

## CCD 攝影機安裝方式對轎車駕駛者掌握車後安全距離之影響

楊旻洲<sup>1</sup> 邱富源<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大葉大學設計研究所

51591 彰化縣大村鄉山腳路 112 號

<sup>2</sup>成功大學工業設計研究所

701 台南市大學路 1 號

### 摘 要

我國地小車多，在都會區停車不易，在道路旁能迅速倒車、停車，甚為重要。然而，由於汽車構造會將駕駛與週遭環境阻隔，僅依靠現有車用後視鏡，駕駛對車後安全距離難以正確掌握，常會預留過大空間，需數度前進後退，才能停妥。

目前各家車廠提出之解決方案以加裝倒車雷達感測裝置與 CCD (charge coupled device) 攝影機為多，各廠牌裝置位置與方式不一，如何才能有效輔助駕駛者掌握車後安全距離，尚缺定論。本研究嘗試探討僅賴 CCD 攝影機對駕駛者掌握車後安全距離之效益與安裝位置的影響。研究採實車測試方式，分別在日間、夜間以模擬柱狀物、模擬牆壁兩種不同障礙物放於車後請受測者進行倒車測試，量測不同 CCD 攝影機安裝位置與拍攝角度下駕駛者所預留車後安全距離。結果顯示，相較於僅賴傳統後視鏡，CCD 攝影機確實能有效協助駕駛者掌握車後安全距離。在三種安裝方式中，CCD 攝影機安裝於行李箱蓋後緣朝後下方拍攝，有適當地面影像供參考時，較能有效輔助駕駛者掌握轎車與後方障礙物之間的距離，尤其對無電子輔助裝置下預留過大空間距離之駕駛者，發揮了更大的效益。至於後視影像顯示方式，以駕駛車顯現於螢幕上方，倒車時車後影像由下往上接近，較為多數受測者接受。

**關鍵詞：**汽車，後視，安全距離，人因，CCD 攝影機

## The Influence of CCD Position on Drivers' Perceptions of the Gap between a Passenger Car and Posterior Obstacles

MIN-JHO YOUNG<sup>1</sup> and FU-YUAN CHIU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate Program of Design, DaYeh University

No. 112, Shanjiao Rd., Dacun, Changhua, Taiwan 51591, R.O.C.

<sup>2</sup> Department of Industrial Design, National Cheng Kung University

No. 1, University Rd., Tainan, Taiwan, 701

### ABSTRACT

Many drivers may think it difficult to curb park a car quickly because of structurally induced blind spots around the vehicle, especially immediately behind. Although a CCD (charge coupled



device) camera has been used to help drivers see the rear view and radar has been used to warn of the proximity of posterior obstacles, it would be even more beneficial if the drivers could directly see the gap between the car and the obstacles.

This research employed a field test to evaluate how CCD positions influence drivers' perceptions of the gap between the car and posterior obstacles. The experiments were implemented in both the daytime and at night with three different locations of the CCD camera as well as two different kinds of obstacles. For each testing condition, the subjects were requested to drive the car backward until they thought it to be an appropriately safe distance away from the obstacle. Then the gap between the car and each obstacle was measured and analyzed. The results indicated that a CCD camera installed in the rear upper end of the trunk lid best assists the driver in maintaining the shortest safe distance from the obstacles. A significant difference between male and female subjects was observed for the shortest safe distance without using a CCD camera; however, when the camera was used, the difference became insignificant. With regard to the image on the screen, most subjects preferred a scene in which the tested car appears static on the upper portion of the screen and the obstacle being approached is viewed on the lower portion.

**Key Words:** car, rear view, safe distance, ergonomics, CCD camera

## 一、緒論

經濟日益發達所造成的高汽車擁有率，使得在高密度車流量的大都會區，停車不易，即使有車位，許多人仍然沒有把握可將車迅速停好，尤其是路邊停車，不僅影響交通，亦可能擦撞週遭之車輛，主要原因乃在於駕駛者無法掌握車身與週遭障礙物之距離所致。因此如何有效輔助倒車後視，值得研究解決。

有關後視掌握的研究多以傳統後視鏡為主 [4-8, 12]，該類文獻請不同年齡受測者以實車探討不同曲率半徑或不同形式後視鏡對駕駛者掌握車側後方轎車距離的影響，有關探討以後視鏡掌握對車直後方近距離障礙物的研究難得一見。Rawal 與 Rodgers [17] 為建立隨機路邊停車行為的數學模式，曾量測倫敦道路旁所停車輛的間距，所量 500 個間距的平均值為 154.2 公分，標準差 70.9 公分。此一現象顯示倫敦道路有足夠空間讓駕駛者輕易停車，也許先進國家大都因為環境空間大，有關探討近距離障礙物偵測的需求性較低。

