

國立交通大學

工業工程與管理學系

碩士論文

車載資訊系統之文字訊息顯示的辨識度之探討

The Study of Legibility of Text Display on  
In-Vehicle Computing System

研究生：林慧貞

指導教授：許尚華 博士

中華民國九十三年七月

車載資訊系統之文字訊息顯示的辨識度之探討

The Study of Legibility of Text Display on In-Vehicle Computing System

研究生：林慧貞

Student：Huei-Chen Lin

指導教授：許尚華

Advisor：Shang-Hwa Hsu

國立交通大學

工業工程與管理學系



Submitted to Department of Industrial Engineering and Management

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

in

Industrial Engineering and Management

July 2004

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十三年七月

# 車載資訊系統之文字訊息顯示的辨識度之探討

研究生：林慧貞

指導教授：許尚華 博士

國立交通大學工業工程與管理學系

## 摘要

導航系統與資訊顯示系統搭配 6~8 吋的液晶顯示器，是汽車電子配備的新發展趨勢，但是駕駛作業是一個極需要注意力的作業，唯有多餘的時間，才能夠將注意力轉移到車載資訊系統的使用，而系統所提供的資訊類型與數量繁多，駕駛人必須在複雜的交通環境中接收資訊並作出相對的反應，因此，要能夠發揮系統的功能性並兼顧駕駛的安全性，傳達資訊的顯示介面將有決定性的影響。

本研究根據資訊的顯示需符合可見性（visibility）、可辨性（legibility）與可讀性（readability）的要求，用實徵研究方式，來探討在車內環境中，分別在高度照明與低度照明的情況下，找出最利於中文辨識的 LCD 背景與文字色彩配置、字型與 LCD 的裝設位置。

實驗結果顯示，LCD 裝設在儀表板中央可使得視線轉移時間最短，可減少分心風險；背景/文字色彩配置在高度照明時，以棕底白字的辨識時間最短，字型以黑體字的辨識時間短於標楷體與細明體；在低度照明時以白底黑字的辨識時間最短，字型以標楷體的辨識時間短於黑體與細明體。

**【關鍵字】** 中文辨識、導航系統、液晶顯示器、車內資訊系統

# The Study of Legibility of Text Display on In-Vehicle Computing System

Student : Huei-Chen Lin

Advisor : Dr. Shang-Hwa Hsu

Department of Industrial Engineering and Management

National Chiao Tung University

## ABSTRACT

In-vehicle computing system with small LCD is a new tendency of electronic equipment in the car . But driving tasks need a lot of attention . The drivers must receive the information from in-vehicle computing system, then do a response in busy traffic environment . Therefore, in order to elaborate the functions of in-vehicle computing system and keep drive safety , the display interfaces have critical influence .

This research based on requirements of visibility 、 legibility and readability . We study influences of location of LCD 、 background/word color combination and fonts about Chinese character legibility .

The experimental results show that location of LCD on the dashboard makes transference time of the line of sight be shortest . The recognizing time for brown background and white words and Arial Unicode MS font is shortest in high- illumination environment . In low- illumination environment, the shortest recognizing time is white background and black words and Kai font .

**【Key words】** In-vehicle computing system 、 LCD 、 legibility 、 attention

## 誌 謝

時光飛逝，兩年一眨眼就過去了，感謝在這段期間的許多貴人，不吝給我指導與幫助，使得我的碩士論文能夠順利的完成。

本論文的完成，首先要感謝指導教授許尚華老師的辛勤指導，讓我一窺做研究的大堂。再者，感謝口試委員柳永青教授與巫木誠教授的細心指正與提供寶貴的建議，使本論文更臻完善。

感謝博士班學長溫明輝對本論文的諸多幫助與研究方法的指導，使我能更順利的完成此論文。謝謝人因組的同學一石隆、Swatch、啟元在這段日子的互相勸勵與加油打氣，大家更是共患難而見真情；謝謝學弟阿水在電腦軟體方面的支援，讓我省去不少尋找的時間；謝謝 Kana 的咖啡與關心，謝謝文怡的笑話與支援。因為有你們，讓兩年的日子顯得豐富與美麗。

謝謝三哥阿吉協助撰寫本論文的實驗程式，讓我能及時完成實驗；謝謝所有參與實驗的受試者，你們是本論文最重要的主角。

感謝爸媽二十多年來對我的栽培、鼓勵與自由，讓我安穩平順的度過求學道路上每個階段的挑戰，總是有自信的面對未來的人生與挑戰，在我疲憊時，提供一個溫暖而無拘束的休息港口。謝謝妹妹婷婉的無厘頭笑話以及擔負照顧爸媽的工作，讓我無後顧之憂的專注在學業上。

最最感激的是元宏平日的照顧、體諒與包容，如果沒有你，我是不可能辭掉工作而當個全職的研究生，如果沒有你，我是無法完成這份論文的！

# 目 錄

摘 要 .....	i
Abstract .....	ii
誌 謝 .....	iii
目 錄 .....	iv
表目錄 .....	vi
圖目錄 .....	vii
第一章 緒 論 .....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	4
1.3 研究問題、假設與變項.....	4
1.4 本研究與其他研究不同之處.....	6
1.5 研究範圍.....	7
1.6 研究過程.....	7
第二章 文獻探討 .....	9
2.1 LCD 上的背景與文字前景的色彩配置、對比與極性.....	9
2.2 LCD 裝設在車內資訊系統的相關研究.....	12
2.3 中文字的辨識研究.....	13
第三章 研究方法 .....	17
3.1 實驗設計.....	17
3.2 受試者.....	19
3.3 實驗設備.....	19
3.4 實驗材料.....	20
3.5 實驗情境.....	21
3.6 實驗程序.....	23
3.7 資料收集與分析.....	24

第四章 研究結果 .....	25
4.1 高度照明環境.....	25
4.1.1 整體分析.....	25
4.1.2 細項分析.....	26
4.1.3 結論.....	32
4.2 低度照明環境.....	33
4.2.1 整體分析.....	33
4.2.2 細項分析.....	34
4.2.3 結論.....	40
第五章 研究討論.....	42
5.1 LCD 的裝設位置.....	42
5.2 背景/文字色彩配置.....	43
5.3 字型.....	44
5.4 綜合討論.....	45
第六章 結論與建議.....	47
6.1 研究結論.....	47
6.2 研究限制.....	48
6.3 後續研究建議.....	48
參考文獻.....	50
附錄一 實驗指導語.....	54



## 表 目 錄

表 3-1	高度照明情境.....	18
表 3-2	低度照明情境.....	18
表 3-3	LCD 的背景與文字顏色的 CIE 值與明度值.....	20
表 4-1	目標字詞辨識時間的整體變異數分析表.....	25
表 4-2	LCD 位置與字型的 Simple main effect 分析摘要表.....	27
表 4-3	LCD 位置與字型的 Duncan's test 比較結果.....	28
表 4-4	LCD 位置的個別比較結果.....	28
表 4-5	LCD 位置在儀表板的字型與色彩配置的 Simple main effect.....	29
表 4-6	LCD 位置在右邊 17° 的字型與色彩配置的 Simple main effect.....	30
表 4-7	LCD 位置在右下 38° 的字型與色彩配置的 Simple main effect.....	31
表 4-8	目標字詞辨識時間的整體變異數分析表.....	33
表 4-9	LCD 位置與字型的 Simple main effect 分析摘要表.....	34
表 4-10	LCD 位置與字型的 Duncan's test 比較結果.....	35
表 4-11	LCD 位置與色彩配置的 Simple main effect 分析摘要表.....	36
表 4-12	LCD 位置與色彩配置的 Duncan's test 比較結果.....	36
表 4-13	LCD 位置的個別比較結果.....	37
表 4-14	LCD 位置在儀表板的字型與色彩配置的 Simple main effect.....	38
表 4-15	LCD 位置在右邊 17° 的字型與色彩配置的 Simple main effect.....	39
表 4-16	LCD 位置在右下 38° 的字型與色彩配置的 Simple main effect.....	40

