

中高齡人口之標誌偵測距離退化影響研究

計畫編號：NSC89-2614-E-028-001

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人：林房儻

執行機構：國立台灣體育學院運動管理學系

一、中文摘要

由於國民所得提高、醫藥發達，國人平均壽命也隨之增高，因此用路人中隨處可見中高齡駕駛人口。由於人類視覺能力、認知能力、注意力等會隨著年齡之增加而減弱，為了解中老年人對交通標誌的偵測能力退化情形，本研究利用電腦視覺模擬技術針對各年齡層受試者進行道路交通標誌的偵測能力研究。研究內容包含標誌的呈現類型、字數、周圍環境光線等，以實驗各因子對中高齡人口偵測距離之影響程度。並依據研究結果提出交通標誌設計建議方案，以提高中老年人的標誌偵測度，進而使中高齡駕駛人在最短的時間內做正確之反應，以增進道路行車之安全。

關鍵詞：視力，偵測距離，反應時間

Abstract

Due to the increase of the gross domestic product (GDP) and the high development of the medical science, the average domestic life expediency had been increasing. By observing among the elder and middle-age drivers on the road, we found that the man's visual capability, cognition and attention had been declined due to the increasing of ages. The study has been adopted the computer visual simulative technology to evaluate the effectiveness of text and icon traffic signs, letter numbers and lighting condition for the middle-age and elder observers by examining their visibility distance toward the traffic signals whether decreasing due to ages. Therefore, the study proposes a project for the improvement of the design toward traffic signals for the elder drivers to make sure they can respond correctly in the shortest time to improve their safety on the road.

Keyword : Acuity, Visibility distance, Response time.

二、計畫緣由與目的

駕駛人根據道路交通的外在情境接收刺激，並加以研判採取必要的行動。所以合理的道路交通標誌設計，可以幫助駕駛人做正確的情境反應。駕駛狀態中有90%以上之訊息接收是來自視覺。國外對於交通標誌之研究結果發現，單純利用視力來衡量駕駛績效並不完全適當[1]。所以本研究擬同時考慮視力與空間頻率等來了解其對標誌偵測與識別的影響。

由過去的研究結果發現，用路人對警告性標誌較一般性標誌之反應時間快[2]，可見標誌的設計的確會影響識別度。另外，空間頻率與交通標誌的設計，如圖案、文字、尺寸、形狀、色彩等因素密切相關。對道路交通標誌圖形與文字標誌之偵測距離而言，抽象符號優於具象符號及文字符號[3]。而且，就照度而言，日間駕駛人對標誌之偵測距離較夜間為長，在低照度下目標物辨認時間和車禍事故發生率有強烈的關係，且對於所需的反應時間，會隨著照明狀態的增加而遞減[4]。

上述的研究主要係針對一般駕駛者測試所得結果，但在交通事故統計分析時發現高齡者發生事故時，會引起更嚴重之傷害與併發症[5]，由於國內未曾針對中高齡駕駛者作相關之研究，因此本研究認為有必要針對國人中高齡人口進行研究。

2.1 研究目的

本研究主要係針對中老年人進行實驗，並提出交通標誌設計改善方案，

以提高中老人對交通標誌的識別度，進而使中高年齡駕駛人在最短的時間內做正確之反應，以增進道路行車之安全。

2.2 研究方法

研究方法係透過電腦視覺模擬方式，配合不同的標誌設計與環境狀況進行實驗。測試駕駛人對各種不同設計的交通標誌之偵測距離、反應時間，以及各項相關因素對交通標誌偵測距離、反應時間所產生之影響。如性別、年齡、標誌類型、照度、速度等變項對標誌偵測距離、反應時間的影響。再經由實驗結果，分析中高齡人口相對於其他年齡層的駕駛人，對交通標誌訊息反應行為之異同。

2.3 實驗方法

本研究先利用問卷調查及專家意見法，將交通標誌內容訊息呈現類型分為具象、抽象及文字三類。並挑選票選前三名的具象符號(當心行人、當心兒童、當心台車)及抽象符號(分道、狹路、雙向道)以進行實驗。文字符號是針對所選出的三種具象及抽象符號以中文字方式來呈現其傳達的訊息。電腦模擬方式的原理是利用相對位置改變及車輛速度之相對運動，形成動態的影像，在模擬時將實際駕駛情境中駕駛者向標誌接近的情況，轉為標誌向駕駛者接近，亦即駕駛者在實驗時是固定不動而將標誌向駕駛者移動，只要相對運動中其相對位置之改變與實際狀況相同，即可模擬與實際狀況相似之標誌影像。

