的來車。將測距感測器裝置於汽車的後端，並與測速來做搭配，將LED顯示版裝置於汽車後方，在汽車的兩側加入感測器，並與汽車的方向燈做搭配，最後將這些模組連接到本系統之中，做為行車安全車距的判斷以及判斷汽車的兩側是否有汽車或者機車等物體。

本保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統，可以告知駕駛人後方的汽車行車是否有保持行車安全車距，還能夠幫助駕駛人消除汽車兩側的視覺死角，能夠提升駕駛人的行車安全，使行車的時後降低交通事故之發生，建立駕駛人良好安全的道路行駛，以確保行車安全，深具成效。

**關鍵詞：**交通安全事故、行車安全車距、視覺死角。

## 1. 引言

由於汽車的駕駛速率太快的時後，若沒有與前方的汽車保持其安全車距，事故一旦造成，常常會造成其連環的車禍，而且後果非常的嚴重。依據交通事故資料的分析顯示[2]，於民國93年之肇事原因分析以「未保持行車安全間距」、「駕駛不當」為首，共占93年全年事故之28.97%。其中「未保持行車安全間距」這一項，幾乎在每一年的交通安全事故之中，是數一數二的。現在就歷年肇事原因統計圖[2]來看，如圖1所示：

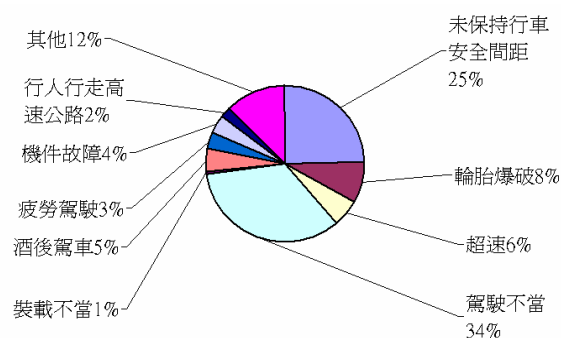


圖1 歷年肇事原因統計圖[2]

再來針對駕駛人在汽車變換車道的時後，探討利用汽車的三面小小的鏡子依舊沒有辦法做出判斷的視野死角，如圖2所示。Bowles [13]曾經提出：汽車駕駛人在側後方最少必須要延伸出45-50度的視野區域，才可以克服視野的死角。而且依照不同車款、駕駛人及後視鏡的角度和位置，使得汽車的側邊還是依然有視野死角的存在。駕駛人的水平視野是判斷汽車側後方的視野區域大小之重要的因數，Flannagan [14]提出駕駛人本身的前方之水平視野是大約為180度左右，Recarte 和 Nunes 接著提出當駕駛人專注於前方的車況時後，前方水平以及垂直的視野會比平常的時後更小 [17]，造成汽車在行駛前進時駕駛人的視野死

角範圍增大。駕駛人於只有轉動眼球而不回頭的情況之下，大約能夠看到前方200度左、右的範圍，也就是說，大約還有160度是沒辦法看到的。如果要靠汽車之三面小小的鏡子來涵蓋剩下視覺無法看到的160度，實在非常的困難；因為實際上中央之後視鏡再加上汽車的左、右後視鏡，只能夠再提供額外大約60度左右的可見範圍，那麼還剩下100度，就必須要轉頭去克服。

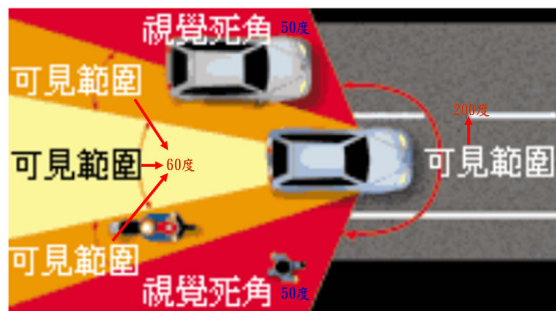


圖 2 汽車駕駛人的視野死角

由於沒與前方車輛保持適當的行車安全間距，而造成車輛肇事故，為一極具重要的問題。加上汽車於變換車道或轉彎時，駕駛人因轉頭相對的對於前方的路況也就會失去了監控，若駕駛人每次都要轉頭來確認汽車側方的車道是否淨空，這樣容易增加駕駛人的負擔。瞭解問題才是解決問題的最佳方法[3]，為了確保行車安全，並改善駕駛人「未保持行車安全間距」的交通問題以及要如何彌補汽車的三面小小的鏡子不足的地方，進行消除駕駛人視覺死角及保持行車安全車距系統之設計與研發，是本文所要探討的重點[5]。