## 圖 目 錄

圖 1-1 研究流程圖.....	8
圖 3-1 實驗程式的畫面.....	20
圖 3-2 三種 LCD 位置的俯視示意圖.....	22
圖 3-3 實驗設備佈置的照片.....	22
圖 4-1 實驗結果分析流程圖.....	26



# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與動機

隨著汽車科技的日新月異，車內裝設的電子配備也愈複雜與多樣化，從早年的單一冷氣系統和廣播、卡帶，到現在已是標準配備的恆溫空調與 VCD 影音系統，汽車已成為另一個常用的娛樂場所。另外，由於 LCD (Liquid crystal display) 液晶顯示器的製造技術日趨純熟，其特點為輕、薄，較傳統的 CRT 更為嬌小，在汽車駕駛艙的狹隘空間裡，似乎更為適合，因此，導航系統與資訊顯示系統搭配 6~8 吋的液晶顯示器，就成為汽車電子配備的新發展趨勢。相關研究顯示，與傳統的 CRT 相較，在相同的控制環境下 (resolution、luminance、viewing angle)，LCD 的視覺績效優於 CRT (Shieh and Lin,2000)，同時也讓受測者較為喜愛，這是因為顯像原理不同，使得 LCD 的 image quality 優於 CRT (Post and Reinhart,1997)，就使用者主觀感覺與空間體積而言，可預料不久的未來，LCD 將會逐漸取代 CRT。



然而車內環境是一相當特殊的環境，是一動態環境，與一般室內的靜態環境完全不同，駕駛作業是一個極需要注意力的作業，一般駕駛人在駕駛時，眼睛會注視前方，並不定時瞥視後視鏡與旁視鏡，唯有多餘的時間，才能夠將注意力轉移到車載資訊系統的使用，駕駛作業為 primary task，操作車載資訊系統為 secondary task，駕駛人必須轉移視線來察覺顯示器上出現的訊息，而系統所提供的資訊類型與數量繁多，駕駛人必須在複雜的交通環境中接收資訊並作出相對的反應，因此，要能夠發揮系統的功能性並兼顧駕駛的安全性，傳達資訊的顯示介面將有決定性的影響。

目前台灣地區有多家車廠相繼推出車內資訊系統或導航系統，這些行車輔助系統的顯示介面皆為 6~8 吋的液晶顯示器，多設置在前座艙的中央，約在出風口

的下方或上方，駕駛人須將視線由道路正前方移動至右邊顯示器位置，此時駕駛人的視線是偏離道路前方的，而產生意外的風險，Dingus（1995）發現，駕駛人的安全平均瞥視時間為 1.28 秒，瞥視的頻率以不超過四次以上為標準，如果超過此頻率，則意外發生率會增加。Kimura、Marunaka、and Sugiura（1997）也提到了駕駛人容許自己視線偏離路面的時間，發現 95% 的駕駛人能夠容許的視覺分心時間是 1-2 秒，也就是說，駕駛人用瞥看的方式在讀取車內資訊系統螢幕上的訊息，由此可見顯示介面的辨識性的重要。

資訊的顯示需符合可見性(visibility)、可辨性(legibility)與可讀性(readability)的要求。所謂可見性乃指資訊能夠讓使用者看得到；可辨性是使用者能夠將資訊和背景分辨出來；而可讀性是讓使用者能夠閱讀並了解其內容。總括而言，資訊的可視性必須達到上述三者的要求。



就可見性而言，在汽車的有限空間中，全部的電子設備裝設在充分利用的中控台，要能夠讓使用者不需花費額外的注意力就可看到資訊，並且需避免因視線偏移道路前方而帶來的風險，顯示器必須具備安全與效率，目前適合的顯示介面有兩種：小型（6~8 吋）LCD 與抬頭顯示器 HUD（Head-up display），HUD 需要較複雜的技術與設備，市面上非常少見，而小型 LCD 則普遍見於各大車款與汽車用品店，但裝設的位置則見仁見智，因此，以國內的汽車生態，小型 LCD 勢必還會使用一段時間，若能有一客觀的實驗結果來建議其裝設位置，相信對使用者的安全性有所助益。

就可辨性而言，探討 LCD 背景與前景文字的顏色組合的相關文獻，其實驗環境的照明情況都是在一般日光燈下進行，尚未有研究者探討車內環境在高度照明與低度照明時的辨識績效，並且由於中文字與英文字母的特性不同，中文的單字是有意義的，具有名詞聯想的特質，而英文單字則必須完整或部分出現才能得知

其意義，因此，就中文字的辨識而言，在車內照明情況下的實驗結果是否會與在一般日光燈下進行的結果相同？

就可讀性而言，目前市售的車內資訊系統所呈現的訊息是以英文表達，但國人熟悉的語文卻是中文，因此可能會因語言的隔閡而造成誤解，若使用中文字表達，可增加可讀性與理解度。Sander and McCormick (1998) 提出 VDT 的文字大小應在 20' 到 22' 視角（字的高度=視角×閱讀距離/3438）之間，若在照明不佳環境中，可能要降低字型的粗高比為 1:5，但在駕駛環境中，需要考慮震動、短暫閱讀、照明情況不佳與分心（distraction）等因素，可能就必須加大文字尺寸。

所以，本研究擬用實徵研究方式，來探討在車內環境中，分別在高度照明與低度照明的情況下，找出最利於中文辨識的 LCD 背景與文字的色彩配置、字型與 LCD 的裝設位置，希望對於資訊介面的設計有一些可參考的依據。



## 1.2 研究目的

本研究之目的有下列四點：

- (1) 在光線充足的情形下（高度照明情況），尋找最適合中文字辨識的 LCD 背景與文字的色彩配置。
- (2) 在光線不足的情形下（低度照明情況），尋找最適合中文字辨識的 LCD 背景與文字的色彩配置。
- (3) 在常見的細明體、標楷體、黑體三種字型裡，尋找最適合與最不適合中文字辨識的字型分別是哪一種字型。
- (4) 針對 LCD 在駕駛艙的位置，尋找出視線轉移對於中文字辨識績效影響最小的裝設位置。



## 1.3 研究問題、假設與變項

在目前的相關文獻研究中，探討關於 LCD 的顏色配置、對比，所採用的實驗情境為一般正常日光燈下的照度環境，其實驗情境為一般的 VDT 工作環境，國外的研究者所採用的文字內容為英文字母，而國內研究中文辨識績效的學者，亦有針對 LCD 所探討的研究文獻，但為一般的 VDT 工作環境。另外探討車內資訊系統的顯示介面的相關文獻，所採用的文字內容為英文顯示，因此本研究的探討主題為在車內環境中，中文字在小型 LCD 上的辨識績效。

### 一、研究問題

- (1) 針對中文字的辨識績效，當在車內環境時，是否有一適當的背景/文字的色彩配置可同時使用於高度照明環境與低度照明環境？
- (2) 在兩種照明環境下，分別有哪一種字型的辨識時間最短？哪一種字型的辨識

時間最長？

(3) LCD 的安裝位置對於視線轉移的影響為何？

## 二、研究假設

在進行本研究之前，訂立三點研究假設，如下所述：

假設一：在不同的照明情況下，其適用的背景與文字的色彩配置並不相同。

假設二：在高度照明與低度照明的情境下，不同字型對辨識速度有顯著影響。

假設三：LCD 的安裝位置對於視線轉移時間有顯著影響。

## 三、研究變項

本研究以受試者內與受試者間兩種實驗方式混合進行，採用 3x3x3 三因子實驗設計，自變項有三個：「背景與文字的色彩配置」與「字型」採用受試者內 (Within subjects) 的實驗方式，「LCD 位置」採用受試者間 (Between subjects) 的實驗方式，依變項為「受試者辨識中文字的速度」，即為反應時間。