2.4 實驗因子與實驗程序

標誌訊息內容包含:3種顯示類型(圖形、楷書、粗圓體) 6種警告標誌(當心兒童、當心行人、當心台車、分道、狹路、雙向道) 2種亮度(10.5cd/m²、65cd/m²)與3種車速(40Km/h、70 Km/h、100 Km/h)。依變項則為偵測距離與反應時間。並依下述步驟進行實驗:

步驟一:徵求 48 位受試者，每位受試者都必須擁有駕照一年以上，且依年齡層分為三組：年輕人(18-39)歲、中年人(40-55)歲、老年人(55-75)歲。每組各 8 男 8 女。

步驟二:填寫受試者基本資料並量測受試者矯正後視力。

步驟三:實驗開始前主試者向受試者說明實驗內容。每位受試者須背部緊靠椅背端坐與電腦螢幕中央距離 60cm 處，兩眼注視螢幕顯示畫面。當受試者按下滑鼠時實驗開始進行，受試者確定看到且清楚標誌所代表之訊息時，放開滑鼠並告知主試者其訊息為何。若回答正確，主試者記錄此時螢幕所顯示的時間及標誌尺寸大小。若回答錯誤則需按住滑鼠繼續進行實驗，直到受試者回答正確為止。本實驗將標誌訊息顯示類型(文字、圖形)隨機排列出現，且每個標誌、亮度、車輛速度也是隨機配合出現。步驟四:將電腦螢幕所顯示之標誌尺寸大小，經由視角公式轉換為實際情境之偵測距離。

若受試者在螢幕上標誌尺寸為 1.5cm (0.015m)時已看清楚標誌所傳達之訊息，則轉換成實際情境下之偵測距離計算如下:

首先求出受試者個人的視角，利用此視角及本實驗假設的標誌尺寸 90cm,再求出受試者的實際偵測距離。

$$\begin{aligned}\tan \theta &= (L/D), \\ \theta &= \tan^{-1} (0.015/0.6) \\ &= 1.432^\circ\end{aligned}$$

實際偵測距離為:

$$\begin{aligned}\tan(1.432) &= (0.9/ D), \\ D &= 36m\end{aligned}$$

即偵測距離為 36 公尺

三、結果與討論

3.1 偵測距離

除了性別沒有顯著差異外，亮度、速度、年齡、標誌訊息內容呈現類型等因素對偵測距離、反應時間皆有顯著影響。就年齡言，高齡駕駛者偵測距離為

各年齡群組中最短者，平均僅為 42.576 公尺，而年輕駕駛者平均為 66.296 公尺。老年人對各類型標誌的偵測距離：圖形優於楷書；楷書優於粗體。而圖形標誌中具象符號圖形偵測距離大於抽象符號圖形標誌；楷書和粗體文字標誌中分道、狹路、雙向道偵測距離皆大於當心行人、當心兒童、當心台車。就速度言，偵測距離與速率成反比，偵測距離遠近依序為 40km/h > 70km/h > 100km/h。就照度言，高亮度(65cd/m²)偵測距離大於低亮度(10.5cd/m²)。

3.2 因子交互作用對偵測距離之影響

研究發現各因子間的交互作用，尤其是年齡與各因子間的交互作用，對偵測距離的影響大都有顯著差異，分別說明如下。

年齡與照度:各年齡群組之高照度偵測距離大於低照度偵測距離。中、老年群組，高照度時的偵測距離皆小於年輕人在低照度時的偵測距離尚且大於老年人在高照度的偵測距離。

年齡與速度:各年齡群組高速度駕駛之偵測距離小於低速度偵測距離。

年齡與性別:無顯著差異。

年齡與標誌類型:圖形標誌之偵測距離大於楷書標誌；楷書標誌則優於粗體文字標誌，老年族群的圖形標誌偵測距離大於全體年齡族群之粗體文字標誌偵測距離。

照度與標誌類型:在高照度時(圖形、楷書、粗體)之偵測距離大於低照度時。

速度與標誌類型:任何速度下，圖形標誌之偵測距離大於楷書或粗體標誌之偵測距離。

3.3 反應時間

本研究之反應時間，為受試者能看清楚及正確回答標誌所傳達的訊息之花費時間。統計檢定發現除了性別外，年齡、照度、顯示標誌訊息內容類型、任一標誌訊息、車輛行駛速度對反應時間均有顯著影響。

年齡:反應時間隨年齡而遞增，老年人

反應時間最長。年輕人反應時間平均為 2.113s, 中年人反應時間平均為 2.791s, 老年人反應時間平均為 3.959s。

標誌訊息類型:圖形標誌有最短的反應時間。在圖形標誌之反應時間以具象圖形優於抽象圖形。楷書及粗體文字標誌中分道、狹路、雙向道反應時間皆優於當心行人、當心兒童、當心台車。