## 2. 測量感測相關原理

製作測量距離儀器及感測儀器的方法有許多，可利用超音波的技術來製作；也能用紅外線的技術來製作；當然更能利用現有的產品技術來改良製作。現在就介紹一些超音波技術如何應用，及一些應用於測量距離方面的現有設備儀器等產品。

### 2.1 利用超音波感測器

人的聽覺能夠聽得到的音波稱之為可聽音，頻率高於人的聽覺範圍頻率（20Hz～20kHz）音波，使人的聽覺沒有辦法聽到的高頻率音波，稱之為超音波（超過20kHz以上的音波）。實用的超音波頻率範圍在數kHz～GHz，依目的選用適當的頻率，強力超音波常用的範圍大都為數MHz以下[12]。

超音波在空氣中的傳送速度，與粒子成份、壓力及溫度有關，如表1所示[11]。有很多產生（超）音波的方法，最常見的是“磁電式喇叭”，是用音頻交流電來產生交變磁場，和永久磁鐵的磁場作用形成推拒力，推動一碟形或錐形薄膜，使其來回振動產生音波。因空氣粒子具有完全彈性，碰撞時動能的損失少，若空氣粒子撞擊結構緊密的粒子組織表面，例如：金屬、水面...等，因無法造成對方位移，會以原有的速度彈回，彈回的空氣粒子形成壓力波動，同樣會以音速向四周擴散。波動是由中心向四周擴散，遠處傳回的回音同樣地也擴散，故傳回到原中心點的回音波幅很小，對點狀發射源而言，距離越遠所測得的振幅和距離平方成正比。量取回波傳回時間乘以當時空氣速度，就等於來回行程，來回行程的1/2即為發射點與反射物的距離如下式。

$$D(\text{距離}) = \Delta T(\text{來回時間差}) \times C(\text{波速}) \div 2$$

表 1 音波之速度(m/s)[11]

| 固體 (20°C) |      | 液體 (25°C)       |        | 氣體 (0°C)     |        |
|-----------|------|-----------------|--------|--------------|--------|
| Granite   | 6000 | Fresh water     | 1493.2 | Air          | 331.45 |
| Iron      | 5130 | Sea water       | 1532.8 | Hydrogen     | 1269.5 |
| Copper    | 3750 | (3.6% salinity) |        | Oxygen       | 317.2  |
| Aluminum  | 5100 | Kerosene        | 1315   | Nitrogen     | 339.3  |
| Lead      | 1230 | Mercury         | 1450   | Steam(100°C) | 404.8  |
| Lucite    | 1840 |                 |        |              |        |

現今應用超音波的測量實例有很多，依介質可分為固體中、液體中、氣體中、人體中，例如：超音波顯微鏡、測深儀、風向風速器、超音波測距儀、超音波醫用診斷...等[8]。

超音波的速度是每秒  $331 \pm 0.6 \times T$  公尺 (T為攝氏溫度)，目前的超音波測距器具有下列特點[15]：

- (一) 不受地形阻礙：只要在需要量測的直線距離上沒有太大的阻擋物存在，使超音波產生繞射而影響量測結果，其他不論在室內室外等有物品堆放或地勢崎嶇的地方皆可測量。
- (二) 容易判讀：利用 LCD 顯示測量結果，可以很容易的讀取數值。
- (三) 誤差小：誤差值在 **0.5%** 以內；隨著距離增加或縮短，其誤差比例不同。

因超音波的速度會隨著溫度而改變，在溫差大的地方量測，就會造成比較大的誤差，因此需要一溫度感測器來測量環境溫度，利用查表法或者基準單位校正使量測器的精度提高。

超音波之產生及檢出，大致可以區分為：電磁感應現象、壓電現象、磁振現象...等應

用，都是電能和伸縮（彈性）能轉換。電氣信號轉換成超音波後再發射的為發射器（喇叭型），用來把超音波轉換成電氣信號的為接收器。一般將兩者做在一起〔超音波發射和接收〕的稱為組合式超音波轉換器[6]。