各變項的操作型定義分述如下：

自變項一 (1) 背景與文字的色彩配置：指 LCD 的背景顏色與文字顏色的搭配，有三個實驗水準：黑底白字、白底黑字、棕底黑字。

(2) LCD 位置：指進行實驗時，LCD 裝設在實驗平台的位置，此為模擬 LCD 在駕駛艙裡可能裝設的位置，設定為右邊 17° (方向盤右邊儀表板上 方)、右下 38° (William J. Horrey & Christopher D. Wickens, 2002)、儀表板中央 (Kiefer, 1991)。

(3) 字型：指實驗的目標字所採用的中文字型，使用 Microsoft Word 的內建字型，有三個實驗水準：標楷體、細明體、黑體。

依變項－辨識中文字的速度：指受試者在不同的照明環境下，搭配不同的背景與文字的色彩配置、不同的 LCD 位置與不同的字型，量測受試者正確辨識每一個中文字所需花費的時間及總共花費的時間，也就是視覺注意力轉移的時間，可以此來推估行車的安全性，因為受試者觀看 LCD 上的訊息時，相當於駕駛者在此時眼睛是離開路面的，以此辨識時間作為「中文字辨識績效」。

#### 1.4 本研究與其他研究不同之處

(1) 在目前有關中文辨識的研究文獻方面，其實驗環境皆為靜態的室內環境，照明亮度為辦公室的建議亮度 200lx~400lx，並且固定眼睛到螢幕中心點的距離，而本研究要探討的是：在車內環境的照明情況下，有高度（2000lx）與低度（6lx）兩種照明環境，不同的眼睛到螢幕中心點的距離，對於中文辨識績效會如何影響。

(2) 有關 LCD 裝設在車內環境下的研究文獻，其實驗材料為導航系統或是 signal detection 的方式，還未有以中文字作為實驗材料，而本研究的實驗材料為中文字。

因此，本研究是將中文辨識與車內 LCD 兩個領域的議題合併在一起來探討，在車內環境中，分別在高度照明與低度照明的情況下，找出最利於中文辨識的 LCD 背景與文字的色彩配置、字型與 LCD 位置，希望對於資訊介面的設計有一些可參考的依據。

#### 1.5 研究範圍

本研究的範圍界定如以下三點所述：

(1) 以 LCD 為實驗平台，且以中文字辨識績效為主要的研究主題，因此，以圖

形或其他類型為主的內容設計，不在本研究範圍內。

(2) 影響 LCD 上中文字辨識績效的環境因子，如實驗平台高度、座椅高度等因素，本研究將其控制為各實驗組皆相同。

(3) 關於其他影響 LCD 上之中文字辨識績效的相關因子，如字體大小、文字間距與行距、及人員閱讀方式，本研究在此不探討其影響性。

## 1.6 研究過程

本研究進行之流程如圖 1-1 所示，步驟簡述如下：

(1) 首先利用文獻回顧的方式，確立研究問題、背景與動機，並決定本研究之假設與目的。

(2) 依據本研究的問題與目的，選擇適當之研究方法，並決定實驗變項，再以此實驗變項來探討過去有關的研究文獻。

(3) 以實驗設計的方式，進行 3x3x3 三因子實驗，逐步蒐集實驗數據。

(4) 以 ANOVA 變異數分析的方法，分析與描述實驗所獲得之數據結果，再與過去相關文獻的結果作一比較與討論。

(5) 最後針對研究結果提出結論與發現，並且建議未來在此議題上可再進一步之相關研究。

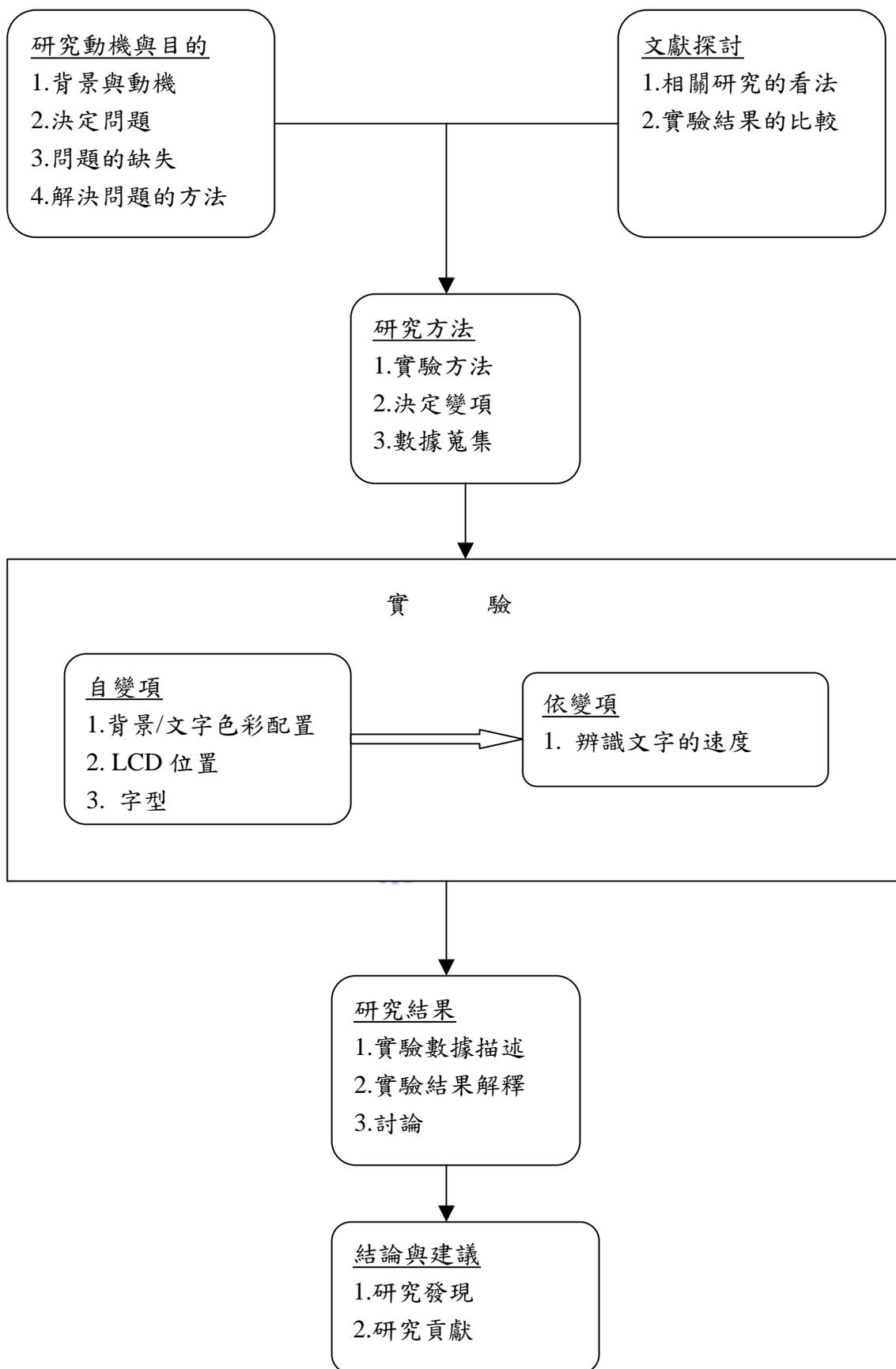


圖 1-1 研究流程圖

## 第二章 文獻探討

針對此研究主題所研讀的文獻探討分為三個部分：

第一部分，LCD (Liquid crystal display) 上的背景與文字前景的顏色配置與對比。

第二部分，LCD 應用在車內資訊系統的相關研究。

第三部分，中文字的辨識研究。

### 2.1 LCD 上的背景與文字前景的色彩配置、對比與極性

LCD 成像原理與 CRT 完全不同，LCD 是以夾著一層液晶 (liquid crystals) 的透明薄膜，讓控制晶片藉由不同的電壓來控制三原色而產生圖像 (Stix,1989)，而控制顏色的方法則是利用 subtractive-color，每一個原色的總量為 1，各減去一不同色值而產生目標色，CRT 則剛好相反，是利用 integrative-color，將目標顏色所需的三原色的色量加總形成，因此 LCD 的視角、顏色的散佈均勻度、顏色的擬真度都會優於 CRT (Post and Reinhart et al,1997)，並且不閃爍，可以減輕長期注視螢幕所造成的視覺疲勞 (Anderson,1986)，加上體積的優勢，也就更為使用者所喜愛 (Ahlström,1992)。