有關實車輔助後視方法，目前市售車款或採倒車雷達發出警訊聲，或採 CCD (charge coupled device) 攝影機呈現影像，或兩者並用再輔以數字顯示與障礙物距離方式呈現。有關距離掌握方面，多數研究係由工程眼光進行，探討超音波測距法 (sonar)、雷達測距法 (radar)、雷射測距法 (laser)、影像改變等方法 [1-3, 10, 14, 16, 19, 20]。由於這些設備及技術有的只能求得最近之單一物體的距離，但不知該物體方位；有些則需以依序對各角度掃描的方式，才能測得所有狀

況，因此多數轎車必須同時配有倒車雷達與 CCD 攝影機。有關以 CCD 攝影機掌握轎車後方路況方面，Hicks 等人 [11] 提出將後方以左右三個廣角 CCD 攝影機所擷取之影像結合為一，使影像之間無間隔，完整呈現車後方路況。該項嘗試對汽車後方整體路況掌握確有幫助，惟對距離掌握則未述及，對車後方近距離狀況之掌握亦無幫助。

駕駛者無法掌握車外狀況，主要由於汽車車體結構將駕駛者與車外環境阻隔，駕駛者除無法看到物體外，亦失去距離判斷的參考座標。Gibson 在其 "The Perception of the Visual World" 書中 [9] 即曾論及人類對於判斷物體遠近的若干依循，例如交疊、遠近清晰度不同、透視等，Sinai 等人 [18] 依據 Gibson 的 "Ground Theory" 論述，以有無壕溝阻隔兩種狀況請受測者估計所見物體的距離，結果顯示有壕溝情況下，受測者所估算距離較無壕溝情況大，且高於實際距離，無壕溝所估算距離則接近實際距離，證明地面確實提供受測者對距離判斷的依據。其另一實驗則顯示受測者站在較物體高的地面上，亦會高估與物體的水平距離。Jiang 與 Mark [13] 的研究探討壕溝深度對判斷間隔是否可以跨越的影響，顯示壕溝深度確實影響受測者對壕溝寬度可否跨越的判斷，惟其著重心理因素，與 Sinai 等人的研究有別。

目前市售車款的後視 CCD 攝影機通常裝於後保險桿向後拍攝，雖可看到影像而得以掌握後方是否有障礙物，但因缺乏任何判斷距離的參考，必須加上雷達。由於視覺是掌握狀況與距離最直接的方式，且考慮減低使用倒車雷達的成



本，本研究嘗試藉由實車測試，探討單以 CCD 攝影機裝置於不同位置對倒車時駕駛者掌握駕駛車與車後障礙物距離（以下簡稱為「車後安全距離」）的效益，並參考 Sinai 等人 [18] 之研究結果，探討 CCD 所拍攝畫面有無地面供參考對掌握車後安全距離的影響。探討內容包括：

1. 有無安裝 CCD 攝影機情況下駕駛者所掌握車後安全距離之差異。
2. 不同 CCD 攝影機安裝方式（有無地面做為判斷參考）對駕駛者掌握車後安全距離之影響。
3. 有無安裝 CCD 攝影機情況下，男女駕駛者所掌握車後安全距離之比較。
4. 駕駛者對車內 LCD 液晶螢幕所呈現兩種倒車影像呈現方式之喜好比較。

## 二、研究方法與步驟

依本研究希望以 CCD 攝影機即能掌握車後狀況以及掌握車後安全距離之原始目標，經分析一般轎車可能的安裝方式，嘗試將 CCD 攝影機安裝於車身後部三個位置，進行實車測試，評價安裝位置與方式對距離判斷的影響。測試評價說明如下：

### （一）實驗準備

本研究以 1995 年份克萊斯勒 NEON 兩門三廂式四人座轎車進行，車內採 6.3 吋 LCD (NEC 6.3"- XGA- TFT) 液晶螢幕，置於中控台上方。CCD 攝影機（型號 HITACHI C-0401）選用具備可讓影像作左右水平翻轉之功能，以符合一般使用後視鏡的視覺習慣（若使用一般 CCD 攝影機直接向後所拍攝的影像，因為視覺效果和平常使用後視鏡相反，駕駛人可能會感到不習慣）。攝影機模擬實務上可能裝設的方式，分別安裝於如圖 1 所示三個位置，為避免破壞實驗車車體，僅安裝於車身表面：