超音波測距儀發射器（Tx）以及接收器（Rx）的原理如圖3與圖4所示。發射器發射一頻率脈波串，當碰到反射物體後由接收器接收，由從 Tx 碰到反射物再到達 Rx 的時間差，在室溫條件下的音速 340 m/s，計算出反射物和 Tx、Rx 的距離，超音波測距系統方塊圖，如圖5所示[6]。

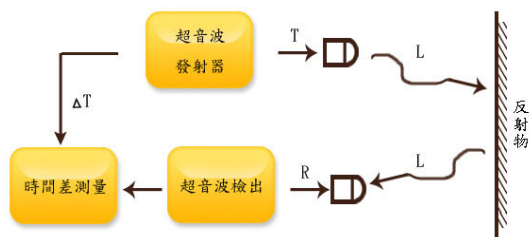


圖 3 超音波測距離 L

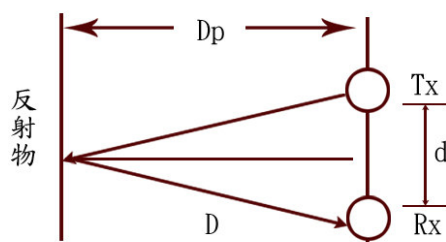


圖 4 超音波發射與接收元件

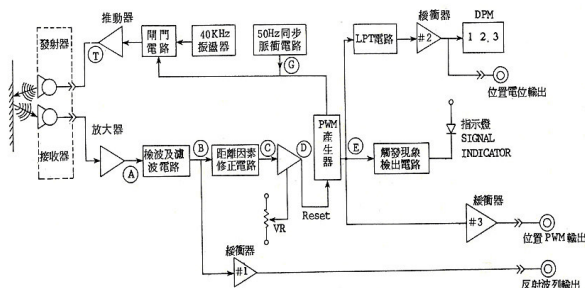


圖 5 超音波測距系統方塊圖[6]

一般超音波測距儀，需注意事項如下：

- (一) 超音波測距儀器以量取時間差為基準，而時間以測出回波的抵達為主，為了準確的測定回波，必須測定一個以上的回波才可，故所測量的音頻要盡可能的提高，才能獲得較高的距離解析度。若使用 34kHz 超音波頻率  $f$ ，音速  $V = 340 \text{ m/s} = 34000 \text{ cm/s}$ ，則解析度為  $\lambda = V/f = 34000/34000 = 1 \text{ cm}$  ( $25^\circ\text{C}$ )。

- (二) 發射與接收元件需盡量靠近，否則會產生基線誤差如圖三所示，由畢氏定理可知：測得的距離為

$$D = D_p \sqrt{1 - \left(\frac{d}{2D_p}\right)^2}$$

，會得到較大的數值，當  $(D_p/d) > 10$  時，則  $D$  與  $D_p$  的誤差值會在 1% 內，會使接收器產生共振，影響較近反射波的接收。

- (三) 測量的環境（例如：溫濕度、氣壓、亮度）對準確度影響很大，若增大發射器的驅動力和接收器的振幅，就可以將信號接收或發射到較遠的地方，可以偵測較長波長的距離，但是反射的波數會增加，誤差產生的可能性就會相對增加。

利用超音波的原理技術可以用來測量與後車的距離，還能夠應用於汽車兩側的感測器，消除駕駛人的視覺死角。

## 2.2 利用現有測量距離單元

可把現有測量距離儀器設備的測距模組技術拿來應用，例如：中翰國際科技有限公司的雷射測距望遠鏡，如圖6所示，其功能如表2所示[1]。或廣華電子商城的德製萊卡的基本型雷射測距儀，如圖7所示，量測距離為日光下 0.2 ~ 50 米  $\pm 1.5 \text{ mm}$  [7]。將現有測量距離儀器設備裡的測距模組技術，應用於本消除駕駛人視覺死角及保持行車安全車距系統之測量距離功能方面。



圖 6 雷射測距望遠鏡 [1]