Shieh 和 Lin (2000) 比較 CRT 與 TFT-LCD 兩種螢幕的研究結果顯示，對於 TFT-LCD 而言，對比值愈高辨識正確率也愈高，但在相同的對比情況下，亮底暗字 (Positive polarity) 優於暗底亮字 (Negative polarity)，辨識正確率最佳的是黃底藍字，其亮度對比值為 4.5，受試者的主觀偏好也是較為喜歡亮底暗字的模式，也發現環境照度會顯著影響 TFT-LCD 的辨識正確率，照明愈亮愈有利於辨識；王安祥與陳明德 (2001) 對 TFT-LCD 的研究亦顯示了相似的結果，受試者的主觀偏好為亮底暗字，螢幕極性 (polarity) 為亮底暗目標的辨識力略優於暗底亮目標，但無顯著影響，亮度對比愈高則辨識力愈佳，但以 Duncan 多重檢定顯示，4:1、6:1 與 8:1 為受試者辨識力最佳的一組，因此建議目標/背景亮度對比至少需

為 4:1；另一篇王安祥、陳綉雨與陳明德（2001）以搜尋作業來探討使用者視覺績效的研究中，實驗結果顯示，螢幕類型為 15 吋 TFT-LCD 時，其搜尋績效最佳的色彩組合為白底紫字，其對比值為 6.45，是五組色彩組合的對比值中排行第四（由高至低）。另外，Sander and McCormick（1998）也建議亮底暗字可能減少眩光造成的視覺損傷。

但是，Lin（2002）針對 TFT-LCD 的色彩配置與對比作探討時，結果卻發現：當對比值大於 2 時，色彩配置對於辨識正確率無顯著影響，並且 polarity 的模式（positive 或 negative）也無顯著影響；另外，李冠慰（2000）探討 LCD 之影像極性、顏色配置對搜尋績效與主觀評量的影響，結果顯示：LCD 的 polarity 對搜尋績效無顯著影響，受試者的主觀偏好為 negative polarity。

綜合過去研究在一般白色燈光照明下的文獻結果，發現有多位學者（如：Shieh 和 Lin,2000；王安祥與陳明德,2001；Sander and McCormick,1998 等）支持 LCD 的背景/文字色彩配置應使用亮底暗字的組合，亦有學者（如：Lin,2000；李冠慰,2000 等）主張 polarity 並無影響，此議題未有一致的結論。

且上述研究所使用的 LCD 為 12~14.1 吋的 TFT-LCD，並且是在一般日光燈下進行，那麼在照明不足的車內環境中，使用 6~7 吋的 LCD，背景/文字色彩配置對辨識績效的影響是否會相似於上述 TFT-LCD 的研究結果？

另外，亦參考了目前市面上現行車載資訊系統所採用的色彩配置，計有：BMW、Toyota（Japan and TW）、Nissan（Japan and TW）等三家車廠所推出車載資訊系統，以及日本的車用音響大廠 Clarion 所設計的车載資訊系統。

因此本研究在實驗設計上，選用白底黑字（Clarion）當作亮底暗字的色彩組

合代表，黑底白字（BMW、Toyota TW、Nissan Japan）作為暗底亮字的色彩組合代表，再加上棕底白字（Toyota Japan、BMW）（Negative polarity），並固定其對比值為 1：5，此為變項背景/文字色彩配置的三水準，來進行實驗。



## 2.2 LCD 裝設在車內資訊系統的相關研究

人們視覺敏銳度最高的區域位於眼睛中央小窩2度的範圍，要資訊影像落於此範圍，顯示器應擺在眼睛平面上5度、下10到15度垂直，左右30度範圍(Woodrow and Thomas,1997)，目前一般車內資訊系統所採用的是6~8吋的LCD，裝設在中控抬出風口的上方或下方位置，Horrey與Wickens (2002) 將顯示介面分類為分離式(螢幕與操控介面是完全分開的)、重疊式(操控介面就在螢幕的四週，兩者合而為一)與模組式(螢幕與操控介面連在一起)三種，並整理出一些其他研究採用的擺設位置，其中Kiefer (1991) 針對視線轉移時間與頻率的比較，建議裝設在儀表板中，而Caird (1997) 研究顯示器對駕駛的影響的結果顯示，視線下18.5°為最佳的位置；另外，Dave、Matti與 Heikki (1999) 研究在跟車的情況下，不同的LED螢幕位置，對於信號的偵檢率以右邊法線17°為最佳，對信號有93% 的正確率，也就是說此處有任何異狀是較容易為人所查覺。

因此，本研究以儀表板中央(7° below the horizon line, on top of the vehicle dash) (Kiefer, 1991)、右邊法線17° (Dave et al, 1999) 與目前常見的出風口下方位置(38° from the horizon, 34 cm down and 36 cm to the right, near the mid-console of the vehicle) ( Horrey & Wickens, 2002) 來作為LCD位置變項的實驗水準。

## 2.3 中文字的辨識研究

顯示介面所呈現的資訊通常包含了文字、圖形、動畫等多種表達方式，但為了簡化版面設計，使用文字的比例佔大多數，然而，關於文字辨識這方面的研究，國外的研究者都是利用英文字作為實驗材料 (Fukuzumi,1998)，大部分的實驗設備為 CRT，唯少數的國內研究者會利用中文字作為實驗材料，卻大都是採用傳統的 CRT 來作為閱讀工具，目前探討在 TFT-LCD 上的中文辨識績效仍為少數，並且採用的是 12~14 吋的尺寸，實驗環境為一般日光燈的環境，探討關於在小型 LCD 上的辨識績效的研究文獻所採用的文字材料為日文，然而，中文是目前全世界最多人口使用的語言，因此，將資訊中文化勢必成為潮流。

Mills and Weldon (1987) 指出，可讀性 (readability) 通常是根據文章內容可以被理解的程度，而辨識度 (legibility) 則是根據文章項目辨別的難易程度。測量「可讀性」與「辨識度」通常是採用不同的測試作業，測量「可讀性」是藉由對文章的「閱讀理解力」來衡量，作業內容為連續性且有意義的文章；而測量「辨識度」是利用短暫的或閃爍的視覺訊息，呈現單一文字或一小串字母來作衡量，並且在 Schanda (1993) 所整理的 ISO 9241-3:1992 中，定義辨識度為「一個字元或符號可以很容易的被辨認初期視覺特性」，中文的書寫傳統上是以字為單位，而在閱讀時卻是以「詞」(Chinese word) 作為知覺與處理的單位，並且車載資訊系統所呈現的訊息亦是以「詞」為單位，例如地名、路名、功能項目等，因此，本研究採用的實驗材料將以「單一字詞」作為呈現在 LCD 上的目標訊息。