1. 位置 A：安裝於後保險桿，向後方水平拍攝，此安裝方



A：安裝於後保險桿



B：安裝於牌照上方



C：安裝於行李箱蓋後緣

圖 1. CCD 攝影機三個安裝位置

式可做成鑽孔鑲入 CCD 攝影機，由於只露出鏡頭，就車身外觀設計觀之，對造型影響最小，目前多數車廠採此種安裝方式。

2. 位置 B：安裝於牌照上方牌照燈位置，向下約 45 度角拍攝，可拍攝到部份地面。由於線路可由牌照燈孔安裝，不需破壞車體，部份外接式 CCD 攝影機採此種方式安裝。本實驗車由於車形特殊，牌照位於後保險桿上，因此 CCD 攝影機參照多數轎車牌照位置安裝。
3. 位置 C：安裝位置於行李箱蓋後緣，向下約 30 度角拍攝，可拍攝到部份地面，目前廠商較少採以此種安裝方式。

上述之 CCD 攝影機與 LCD 螢幕如採不同機型，對駕駛者判讀影像與距離可能造成影響，可視為另一變數。惟由於本研究著重於探討 CCD 攝影機位置對距離判斷的影響，因此實驗時，全體受測者均以上述機型在相同設置與調整條件下進行，類似於僅採用單一車型進行實驗，此一狀況視為本研究之限制條件。

實驗所採用車後模擬障礙物，包括牆面以及柱狀物，為避免駕駛不慎損及測試車，以保利龍及塑膠管製作。模擬牆面障礙物，寬 200 公分、高 160 公分；模擬柱狀障礙物，直徑 25 公分、高 175 公分，兩者均為白色，如圖 2 所示。

### （二）實驗受測者

本研究實驗受測者為大葉大學學生男女生各十五位，擁有汽車駕照者。視力正常，身高體重不拘。



(a) 模擬牆面障礙物



(b) 模擬柱狀障礙物

圖 2. 車後模擬障礙物



### (三) 實驗場地

選擇於平坦空曠無障礙物之柏油地面實施，避免受測者以近車身環境物品做為判斷的參考。

### (四) 實驗程序

#### 1. 受測者對車後安全距離的掌握

為求實驗條件一致，日間於上午十時至下午四時且室外天氣晴朗時段進行，夜間則於無路燈或人造光源環境進行。實驗時，請受測者坐入車內後，將座椅、方向盤以及後視鏡調整至個人駕駛習慣位置後，駕駛測試車至障礙物前方約 3 公尺處，打 R 檔進行倒車，當感覺與後方障礙物需保持之最小安全距離時停車，量測後保險桿與後方障礙物之水平距離，依上述程序繼續完成其他障礙物與 CCD 安裝位置實驗。相同測試方式再於後方為牆面障礙物的情況實施，實驗分別於日間及夜間進行。

#### 2. 受測者對倒車畫面顯示方式之評價

在車後安全距離掌握之實驗後，將 CCD 攝影機系統安裝於所取得之較佳安裝位置，以室內停車場為背景，另一部轎車（車型：1994 FORD TELSTAR 2.0）為障礙物。螢幕顯示方式分成兩種：(1) 以駕駛車顯現於螢幕上方，倒車時車後影像由下往上接近；(2) 以駕駛車顯現於螢幕下方，倒車時車後影像由上往下接近，如圖 3 所示。請受測者進行倒車，就兩種畫面呈現方式做評選。

#### 3. 受測者對車後輔助照明方式之評價

在夜間使用 CCD 攝影機時，僅依靠後車燈，畫面過暗，距離判斷較困難，經考慮整體體積與耗電率，採用 (1) 超白光 LED；(2) 紅外線 LED 兩種輔助照明進行實驗，螢幕所顯示影像如圖 4。測試方式與前述第 2 項類似，請受測者倒車，並就兩種照明狀況評選。



圖 3. 倒車畫面顯示方式



圖 4. 夜間無安裝任何輔助照明與安裝輔助照明之畫面



## 四、結果分析

### (一) 受測者對車後安全距離的掌握

本研究主要在探討 CCD 攝影機是否能有效協助駕駛者掌握轎車與後方障礙物之「車後安全距離」，且探討拍攝方式對距離掌握的影響。為了避免受測者因不熟悉實驗車之操作影響實驗數據，每位受測者前兩次之測試數據不列入統計，不同模式皆進行兩次測試，求其平均值做分析。圖 5 所顯示畫面為 CCD 攝影機所拍攝後方影像。由圖可看出，CCD 攝影機放置於位置 A，所拍影像雖可看到障礙物，但倒車過程中，除了障礙物影像會變大之外，較難提供受測者對距離掌握的參考資訊。放置於位置 B 與位置 C 時，則可透過所拍到地面顯示出車身與車後障礙物的相對位置，使受測者較能掌握車後安全距離，兩者雖都可顯示地面，但由於位置 C 較位置 B 高，透過地面判斷間距的參考性較明顯。

圖 6 所示散佈圖中之各數據點表示日間測試結果同一受測者在無安裝 CCD 攝影機與 CCD 攝影機安裝於不同位置所判斷之車後安全距離配對呈現，對角直線表示兩者完全