表 2 雷射測距望遠鏡功能表 [1]

|      | Laser800s           | Laser600            | Laser400            |
|------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 視角   | 6°                  | 6.3°                | 6.3°                |
| 雷射徑  | 3.4 mm              | 2.5 mm              | 2.5 mm              |
| 精度   | $\pm 0.5 \text{ m}$ | $\pm 0.5 \text{ m}$ | $\pm 0.5 \text{ m}$ |
| 有效距離 | 10~730 m            | 10~600 m            | 20~400m             |



圖 7 德製萊卡 基本型雷射測距儀 [7]

或者可用現有的測量距離單元來進行系統組裝，例如：台灣基恩斯股份有限公司[16]的測距感測器成品：LV-H67高功率傳統反射雷射感測器，搭配該公司的成品LV-20數字顯示器，來製作測距儀如圖8所示，明亮雷射光線，就算是在較長的遠距離之下，利用明亮的光束點仍可方便地進行光軸的校正及光學軸定位，由於可用目視的方法檢查目標物上的雷射光。最大檢測距離為 50m(164')，如圖9所示。高速模式具有最快的 80 $\mu$ s反應時間，比傳統感測器快了 3 倍。採用高速A/D轉換器，自動校正感測器的反應速度障礙。

### LV-H67系列 感測器

LV-20放大器的感測頭



圖8 LV-H67與LV-20搭配組合成測距器 [16]



圖 9 檢測距離 [16]

### 3. 保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統

消除駕駛人視覺死角及保持行車安全車距系統的結構如圖 10 所示，第一個部份為汽車兩側鏡子上裝設的感測器模組，第二個部份為汽車內部的方向燈控制模組，第三個部份為

汽車內部的控制模組，第四個部份為汽車後端的測距感測器模組，第五個部份為汽車後端測速感測器模組，將五個部份組合構成本系統。

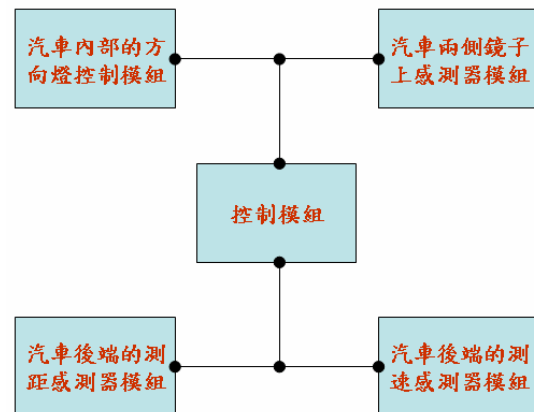


圖 10 系統結構圖

#### 3.1 系統架構

- (一) 汽車兩側鏡子上的感測器模組：感測器模組裝置於汽車兩側後照鏡的部位，將兩側是否有物體的信號，傳送到汽車內部的控制模組，做為感測汽車兩側是否有物體存在，如圖 11 所示，擔任感測汽車兩側及傳送信號的角色。
- (二) 汽車方向燈控制模組：由汽車內部的方向燈控制模組，將車要變換車道或轉彎時，所產生的左轉或右轉信號，傳送回汽車內部的控制模組，如圖 11 所示，擔任汽車要變換車道或轉彎時傳送信號的角色。
- (三) 汽車後端的測距感測器模組：測距感測器模組裝置於汽車之最後端，將與後車距離所測量之距離數值，傳送至汽車內部的控制模組，以便做為量測與後車之距離，如圖 11 所示，擔任距離量測及傳送距離數據之角色。
- (四) 汽車後端的測速感測器模組：測速器裝置於汽車之後端，將所測量到的後方汽車當時之行駛速率的數值，傳送到汽車裡面的控制模組，以便用來做為量測後方汽車當時之行駛速率，其位置如圖 11 所示，擔任後方汽車行駛速率之量測以及傳送後方汽車行駛速率數據之角色。
- (五) 控制模組：汽車駕駛人在汽車轉彎或變換車道時，將汽車兩側鏡子上的感測器模組及汽車方向燈控制模組的信號彙整後，送至本控制模組，判斷汽車轉彎或變換車道的方向是否有物體，若有則警告汽車駕駛人；若無則無動作，確保