### 一、字型

由於駕駛人是以瞥看的方式讀取顯示介面上的資訊，因此與文字的閃現時間及搜尋作業有關，王天津與侯東旭 (1996) 的研究發現，進行文章內容的搜尋作

業時，中文字型以黑體的搜尋績效最佳；王安祥、陳綉雨與陳明德（2001）的研究結果亦顯示黑體有較佳的搜尋正確率；另外，張銘勳與鄭世宏（1996）探討字型於VDT上之閱讀識認性研究，發現中黑體有最高辨識正確率；Shieh、Chen and Chuang（1997）探討字型與色彩配置對中文字視認度的研究發現，computer type（新細明體）的辨識正確率優於標楷體。Sander and McCormick（1998）也認為，對於印刷英語文件而言，假若照明環境不佳，則粗字體因為對比的關係，變得較容易看見，而且不管是白底黑色或黑底白字。

但是蔡登傳、羅書宜與蘇育瑾（2000）針對五種中文字型的視認度的比較研究，其研究結果卻發現，中圓體視認度78%最高，中楷體(72%)、中明體(70%)、中黑體(68%)次之，最差為隸書(50%)。比較特別的是，謝光進與蔡登傳（2000）針對文字類型（中文字、英文字母、注音符號）與閃現時間的研究發現，除了閃現時間對視認度有顯著影響，最特別的是，文字類型與閃現時間的交互作用顯著，閃現時間愈短，中文相對優勢愈大，其所採用的字型為明體；然而這些文獻所採用的螢幕類型為15吋的CRT，對於車內環境中的7吋的LCD，字型對中文字辨識績效的影響為何，即為本研究所要探討的主題，因此設計自變項字型的實驗水準為細明體、標楷體與黑體。

## 二、文字筆劃數

林清泉與謝光進(2001)探討在彩色螢幕的中文設計裡，文字色彩與背景色彩的組合及文字筆劃對識認績效的影響，發現文字筆劃數與背景/文字的亮度對比對文字識認正確率有顯著影響，筆劃數愈多愈不利於辨識，亮度對比愈大則正確率愈佳，並且由於中文閱讀方向所造成的視覺習性，使得文字呈現位置對文字識認正確率產生關鍵影響，即左上角的文字識認正確率最佳，因此，在本研究中，為了排除此視覺習性，採單一目標字詞呈現在LCD正中央，並將文字筆劃數設定為

控制變項。

另外在吳瑞屯與劉英茂（1987）的研究中，對於中文字詞、語音與語意屬性之探討，依筆劃的多寡，將中文字分為三類：15 筆劃以上為高複雜度、4~14 筆劃為中複雜度、3 筆劃以下為低複雜度，依文字使用頻率的高低，每百萬字出現 120 次以上為高使用率，每百萬字出現 50 次以下為低使用率。本實驗將採行上述分類，為求變異最大化，將文字筆劃數固定為 5~20 的筆劃，包含中複雜度與高複雜度，文字使用頻率為高使用率，從教育部所公佈的「常用國字標準字體表」中選出單字並組合成 30 個字詞作為實驗材料。

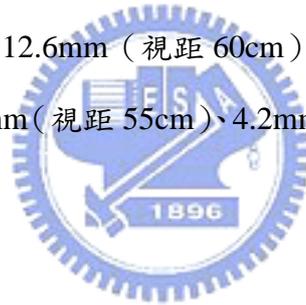
### 三、字體大小



衡量字體大小的單位，一般常用所謂的「點制」，對於印刷文件而言，一點 1pt=1/72 英吋（約 0.35mm），對於螢幕上的文字而言，一點的大小則視 VDT 作業的軟硬體設定而有所不同，因此以視角來作為字體大小的代表參數是較佳的選擇。Sander and McCormick（1998）提出 VDT 的文字大小應在 20' 到 22' 視角；王天津與侯東旭（1996）建議 18pt 的字體其搜尋績效最佳，嚴貞與黃雅（2001）則建議 20 pt 的字體其 legibility 較佳；而李建宏（1997）則是把字體大小與字型（實驗所用字型為粗圓體）結合起來，研究結果發現，在藍色液晶字的調查中，100 % 的受測老人能看到 26pt（經實際量測為 8 mm 高）的字級，而 10pt（經實際量測為 3 mm 高）的字級則有 7 % 的受測老人無法看清楚。

本實驗的文字筆劃數與視距為控制變項，為了將字體大小的干擾變異降低，並且考慮自變項「LCD 位置」有三個水準：右邊 17°、儀表板中央、右下 38°，使得眼睛與 LCD 中心點之距離分別約為 55 公分、60 公分、72 公分，因此會造成視角（visual angle）的不同，為了使三種 LCD 位置的視角相同，所以根據各眼距

的不同來設定字型大小。Sander and McCormick (1998) 提出在一般辦公室環境下時，VDT 的文字大小應在 20' 到 22' 視角，其眼睛與螢幕中心點之距離約為 60 公分，換算成字的高度為 3.5mm 與 3.8mm，另外，Cai、Chi and You (2001) 發現字體大小與文字筆劃數有顯著交互作用，每增加一筆劃，legibility threshold 就需增加視角 0.25 弧分，其關係式為 $[0.25 \times \text{總筆劃數} + 10.81]$ ，因為實驗材料的「stimulus」為「名詞」，因此以最多筆劃數 20 劃來代入公式，得到 legibility threshold 是 15.81 弧分，但這是針對靜態的辦公室環境所建議的，因此另外採用 ISO15008 integrated(2000) 針對車內環境所建議的視角 24 弧分，來作為本實驗的固定視角，代入公式：字的高度=視角 $\times$ 閱讀距離/3438，算出字高各為 3.8mm (視距 55cm)、4.2mm (視距 60cm)、5mm (視距 72cm)，而實驗用 LCD 的大小為 7 吋，會使得輸出文字縮小三倍 (實際量測結果)，所以將文字大小放大三倍，最後設計字高為 11.4mm (視距 55cm)、12.6mm (視距 60cm)、15mm (視距 72cm)，在 LCD 上的呈現效果才會是 3.8mm (視距 55cm)、4.2mm (視距 60cm)、5mm (視距 72cm)。



## 第三章 研究方法

本章節旨在描述本研究採用之實徵研究方法，以三因子變異數分析的方式，透過對自變數的操弄，來了解其對依變項的影響情形。本章分為七小節敘述，包括實驗設計、受試者的選取、實驗設備的選用、施測的實驗材料、實驗情境的建立、實驗步驟的介紹以及資料的蒐集與分析。

### 3.1 實驗設計

採用 3x3x3 三因子實驗設計進行，分別是背景/文字色採組合、LCD 的位置、字型，共有 27 個實驗組合(3 contrast ratio × 3 LCD location × 3 Chinese script and size)。並且模擬兩種車內照明環境來進行實驗組合，分別是最佳的高照度情況(白天陽光普照)與最差的低照度情況(晚上車外無燈光射入)，兩種情境的實驗組合、材料、實驗佈置完全相同。

另外，在開車時使用車內系統是一種分心狀態，本研究的實驗情境的設置以觀看路況影片作為 primary task，在受試者的正前方有一個 17 吋的 CRT，播放路況影片，模擬開車情形，使受試者產生分心狀態，secondary task 則是辨識 LCD 上所呈現的刺激，受試者轉移視線來觀看 LCD 上所呈現的文字，文字出現前會有一提示音，提示音結束才呈現文字。

背景/文字色彩配置有三個水準，分別是白底黑字、黑底白字、與棕底白字。此變項的實驗方式為「Within subjects」。各組色彩配置的對比值則固定為 1:5。

LCD 的裝設位置有三個，以駕駛人往前直視，即看向擋風玻璃的遠方為 0° 法線：右邊 17° (約在方向盤右邊儀表板上方) (Dave et al, 1999)、置於儀表板中央 (Kiefer, 1991)、右下 38° (Horrey et al., 2002)，此為目前市面上車內系統常見的位置—中控台的出風口下方。此變項的實驗方式為「Between subjects」。