相同的情況，若數據點落於該直線下方，則表示有 CCD 攝影機輔助之車後安全距離比未安裝情況下小，落於上方，則反之。由圖顯示，多數受測者在使用安裝於位置 A 之 CCD 攝影機後，所預留之車後安全距離較未安裝的情況下小，若 CCD 攝影機安裝於位置 B 或位置 C，改善情況更佳。夜間測試結果類似，不另呈現。

表 1 顯示各種測試情況下車後安全距離利用 SPSS 統計軟體分析的結果，圖 7 顯示分佈情形。由統計結果可看出，車後安全距離平均值依無安裝、位置 A、位置 B、位置 C 遞減，標準差亦同。各種測試條件下，以安裝方式為因子，進行單因子分析結果，差異顯著 ( $P=0.000, < 0.05$ )。CCD 攝影機安裝於位置 C 時，各種測試狀況之平均車後安全距離約可在 20 公分左右，應可滿足駕駛者實際操作需求。

比較 CCD 攝影機安裝於位置 A、位置 B、與位置 C 之結果，可看出安裝於位置 C 之平均車後安全距離最短，安裝於位置 A 之平均車後安全距離最長，以圖 5 所示影像為例觀之，CCD 攝影機安裝於位置 A 之螢幕畫面僅顯示牆面



(a) 模擬牆面障礙物 (位置 A)



(b) 模擬柱狀障礙物 (位置 A)



(c) 模擬牆面障礙物 (位置 B)



(d) 模擬柱狀障礙物 (位置 B)



(e) 模擬牆面障礙物 (位置 C)



(f) 模擬柱狀障礙物 (位置 C)