速度:速度在 100km/h 時反應時間最短。

照度:高照度比低照度反應時間短。

3.4 因子交互作用對反應時間之影響

研究發現各因子間的交互作用，尤其是年齡與各因子間的交互作用，對反應時間的影響大都有顯著差異，分別說明如下。

年齡與照度:各年齡群組在高照度時之反應時間皆小於低照度。年輕與中年群組，在低照度時反應時間皆小於老年人在高照度時之反應時間。

年齡與速度:各年齡群組在車輛速度愈快時則反應時間愈快。

年齡與性別:各年齡群組中男性之反應時間小於女性受試者。

年齡與標誌類型:老年人對圖形標誌之優於楷書、楷書優於粗體文字。老年人對任一標誌內容訊息不論是圖形或是楷書、粗體文字，都比年青、中年人的反應時間長。

照度與速度:速度愈慢且照度愈低時其反應時間大於在速度快且高照度時。

照度與標誌類型:在高照度時不論圖形、楷書、粗體的反應時間都小於低照度時。

照度與性別:不論性別為何，在高照度時反應時間小於低照度。

速度與標誌類型:任何速度下圖形顯示標誌訊息反應時間皆小於楷書、粗體，速度愈慢其反應時間愈長。

速度與任一標誌訊息:任一標誌訊息在速度愈慢時有愈長反應時間。

四、結論與建議

中高齡人口對於標誌的偵測距離和反

應時間經實驗後證實，除了性別以外，標誌類型、空間頻率、行車速度等因素對標誌偵測距離均有不同程度的影響，主要結論如下：

1. 高齡人口對標誌之平均偵測距離(42.576m)約僅為年輕人(66.296m)的64%倍。且反應時間隨年齡而遞增，老年人反應時間(3.96s)為年輕人(2.11s)的187%倍。
2. 高齡人口對標誌類型的偵測距離與其他年齡層趨勢相同，即圖形標誌優於文字標誌，楷書文字優於粗體。在反應時間上，也是圖形標誌優於楷書，楷書優於粗體。因為高齡人口之平均偵測距離僅為年輕人的64%，所以使用圖形設計標誌會使中高齡人口有較佳的偵測距離，其次是楷書文字。
3. 空間頻率對高齡人口的影響與其他年齡層趨勢也相同，相同尺寸的標誌空間中，筆劃愈粗識別度愈高，但是當筆劃間距小於筆劃寬度時，反而容易混淆。所以筆劃愈少的中文字比筆劃多的字更容易辨識。因此就空間頻率觀點而言，文字多寡會影響到偵測距離和反應時間，本研究發現2或3字標誌的偵測距離高於4個字之標誌，相關研究[6]指出標誌內含字數最多以不超過8個為佳，否則會嚴重影響高齡人口對標誌的偵測距離與反應時間。
4. 在不同速度下之偵測距離與反應時間有顯著差異。低速行駛時之偵測距離愈長，研究結果發現當速度為40km/h時偵測距離為在高速100km/h行駛時偵測距離的1.058倍。故交通標誌的設立須依該路段行車速率的增加或減少而適當的調整標誌的尺寸。
5. 根據前述說明本研究提出相關建議如下：
 - (1) 因為一般人超過40歲之後眼睛的機能會逐漸退化，所以中高齡的靜態視力、動態視力、暗適應力、辨色力較年輕人差，因此要達到令人滿意的視覺績效所需的照明與對比必需隨年齡

的增加而提高。

- (2) 高速公路、快速道路、一般道路標誌大小，應依據其道路速限設定不同尺寸，基本原則是速限愈高尺寸應愈大。
- (3) 為保障高齡駕駛者的用路安全，應採取適當的方法再度確認其駕駛資格，例如駕駛人的偵測距離嚴重衰退時，應規範其駕駛行為，以提高交通安全及減少社會成本。
- (4) 本研究實驗設計並未考慮標誌反光、周圍環境狀況(如人口密度、道路密度)，因此應對國內的交通意外事故作有系統的分析整理建立一資料庫，找出肇事的人為因素或標誌設計設置等因素，來加以改善。後續的研究者將可朝此方向更進一步探討。

五、參考文獻

1. Burg, A.(1971), Vision and driving: A report on research. Human Factors, 13, p79-87.
2. Dewar, R.E., Ellis, J.G. and Mundy, G. (1987), Reaction time as an index of traffic sign perception. Human Factors, 18, p381-392.
3. 李俊賢(1986), 電腦繪圖在交通標誌之應用，碩士論文，國立台灣大學土木工程學研究所。
4. Shinar, D. (1977), Driver visual limitations : Diagnosis and treatment. Washington, U.S. Department of Transportation.
5. 交通部(1990), 交通工程手冊, p67-90.
6. 交通部運輸研究所(1998), 台灣地區公路指示標誌系統之改善規劃, 運輸計畫季刊, 第27卷第1期。