字型與字體大小的參數方面，字型有三個水準：標楷體、細明體、黑體，字高設計為 11.4mm（視距 55cm）、12.6mm（視距 60cm）、15mm（視距 72cm），但在 LCD 上的呈現效果則是 3.8mm（視距 55cm）、4.2mm（視距 60cm）、5mm（視距 72cm）。此變項的實驗方式為「Within subjects」。

各因子水準間的受試者配置是採用隨機方式，用以降低實驗誤差，將受試者分派到各實驗組合，每一組實驗組合有 10 位受試者，每一位受試者需進行一種照明情境、九種實驗組合，高度照明情境有 30 名受試者，低度照明情境有 30 名受試者，共有 60 位受試者。如表 3-1 與 3-2。

表 3-1 高度照明情境

LCD 位置		儀表板			右邊 17°			右下 38°		
色彩配置	字型	標楷體	細明體	黑體	標楷體	細明體	黑體	標楷體	細明體	黑體
	黑底白字(negative)		1,2,3,4,5,			11,12,13,14,15,			21,22,23,24,25,	
白底黑字(positive)		6,7,8,9,10			16,17,18,19,20			26,27,28,29,30		
棕底白字(negative)										

表 3-2 低度照明情境

LCD 位置		儀表板			右邊 17°			右下 38°		
色彩配置	字型	標楷體	細明體	黑體	標楷體	細明體	黑體	標楷體	細明體	黑體
	黑底白字(negative)		31,32,33,34,35,			41,42,43,44,45,			51,52,53,54,55,	
白底黑字(positive)		36,37,38,39,40			46,47,48,49,50			56,57,58,59,60		
棕底白字(negative)										

## 3.2 受試者

隨機徵求日常生活中都有使用電腦經驗的自願者來參與本實驗，計有 60 名受試者，其中女生 18 位，男生 42 位，年齡為 21~25 歲的大學生與研究所學生，裸視或矯正視力為 0.8 以上，並為慣用右手者，所有受試者皆沒有色盲或其他眼疾。每位受試者隨機抽選一個實驗編號，進行兩種照明情況的實驗。

依據表 3-1 與 3-2，LCD 位置為「受試者間」的實驗方式，字型與色彩配置為「受試者內」的實驗方式，即每位受試者固定一種 LCD 位置與照明情況，而進行九種 treatment (3 color combinations × 3 font types)。

## 3.3 實驗設備

本實驗使用 Topcon SS-3 視力計來檢查受試者的視力，以色盲檢查圖(Standard Pseudo Isochromatic charts)來檢查受試者的視覺辨色力是否正常。另外，利用色彩分析儀 (Minolta CHROMA Meter CS-100) 來測定 LCD 所呈現的 CIE

(Commission Internationale de l'Eclairage：國際照明委員會) 色彩值與明度。使用 IM-2D 照度計測量真實環境中的車內照度，並且依據此測量值來產生實驗情境的照明情況；在實驗平台方面，以一部配有 17 吋電腦螢幕的個人電腦來播放路況影片，另有一部個人電腦連接 LCD 執行測試程式。操弄變項的 LCD 為 VGA 解析度 480×234 的彩色 7 吋 LCD。受試者以說出目標字詞作為辨識完畢。

本實驗的對比值所採用的顏色是根據 Windows 內附設的色彩為標準，再衡量其 CIE 色彩座標值，如表 3-3 所示。

本實驗的測試程式是以 JAVA Script 撰寫成網頁格式，所呈現執行畫面如圖 3-1 (棕底白字)。

表 3-3 LCD 的背景與文字顏色的 CIE 值與明度值

顏色	色彩座標 (x, y)	Luminance (cd/m <sup>2</sup> )
黑色	(0.268,0.306)	18
白色	(0.289,0.344)	90
棕色	(0.240,0.213)	18

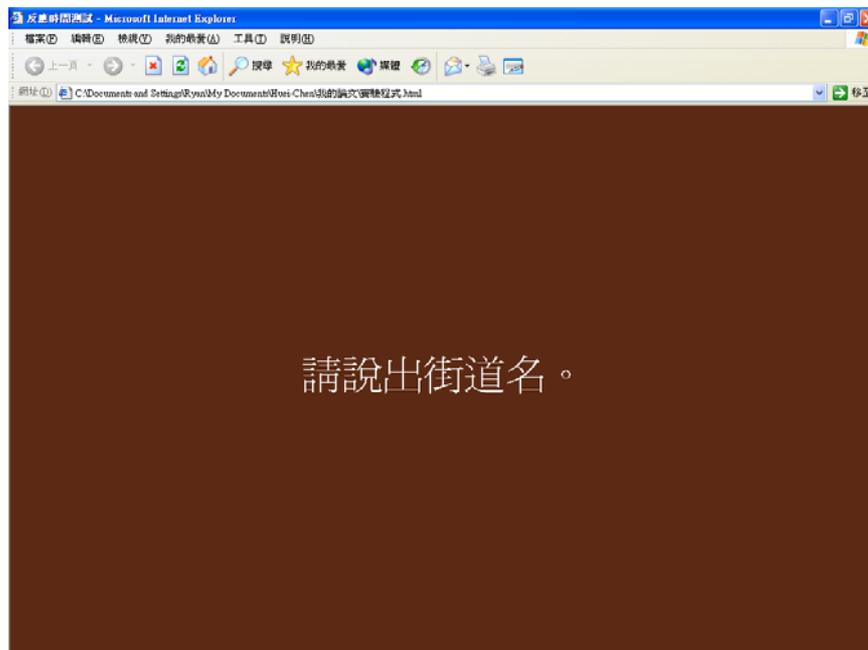


圖 3-1 實驗程式的畫面（棕底白字）

### 3.4 實驗材料

本實驗 LCD 上呈現的中文字係由教育部所公佈的「常用國字標準字體表」一書中，選取文字筆劃數固定為 5~20 筆劃的單字，字型變項為受試者內作業，每一個字型水準皆使用 10 個字詞，有三種字型故組合出 30 個字詞，所以受試者須

辨識 30x3 (color combinations) = 90 個目標字詞，由於文字筆劃數對於辨識率有顯著影響 (林清泉與謝光進,2001；Shieh、Chen and Chuang,1997；Cai、Chi and You,2001；張銘勳與鄭世宏,1996)，為了降低文字筆劃數造成的干擾變項，每一種色彩配置的目標字詞內容相同，但為了降低學習效應，每一組目標字詞的出現順序不同。另外，高度照明情況與低度照明情況使用相同的文字內容。採用的中文字為常見的中文字，受試者不會因文字的難易程度而影響辨識績效。

依據受試者被分派的實驗組合 (LCD 位置與照明情境)，請受試者有把握正確地辨識該目標字的情形下，盡快地作辨識，說出該字為何。

目標字詞詳列如下：

衡陽路、博愛路、東慶路、長春街、復興路、育樂街、進德路、貴陽路、安寧街、寶成街、襄陽路、基隆路、重慶路、東海街、誠興路、育賢街、崇德路、敦煌路、平寧街、寶宏街、錦陽路、經國路、長慶路、明星街、新興路、育學街、景德路、健康路、光寧街、寶安街。



### 3.5 實驗情境

本實驗情境，係模擬一般轎車內之作業環境，由於車內照度有兩種情形：高度照明情況 (外在環境為陽光普照) 與低度照明情況 (外在環境為陰暗天氣或天黑)，因此實驗環境模擬此兩種情形下的環境照度，分別是 2000 lx 與 6 lx，兩種照度環境皆進行全部的實驗組合，變項、水準數、步驟、與測試內容皆相同。

實驗平台方面，模擬車內駕駛座的佈置情況，在受試者眼睛的正前方 70 公分處有一電腦螢幕用以撥放路況影片 (扮演由擋風玻璃看向外界景色)，LCD 則根據實驗的不同而分別位於三個位置，眼睛與 LCD 中心點之距離分別約為 55 公分、