圖 5. CCD 攝影機安裝於不同位置日間實驗時螢幕所顯示之畫面



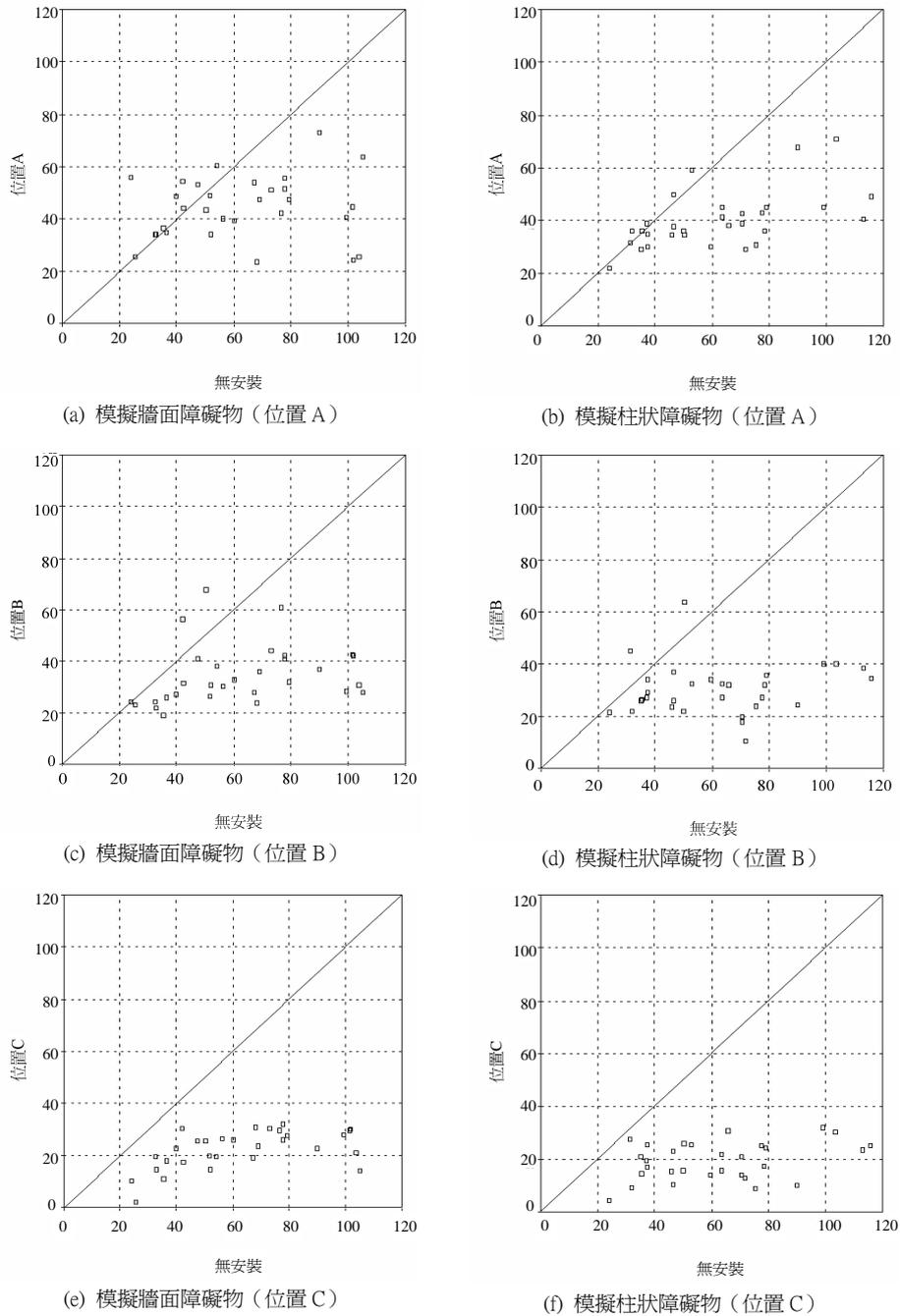


圖 6. 無安裝 CCD 攝影機與 CCD 攝影機安裝於不同位置之車後安全距離比較

或柱體隨車體後移逐漸變大，駕駛者難以藉此掌握車體與後方障礙物之距離；而 CCD 攝影機安裝於位置 C 之螢幕畫面則可呈現地面做為距離判斷之參考，因此駕駛者較容易掌握車後安全距離，類似於 Sinai 等人 [18] 所做無地面做為距離判斷參考之實驗，本研究亦顯示有地面參考對距離判斷之助益。

## (二) 液晶螢幕畫面顯示模式分析

受測者對畫面顯示模式評價結果，30 位受測者中 20 位選擇『駕駛車顯現於螢幕上方，倒車時車後影像由下往上接近』模式，10 位選擇『駕駛車顯現於螢幕下方，倒車時車後影像由上往下接近』模式，卡方檢定結果，差異幾近顯著 ( $P=0.068$ )，顯示受測車位於畫面上方保持不動，後方車輛由下方接近較合乎多數受測者對倒車的認知模式。



表 1. 無安裝 CCD 攝影機與 CCD 攝影機安裝於不同位置之車後安全距離統計值 (單位: cm)

時間	障礙物	CCD位置	最小值	最大值	平均數	標準差
日間	牆	無安裝	24	105	62.5	24.9
		位置A	24	73	44.4	12.0
		位置B	19	68	34.6	11.5
		位置C	2	32	22.2	7.3
	柱	無安裝	24	116	62.0	25.1
		位置A	22	71	40.1	10.9
		位置B	11	64	30.2	9.8
		位置C	5	32	19.5	7.2
夜間	牆	無安裝	26	111	67.2	25.0
		位置A	21	100	53.0	20.3
		位置B	16	55	32.7	10.0
		位置C	7	38	22.1	6.9
	柱	無安裝	26	116	61.3	23.6
		位置A	19	102	48.4	15.9
		位置B	11	67	35.8	12.1
		位置C	10	36	22.5	7.3

(三) 受測者對車後輔助照明方式之評價

受測者對車後輔助照明方式之評價結果，30 位受測者中，9 位選擇超白光 LED，21 位選擇紅外線 LED，卡方檢

定結果，差異顯著 (P=0.028)。檢視兩種照明光源所顯示畫面 (圖 4)，推測可能由於使用紅外線 LED 照明較均勻，優於超白光 LED 光源集中之特性，因此獲得較多受測者之喜愛。

(四) 不同性別受測者所掌握車後安全距離之比較

男女生受測者在未安裝 CCD 攝影機情況下所掌握車後安全距離之比較如表 2。實驗數據顯示女性駕駛所預留之車後安全距離較男性駕駛長，各種測試條件下，兩者之平均值差異顯著 (P < 0.05)。表 3 為男女生受測者在安裝 CCD 攝影機於位置 C 情況下，對車後安全距離掌握之比較。實驗數據顯示男性駕駛與女性駕駛所預留之車後安全距離都普遍縮短，女性受測者之平均值雖大於男性，惟除了夜間後方為柱狀物情況下，女性駕駛者所預留之車後安全距離平均值高於男性駕駛者有顯著差異外，其餘情況車後安全距離平均值未達顯著差異。