汽車轉彎或變換車道時的安全，並提供一個汽車行駛安全車距的公式，將汽車後端的測距感測器模組所量測之距離數據，與汽車後端的測速感測器模組所量測之速度數據，送至本控制模組，以一簡單公式換算，讓駕駛人能直接透過控制模組，得知後方汽車行駛時是否有保持安全車距，如圖 11 所示，擔任汽車要變換車道或轉彎時的監控以及後方汽車行駛之安全車距監控之角色。

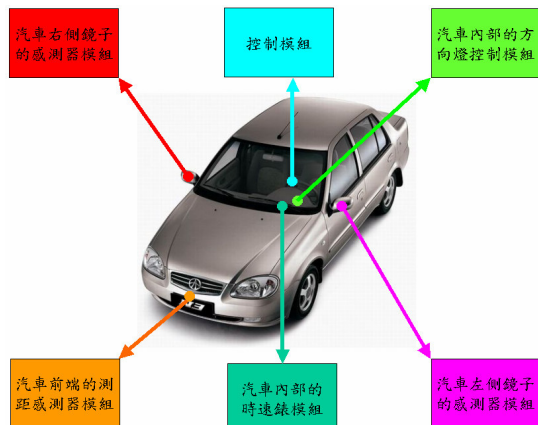


圖 11 系統各部架構圖

### 3.2 系統的量測流程

經由測距感測器，計算出與後方汽車應保持的行車安全距離數值，及經測速器測得後方汽車當時行駛速率數值，將兩數值一起傳送到控制模組中，控制模組同時接收測速器（當時後方汽車行駛速率數值），及測距感測器（當時後方汽車距離數據），並將兩數據帶入系統，經公式換算取得結果。

### 3.3 系統的硬體資源

保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統的硬體，分別為：測距感測器，測速感測器，汽車兩端的感測器，汽車內部方向燈控制模組，控制模組是以單晶片為主，將所需程式及公式存入晶片中所組成之電路，最後將五組電路連接在一起組成一控制系統，即為保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統之硬體。

### 3.4 系統的控制模組

控制模組以 8051 單晶片和 LED 顯示板及喇叭所組成，8051 單晶片為主要核心，使用 RS232 界面與系統通訊；控制模組的功能分成兩個部份，分別為消除死角部份以及監控後方

汽車之安全車距部份。消除死角部份是利用汽車兩側的感測器信號及方向燈模組的信號。作為駕駛人在汽車變換車道或轉彎時，判斷汽車轉彎側有無物體。當在汽車變換車道或轉彎時，汽車的轉彎側有物體時，系統會發出警告聲及告知駕駛人汽車的轉彎側有物體。保持安全車距部份是利用測速器測得後方汽車行車速率，以及利用測距器測得與後車行車間距，作為判斷後方汽車駕駛人是否有保持行車安全間距，當後方汽車駕駛人行車未保持行車安全間距時，系統會發出警告聲及告知駕駛人後方汽車當時之行車速度、行車間距及應保持之安全間距，並於顯示板顯示當時行車速度、行車間距及應保持之安全間距，提醒後方汽車駕駛人。

#### 3.4.1 消除死角部份之程式判斷

控制模組內的存入程式，各函數代表如下：X 代表方向燈模組的右轉信號，如：方向燈模組右轉時，信號為 1， $X=1$ ；Y 代表汽車右側數位電子感測器的信號，如：汽車右側有物體時， $Y=1$ ；W 代表方向燈模組的左轉信號，如：方向燈模組左轉時，信號為 1， $W=1$ ；Z 代表汽車左側數位電子感測器的信號，如：汽車左側有物體時， $Z=1$ 。因此，我們可將汽車左轉或右轉時系統的表示之公式如下：