60 公分、72 公分。為了使三種 LCD 位置的視角皆為 24 弧分，因此字高以視角公式算出各為 3.8mm（視距 55cm）、4.2mm（視距 60cm）、5mm（視距 72cm）。整體設備佈置請見圖 3-2 與圖 3-3。

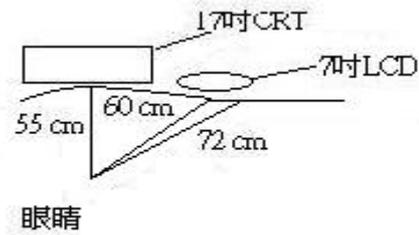


圖 3-2 三種 LCD 位置的俯視示意圖



圖 3-3 實驗設備佈置的照片（LCD 位置為右邊 17°）

### 3.6 實驗程序

本實驗進行的程序如下述，首先檢查受試者的視力與是否為非色盲者，然後抽籤一實驗編號以決定進行的實驗組合，接著設定電腦的相關設定值與影片，之後進行施測部分。

施測步驟說明如下：

- ①檢查受試者的視力與是否有色盲。若一切正常，則請受試者抽籤一實驗編號，共有 1~60 號，如抽到 10 號，就代表欲進行的實驗組合為：高度照明情境，LCD 位置為儀表板中央。
- ②設定測試程式，之後向受測者說明實驗進行的步驟與作業。
- ③讓受試者稍做練習，以熟悉實驗的操作。
- ④讓受試者正對著 CRT，而側對著 LCD，眼睛看著 CRT 上的路況影片，想像自己是在開車的情境，直到提示音出現，才將眼睛移轉到 LCD 上。
- ⑤提示音出現，此時「影片」的作業程式會暫停，當受試者看到該街道名後，在有把握正確地辨識出該名詞為何的前提下，盡快的說出該街道名，表示辨識完畢。
- ⑥實驗者按下「Enter」鍵表示受試者所辨識出的街道名是正確的，並由電腦程式紀錄辨識時間。
- ⑦每一個街道名之間的時間間隔不同，但每位受試者的間隔組合相同。
- ⑧以一個背景/文字色彩配置＋三種字型為一回合，有三種色彩配置故有三回合，每進行完畢一回合，讓受試者在現場休息大約 5 分鐘。
- ⑨反覆執行上述步驟，直到所有受試者完成所有實驗。

### 3.7 資料收集與分析

本實驗蒐集一項依變項的數據，即受試者辨識目標詞的辨識時間，也就是受試者每一次轉移視線的時間，利用變異數分析對依變項作統計分析，其中，自變項「LCD 位置」為受試者間因子 (Between subjects)，「字型」與「背景/文字色彩配置」為受試者內因子 (Within subjects)。所有數據使用 SAS 軟體進行統計分析。

蒐集方式如下：

辨識文字的速度：在受試者約 30 分鐘的辨識實驗期間，紀錄其每一辨識文字的辨識時間與總共花費的時間，以得知其辨識時間，即為在該實驗組合時的視覺轉移時間，作為視覺績效的衡量數據。



## 第四章 研究結果

本研究結果以兩個節次說明，分別是第一節的「高度照明環境」與第二節的「低度照明環境」，在每一個節次中，依序呈現自變項 LCD 位置、字型、與背景/文字色彩對依變項「辨識速度」，也就是辨識時間，所造成的影響是否顯著。

### 4.1 高度照明環境

#### 4.1.1 整體分析

本研究針對受試者在高度照明環境下所進行的中文字詞辨識速度實驗，按照實驗結果分析程序，如圖 4-1 所示 (Keppel,1991)，先做一初步的整體分析，判斷各因子與其交互作用是否有顯著影響，再進一步細項分析有顯著影響的交互作用與因子。

表 4-1 目標字詞辨識時間的整體變異數分析表

Source	DF	Mean Square	F Value	Pr > F
組間變異				
LCD位置(L)	2	15604991.23	695.17	.0001**
組內變異				
色彩配置(C)	2	644838.00	28.73	.0001**
字型(F)	2	295220.74	13.15	.0001**
CxL	4	14162.36	0.63	0.6409
FxL	4	74951.78	3.34	.0110**
CxF	4	25703.04	1.15	0.3360
LxCxF	8	37371.03	1.66	0.1076
Total	269			

※Dependent Variable: time 。 \*p<.05，\*\*p<.01。

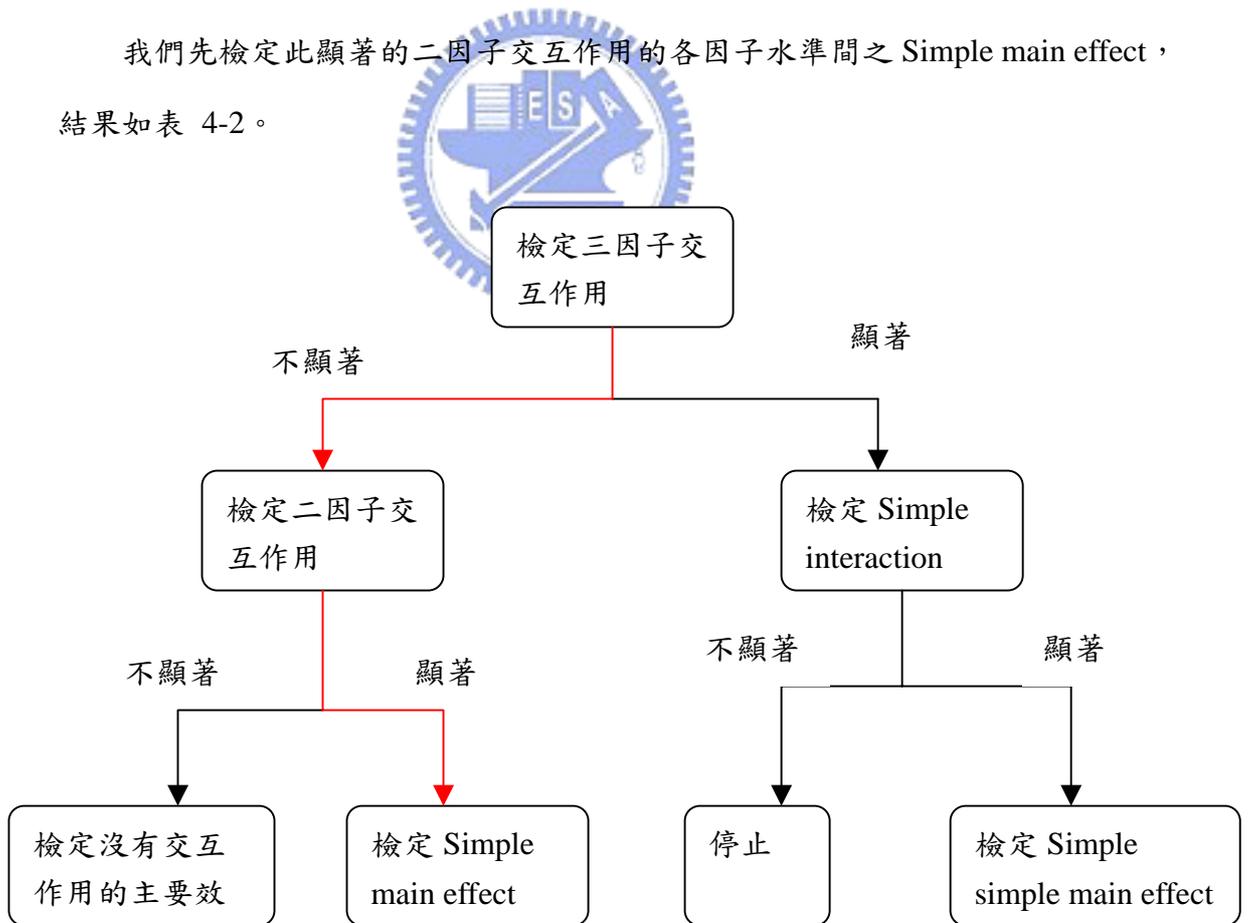
從表 4-1 中得知，在  $\alpha = 0.05$  下，三因子交互作用並不顯著，LCD 的位置與字型對辨識時間有顯著的二因子交互作用， $F(4,216)=3.34$ ， $p < 0.011$ ，其他不同因子的交互作用對於辨識時間的影響並不顯著。main effect 方面，LCD 的位置、字型與背景/文字的色彩配置三者對辨識時間皆有顯著地主要效果。