表 4 所示為男女生受測者在安裝 CCD 攝影機於位置 C 與未安裝 CCD 攝影機時之車後安全距離折減率。實驗數據

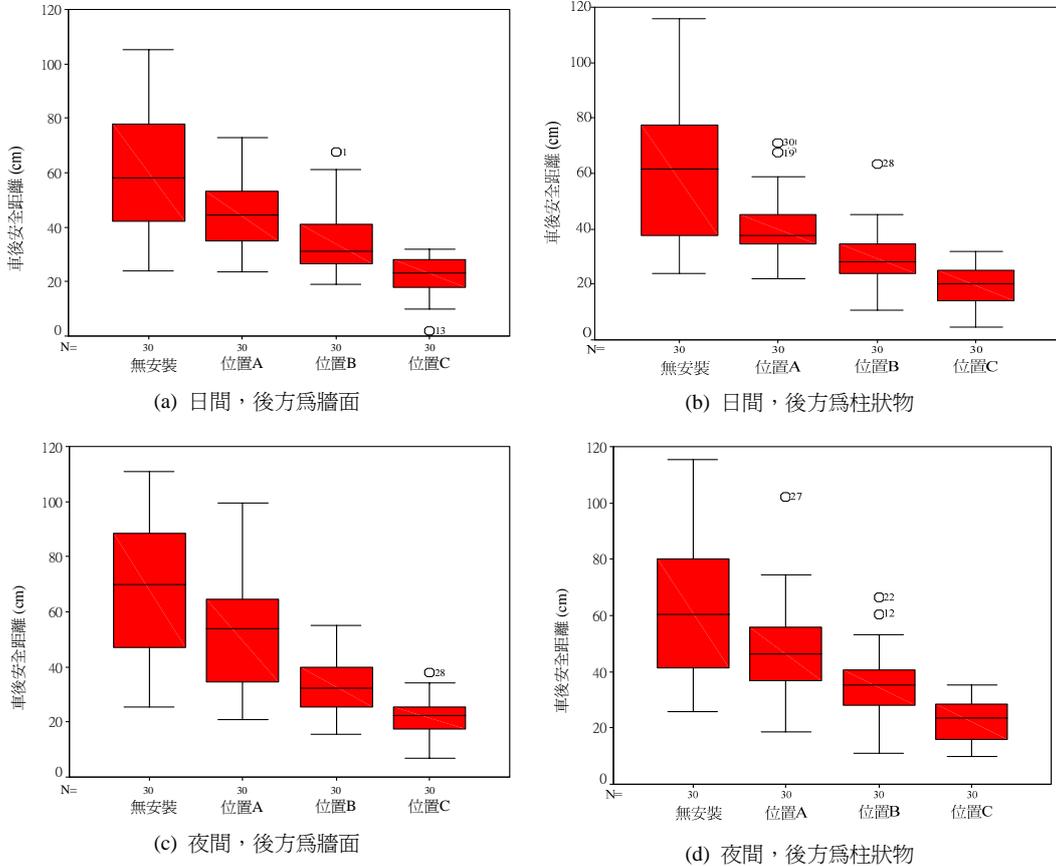


圖 7. 無安裝 CCD 攝影機與 CCD 攝影機安裝於不同位置之車後安全距離



表 2. 不同性別受測者未安裝 CCD 攝影機之車後安全距離比較

時間	障礙物	性別	平均數	標準差	差異顯著性 (雙尾)
日間	柱	男	46.40	16.77	0.00
		女	77.60	22.42	
夜間	柱	男	46.97	17.97	0.00
		女	75.60	19.81	
日間	牆	男	51.90	19.41	0.017
		女	73.07	25.82	
日間	牆	男	54.70	22.58	0.004
		女	79.67	21.37	

表 3. 不同性別受測者安裝 CCD 攝影機於位置 C 之車後安全距離比較

時間	障礙物	性別	平均數	標準差	差異顯著性 (雙尾)
日間	柱	男	17.00	6.45	0.061
		女	21.90	7.24	
夜間	柱	男	18.50	6.11	0.002
		女	26.40	6.19	
日間	牆	男	21.00	8.00	0.365
		女	23.47	6.59	
日間	牆	男	20.27	6.88	0.146
		女	23.97	6.68	

表 4. 不同性別受測者安裝 CCD 攝影機於 C 位置之車後安全距離折減比率平均值

時間	障礙物	性別	折減比率平均值
日間	柱	男	60%
		女	70%
夜間	柱	男	57%
		女	63%
日間	牆	男	59%
		女	65%
日間	牆	男	58%
		女	68%

顯示車後安全距離折減比率平均皆達到 57% 以上，女生受測者之平均折減比率大於男生平均折減比率，顯示安裝 CCD 攝影機之效益。

(五) 各安裝位置實驗順序變更測試

由於前述實驗係依無安裝與安裝於 A、B、C 三位置之順序進行，有可能因熟練程度影響對車後安全距離之掌握，因此，另請五位未參與先前實驗之受測者，依照相反實驗順序，即先測試 CCD 攝影機安裝於位置 C，依序再測試位置 B、位置 A，結果如圖 8 與表 5 所示，雖然人數不多，但由