(1) 汽車右轉之公式判斷：

◎ $X$  = 方向燈模組的右轉信號；

$Y$  = 汽車右側數位電子感測器的信號。

☆依判斷流程圖汽車右轉轉彎側是否有物體，如圖 12 所示。

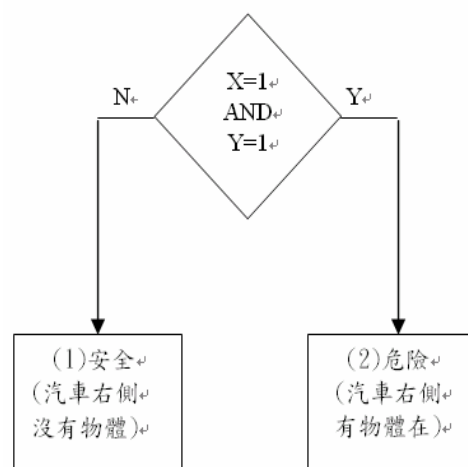


圖 12 汽車右轉公式判斷流程圖

△若汽車右轉方向燈模組右側信號  $X=1$ ；當時汽車右側無物體感測器信號  $Y=0$ ；

帶入系統公式 符合  $\langle 1 \rangle X=1 \text{ AND } Y=0$   
THEN 安全〔汽車右側沒有物體〕

△若汽車右轉方向燈模組左側信號  $X=1$ ；  
當時汽車右側有物體感測器信號  $Y=1$ ；  
帶入系統公式 符合  $\langle 2 \rangle X=1 \text{ AND } Y=1$   
THEN 危險〔汽車右側有物體〕

(2) 汽車左轉之公式判斷：

◎ $W$ ＝方向燈模組的左轉信號；

$Z$ ＝汽車左側數位電子感測器的信號。

☆依判斷流程圖汽車左轉轉彎側是否有物體，如圖 13 所示。

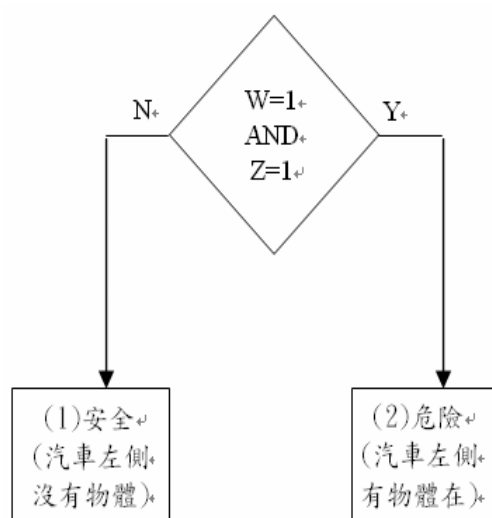


圖 13 汽車左轉公式判斷流程圖

△若汽車左轉方向燈模組左側信號  $W=1$ ；  
當時汽車左側無物體感測器信號  $Z=0$ ；  
帶入系統公式 符合  $\langle 1 \rangle W=1 \text{ AND } Z=0$   
THEN 安全〔汽車左側沒有物體〕

△若汽車左轉方向燈模組左側信號  $W=1$ ；  
當時汽車左側有物體感測器信號  $Z=1$ ；  
帶入系統公式 符合  $\langle 2 \rangle W=1 \text{ AND } Z=1$   
THEN 危險〔汽車左側有物體〕

### 3.4.2 保持安全車距部份之程式判斷

控制模組裡的程式公式，依高速公路交通管制規則[4]第六條規定所求得的。內容如下：汽車行駛於公路上，前後兩車之間的行車安全距離，在正常的天候狀況下，依下列規定（如表 3 所示）：

(1) 小型車：車輛速率之每小時公里數值除以二，單位為公尺。

(2) 大型車：車輛速率之每小時公里數值減二十，單位為公尺。

表3 汽車行駛公路兩車間之行車安全距離表

| 車速（公里／小時） | 最小距離（公尺） |     |
|-----------|----------|-----|
|           | 大型車      | 小型車 |
| 60        | 40       | 30  |
| 70        | 50       | 35  |
| 80        | 60       | 40  |
| 90        | 70       | 45  |
| 100       | 80       | 50  |

為確保後方汽車之最大行車安全間距，故控制模組內的存入程式，就直接設定為大型車所需保持之最小安全間距，其設定公式各函數代表如下： $X$ 代表後方汽車時駛速率（km/hr），僅取數值部份，單位部份不列入公式中，如：80km/hr，僅取 80 之數值， $X=80$ ； $Y$ 代表應保持行車安全車距最小距離（m），僅取數值部份，單位部份不列入公式中，如：80 公尺，僅取 80 之數值， $Y=80$ ； $Z$ 代表當時保持之行車車距（m），僅取數值之部份，單位部份不列入公式中，如：80 公尺，僅取 80 之數值， $Z=80$ 。因此，我們可將表示之公式如下：