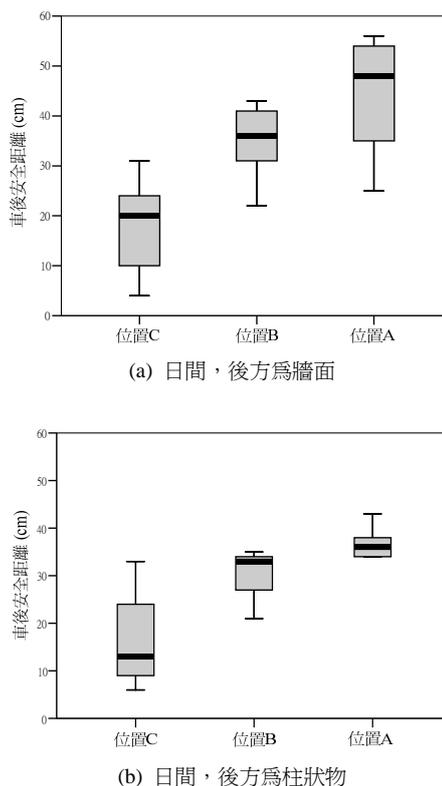


圖 8. 依 CCD 攝影機安裝位置 C、B、A 順序進行測試之車後安全距離比較

表 5. 依 CCD 攝影機安裝位置 C、B、A 順序進行測試之車後安全距離平均值 (單位: cm)

CCD 位置	障礙物	個數	最大值	最小值	平均數
C	柱	5	33	6	17.0
	牆	5	31	4	17.8
B	柱	5	35	21	30.0
	牆	5	43	22	34.6
A	柱	5	43	34	37.0
	牆	5	56	25	43.6

結果可看出，平均車後安全距離仍以 CCD 攝影機安裝於位置 C 時最短，對於初次使用該系統受測者即有立即的幫助。

五、對設計應用的建議

本研究經前述測試證實，CCD 攝影機加上紅外線 LED 輔助照明，安裝於行李箱蓋上方可有效協助駕駛者掌握車後安全距離，為使之可安裝於車體上，符合功能且兼具造形美感，必須將之適當設計，使成為可商品化之產品。經分析整理台灣地區暢銷之車款後行李箱造形可發現，每家車廠所生產轎車後行李箱蓋上方多數為平坦造形，顯示將 CCD 組件安裝於該處的可行性。即或為避免影響造型，可將 CCD 裝



設於牌照燈位置，依實驗結果，亦較安裝於後保險桿有較佳之效益。如為新車型，可於設計時即直接設計導入，既有車型則可另開發成外裝零件。

圖 9 及表 6 所示為整個系統架構主要組件及用途，圖 10 表達外加設計之安裝方式，包含適當機構使 CCD 攝影機可由使用者自行調整左右旋轉角度。經詢價，整組預估售價（含 CCD 攝影機與液晶螢幕）可控制在七千元以下。

## 六、結論與建議

本研究以實車評價探討 CCD 攝影機安裝方式與液晶螢幕之倒車影像顯示方式對駕駛者掌握車後安全距離的影響，結論如下：

1. 轎車後方如裝有 CCD 攝影機，確實能協助駕駛者掌握車後安全距離，尤其對無電子輔助裝置下預留過大空間距離之駕駛者，發揮了更大的效益。



圖 9. 系統功能組件

表 6. 系統功能組件用途說明

組件	用途
CCD 攝影機	拍攝後方影像
無線遙控轉向馬達	可控制 CCD 攝影機拍攝角度，擷取後方左右側之影像
訊號控制盒	具備 TV In 與 TV Out 介面，轉換 CCD 影像至螢幕
液晶螢幕	顯示拍攝畫面

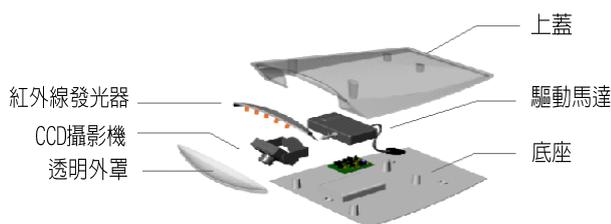


圖 10. 外加 CCD 攝影機爆炸圖與安裝示意圖

2. CCD 攝影機『安裝於後保險桿向後水平拍攝』、『安裝於牌照板上緣向後下方拍攝』、以及『安裝於後行李箱蓋後緣向後下方拍攝』三種模式中，以安裝於後行李箱蓋後緣向後下方最能有效協助駕駛者掌握轎車與後方障礙物之間的距離，顯示有地面做為參考的效益。
3. 採用傳統後視鏡或採用 CCD 攝影機後視輔助系統，女性受測者預留之車後安全距離平均值都較男性受測者為長。採用傳統後視鏡，男女受測者之平均車後安全距離差異顯著。CCD 攝影機安裝於後行李箱蓋後緣向後下方拍攝情況下，女性受測者之車後安全距離平均值可在 30 公分以內，相較於僅賴傳統後視鏡，折減約 60-70%。顯示此一安裝方式對女性駕駛者之幫助。
4. 就倒車影像顯示方式，『駕駛車顯現於螢幕上方，倒車時車後影像由下往上接近』與『駕駛車顯現於螢幕下方，倒車時車後影像由上往下接近』兩種模式中，以前者較為多數受測者所接受。
5. 本研究之實驗在無 CCD 攝影機輔助之倒車過程，係採觀看後視鏡方式進行，此與歐美國家要求駕駛者必須回頭直接以眼睛觀看方式有別，只能視為國人習慣以後視鏡倒車者之特例比較。
6. 相較於採用 CCD 攝影機需觀察、思考、判斷之時間，倒車雷達可發出急促聲音直接警示，惟駕駛者仍可能預留過大安全距離而必須多次進退，如採本研究所提 CCD 攝影機安裝方式與倒車雷達併用，將更能發揮效益。就駕駛者而言，如有人在後方指揮，則為最安全之方法。