※公式判斷：

◎ $X$ ＝後方汽車時駛之速率；

$Y$ ＝應保持行車安全車距之最小距離；

$Z$ ＝行車應保持之安全間距。

☆先算出應保持安全車距最小距離  $Y=X-20$ ；判斷流程圖是否有無保持安全間距，如圖 14 所示。

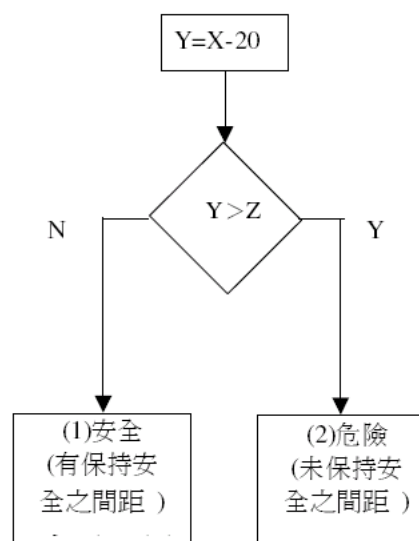


圖 14 公式判斷流程圖

△假設後方汽車時駛速率  $X=80$ （km/hr）；當時行車車距  $Z=60$ （m）；帶入系統公式先求應保持行車安全車距最小距離  $Y$

$$Y = X - 20 = 80 - 20 = 60$$

符合 (1)  $Y \leq Z$  THEN 安全〔有保持安全間距〕

△假設後方汽車時駛速率  $X = 90$  (km/hr)；當時行車車距  $Z = 60$  (m)；帶入系統公式

先求應保持行車安全車距最小距離  $Y$

$$Y = X - 20 = 90 - 20 = 70$$

符合 (2)  $Y > Z$  THEN 危險〔未保持安全間距〕

### 3.5 系統的量測定義與說明

保持後車行車安全間距並消除視覺死角系統的量測定義與說明[7]如下：

(1) 標準量測方式：

<1> 距離量測：標準量測方式為將測距感測器，裝置於汽車後端，兩者互相平行獨立裝置於同一端，如圖 15 所示。

<2> 速度量測：標準量測方式為將測速器，裝置汽車後端，如圖 15 所示。

(2) 量測距離及速度：

<1> 距離量測：標準的量測距離，從感測器發射開始到碰到物體（後車前端）後，由感測器接收傳回來，這段時間除 2 即是實際的距離。如圖 15 所示。

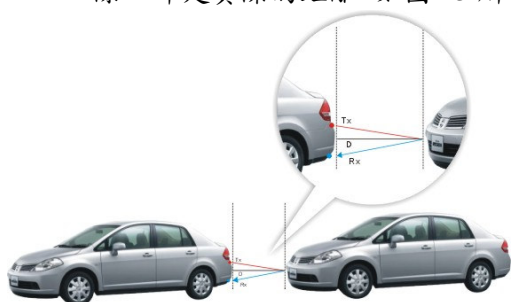


圖 15 系統的量測距離定義

<2> 速度量測：標準的量測速度，從測速器發射開始到碰到物體（後車前端）後，由測速器接收傳回來，把測得的距離差，除以發射時間的間隔就能獲得目標的速度。如圖 16 所示。

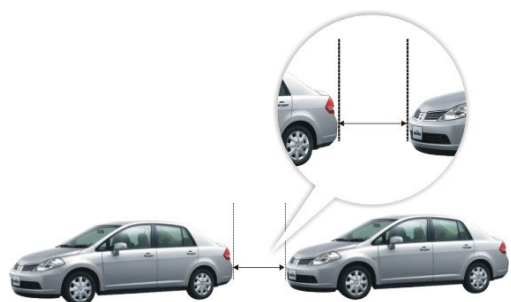


圖 16 系統的量測速度定義

### 4. 未來發展與結論

現今科技非常發達，在未來可以將現今汽車內所配備的一些儀器，一併加入本系統之中，如：數位電子安全距離測距器[9]、駕駛人視線死角消除系統[10]、測速雷達、倒車雷達、全球衛星導航系統等，組成一車用的小型電腦平台。構想圖如圖 17 所示，行車時不但可以與前車保持安全間距，而且也可以消除汽車駕駛人轉彎或變換車道視線的死角，並可以保持行車路段之規定速度，又可以於倒車時注意後車的安全間距，還有即時道路顯示，將所有的功能聚集於一身，讓汽車行駛更有保障。為了能夠有效的減少或避免其汽車行車的安全之交通事故發生，保持行車時道路之流暢，並且維護汽車駕駛人的行車安全，是本系統所要達到之目的，深信本產品的研發能確保每一位行車駕駛人，能夠有一個非常良好且安全的道路行駛，保證行車的安全。