## 參考文獻

1. Aguilar, J. J., F. Torres and M. A. Lope (1996) Stereo vision for 3D measurement: accuracy analysis, calibration and industrial application. *Measurement*, 18(4), 193-200.
2. Burie, J. C., J. L. Bruyelle and J. G. Postaire (1995) Detecting and localizing obstacles in front of a moving vehicle using linear stereo vision. *Mathematical and Computer Modeling*, 22(4-7), 235-246.
3. Chavand, F., E. Colle, Y. Chekhar and E. C. Ni (1997) 3-D Measurements using a video camera and a range finder. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 46(6), 1229-1235.
4. Flannagan, M. J., M. Sivak and E. C. Traube (1996) Driver perceptual adaptation to non-planar rearview mirrors. SAE



- Technical Paper Series 960791, Automotive Design Advancements in Human Factors: Improving Drivers' Comfort and Performance, SP-1155.
5. Flannagan, M. J., M. Sivak, S. Kojima and E. C. Traube (1998) A field study of distance perception with large-radius convex rearview mirrors. SAE Technical Paper Series 980916, Human Factor in Driving, Vehicle Seating, and Rear Vision, SP-1358.
  6. Flannagan, C. A. C. and M. J. Flannagan (1998) Acceptance of non-planar rearview mirrors by U.S. drivers. SAE Technical Paper Series 980919, Human Factor in Driving, Vehicle Seating, and Rear Vision, SP-1358.
  7. Flannagan, M. J., M. Sivak and E. C. Traube (1999) Quantifying the direct field of view when using driver-side rearview mirrors. SAE Technical Paper Series 1999-01-656.
  8. Flannagan, M. J., M. Sivak and J. K. Simpson (2001) The role of binocular information for distance perception in rear-vision systems. SAE Technical Paper Series 2001-01-0322, Lighting Technology Developments for Automobiles, SP-1595.
  9. Gibson, J. J. (1950) *The Perception of the Visual World*, Houghton Mifflin, Boston.
  10. Handmann, U., T. Kalinke, C. Tzomakas, M. Werner and W. V. Seelen (2000) An image processing system for driver assistance. *Image and Vision Computing*, 18, 367-376.
  11. Hicks, R., K. Schofield, P. Tarnow and M. Veiseh (1999) Panoramic electronic rear vision for automotive applications. SAE Technical Paper Series, 1999-01-0655.
  12. Huey, R. and M. Perel (1999) Improving object detectability in rear cross-view mirrors, SAE Technical Paper Series 1999-01-0654.
  13. Jiang, Y. and L. S. Mark (1994) The effect of gap depth on the perception of whether a gap is crossable. *Perception & Psychophysics*, 56(6), 691-700.
  14. Kunert, M. (1999) Radar-based near distance sensing device for automotive application. SAE Technical Paper Series, 1999-01-1239.
  15. Kuno, T. and H. Sugiura (1999) Detection of road condition with CCD cameras mounted on a vehicle. *System and Computers in Japan*, 30(14), 2301-2310.
  16. Ludge, W. and A. Ludge (1993) High resolution distance measurement of laser-induced diffraction signals by digital signal processing. IEEE International Conference on Instrumentation and Measurement Technology, Irvine, California.
  17. Rawal, S. and G. J. Rodgers (2005) Modeling the gap size distribution of parked cars. *Physica A*, 346, 621-630.
  18. Sinai, M. J., T. L. Ooi and Z. J. He (1998) Terrain influences the accurate judgment of distance. *Letter to Nature*, 395, 497-500.
  19. Takahashi, A., Y. Ninomiya, M. Ohta, M. Nishida and M. Takayama (2002) Rear view lane detection by wide angle camera. Intelligent Vehicle Symposium, IEEE, Versailles, France.
  20. Umeda, K. and T. Arai (1994) Industrial vision system by fusing range image and intensity. IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, Las Vegas, Nevada.

收件：95.05.16 修正：95.09.05 接受：95.10.26