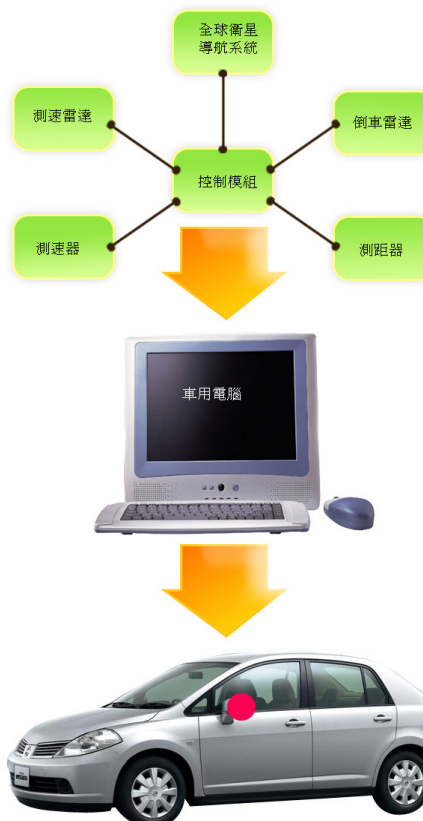


圖 17 系統未來的發展圖

### 參考文獻

- [1] 中翰國際科技有限公司，[http://www.zhinc.com.tw/products/range\\_finder.htm](http://www.zhinc.com.tw/products/range_finder.htm)。
- [2] 交通部臺灣區國道高速公路局網站，[http://www.freeway.gov.tw/02\\_01\\_02.asp](http://www.freeway.gov.tw/02_01_02.asp)。
- [3] 柳永青，程銘鎮國道高速公路交通事故發

- 生原因之分析探討，中華民國品質學會第38屆年會暨第8屆全國品質管理研討會。
- [4] 高速公路交通管制規則，<http://law.moj.gov.tw/Scripts/Query4A.asp?FullDoc=all&Fcode=K0040019>。
- [5] 郭耀聰，"側撞警示系統之設計與研發"，2003。
- [6] 陳丁再，機電感測器應用手冊，84年，初版一刷，全華科技圖書股份有限公司。
- [7] 廣華電子商城，[http://shop.cpu.com.tw/index.php/cPath/20\\_573](http://shop.cpu.com.tw/index.php/cPath/20_573)。
- [8] 鄭振東，超音波工程，1999年6月初版一刷，臺北市，全華科技圖書股份有限公司。
- [9] 蔡宗甫、鄭平守、鄭宇涵、陳慧雯、黃榆粧，『數位電子安全距離測距器發展確保行車間距』，2006 電子商務與數位生活研討會，台北大學，2006 年 2 月 13-14 日。
- [10] 蔡宗甫、鄭平守、趙宜婷、鄭宇涵、劉智偉，『駕駛人視線死角消除系統之研發』，第一屆智慧生活科技研討會，勤益技術學院，2006年6月9日。
- [11] 賴茂富，工業電子實驗，78年，第二版，中儀科技圖書出版社。
- [12] 賴耿陽，超音波工程學，2005年4月初版，臺南市，復文書局。
- [13] Bowles, T. S., "Motorway overtaking with four types of exterior rear view mirror " , IEEE Conference Record no. 69C58-MMS , 1969.
- [14] Flannagan, M. J., "Current Status and Future Prospects for Nonplanar RearviewMirrors", SAE Paper No. 2000-01-0324.
- [15] <http://www.cn.nctu.edu.tw/announce/soundwave.htm>。
- [16] KEYENCE 台灣網站，<http://www.keyence.com.tw>。
- [17] Recarte, M.A. and Nunes, L.M., "Effects of verbal and spatial-imagery tasks on eye fixations while driving", Journal of Experimental Psychology, pp31-43, 2000.