#### 4.1.2 細項分析

由於 LCD 位置×字型二因子交互作用的影響顯著，我們先針對此二因子交互作用做分析說明，包括二因子的交叉分析與單一因子 LCD 位置的個別水準分析。

##### 1. LCD位置與字型的二因子交互作用之Simple main effect

我們先檢定此顯著的二因子交互作用的各因子水準間之 Simple main effect，結果如表 4-2。



※紅色路徑即為本實驗的分析流程

圖 4-1 實驗結果分析流程圖

表 4-2 LCD位置與字型的Simple main effect分析摘要表

Source	DF	SS	F value	Pr>F
LxF1	2	8182848.47	101.67	.0001**
LxF2	2	12297068.29	312.80	.0001**
LxF3	2	11029872.80	240.91	.0001**
FxL1	2	619585.07	5.90	.0040**
FxL2	2	211842.02	5.80	.0043**
FxL3	2	58821.49	2.45	0.0925

由表4-2所示，LCD位置與字型之間的每一種搭配配置，當同一種字型在三個不同的LCD位置時，其辨識時間有顯著的差異，同一個LCD位置所呈現的三種不同字型，當放在儀表板與右邊17°時，對於辨識時間有顯著影響。再以Duncan's test做事後比較，結果顯示如表4-3，同一種字型在三個不同的LCD位置時，LCD位置以儀表板的辨識時間為顯著地最短；LCD分別放在儀表板與右邊17°時，針對三種不同字型，以黑體字的辨識時間顯著地最短，標楷體的辨識時間顯著地最長。

## 2. 比較三種LCD的位置

我們先將LCD的三個位置一起比較，見表4-4，對辨識時間有顯著影響，以Duncan's test來做事後比較，結果如表4-4，三種LCD位置的辨識時間有顯著差異，在儀表板的辨識時間顯著最短，右下38°的辨識時間顯著最長。

表 4-3 LCD位置與字型的Duncan's test 比較結果

有顯著的項目	LCD位置	Mean	N	Duncan Grouping
標楷體	右下38°	2125.10	30	A
	右邊17°	2037.23	30	A
	儀表板	1446.07	30	B
細明體	右下38°	2070.73	30	A
	右邊17°	2061.30	30	A
	儀表板	1281.93	30	B
黑體	右下38°	2006.40	30	A
	右邊17°	1999.20	30	A
	儀表板	1260.20	30	B
	字型	Mean	N	Duncan Grouping
儀表板	標楷體	1446.07	30	A
	細明體	1281.93	30	B
	黑體字	1260.20	30	B
右邊17°	標楷體	2125.10	30	A
	細明體	2070.73	30	B A
	黑體字	2006.40	30	B

※時間單位為「ms」



表 4-4 LCD位置的個別比較結果

Source	DF	MS	F value	Pr>F
LCD位置	2	15604991.23	514.82	.0001**
Error	267	30311.56		
Total	269			

Duncan Grouping	Mean	N	LCD位置
A	2067.41	90	右下38°
B	2032.58	90	右邊17°
C	1329.40	90	儀表板

※時間單位為「ms」

### 3. LCD的位置放在儀表板時

我們固定LCD位置變項的水準為儀表板，分析字型與色彩配置在此情況下，對於辨識時間的影響為何。結果見表4-5。

當LCD位置固定在儀表板時，字型與色彩配置的交互作用無顯著影響，其主要效果則有顯著影響。以Duncan's test來做事後比較，發現標楷體有顯著差異，其辨識時間最長，而細明體與黑體則無顯著差異，以黑體的辨識時間較短。色彩配置則以棕底白字的辨識時間有顯著最短，黑底白字與白底黑字則無顯著差異，以白底黑字的辨識時間較短。

表 4-5 LCD位置在儀表板的字型與色彩配置的Simple main effect

Source	DF	MS	F value	Pr>F
色彩配置 (C)	2	246506.63	5.31	.0068**
字型 (F)	2	309792.53	6.67	.0021**
C × F	4	78706.37	1.70	0.1591

Duncan Grouping	Mean	N	字型
A	1446.07	30	標楷體
B	1281.93	30	細明體
B	1260.20	30	黑體字

Duncan Grouping	Mean	N	色彩配置
A	1401.07	30	黑底白字
A	1359.63	30	白底黑字
B	1227.50	30	棕底白字

※時間單位為「ms」

#### 4. LCD的位置放在右邊17°時

我們固定LCD位置變項的水準為右邊17°，分析字型與色彩配置在此情況下，對於辨識時間的影響為何。結果見表4-6。

當 LCD 位置固定在右邊 17° 時，字型與色彩配置的交互作用無顯著影響，其主要效果則有顯著影響。以 Duncan's test 來做事後比較，細明體與標楷體的辨識時間為一組，細明體與黑體的辨識時間為一組，兩組之間有顯著差異，三者之中以黑體字的辨識時間最短；色彩配置則是三種皆有顯著差異，以棕底白字的辨識時間最短。

表 4-6 LCD位置在右邊17°的字型與色彩配置的Simple main effect

Source	DF	MS	F value	Pr>F
色彩配置 (C)	2	247825.28	19.05	.0001**
字型 (F)	2	105921.01	8.14	.0006**
C × F	4	9761.43	0.75	0.5607

Duncan Grouping	Mean	N	字型
A	2061.30	30	標楷體
B A	2037.23	30	細明體
B	1999.20	30	黑體字

Duncan Grouping	Mean	N	色彩配置
A	2113.17	30	黑底白字
B	2025.30	30	白底黑字
C	1959.27	30	棕底白字

※時間單位為「ms」

## 5. LCD的位置放在右下38°時

我們固定LCD位置變項的水準為右下38°，分析字型與色彩配置在此情況下，對於辨識時間的影響為何。結果見表4-7。

當 LCD 位置固定在右下 38° 時，字型與色彩配置的交互作用無顯著影響，其主要效果則有顯著影響。以 Duncan's test 來做事後比較，發現黑體有顯著差異，其辨識時間最短，而細明體與標楷體則無顯著差異，以細明體的辨識時間較短。色彩配置則以棕底白字的辨識時間有顯著最短，黑底白字的辨識時間顯著地最長。

表 4-7 LCD位置在右下38°的字型與色彩配置的Simple main effect

Source	DF	MS	F value	Pr>F
色彩配置 (C)	2	178830.81	22.63	.0001**
字型 (F)	2	29410.74	3.72	0.0284*
C × F	4	11977.31	1.52	0.2055
Duncan Grouping	Mean	N	字型	
A	2125.10	30	標楷體	
A	2070.73	30	細明體	
B	2006.40	30	黑體字	
Duncan Grouping	Mean	N	色彩配置	
A	2164.47	30	黑底白字	
B	2053.47	30	白底黑字	
C	1984.30	30	棕底白字	

※時間單位為「ms」

#### 4.1.3 結論

綜合以上整體分析與細項分析的結果，在高度照明環境下，LCD位置與字型的交互作用對辨識時間有顯著影響，且其各因子水準間之simple main effect，除了LCD位置放在右下38°，亦都為顯著影響；以儀表板搭配黑體字的組合為最短辨識時間；當固定LCD位置時，字型與色彩配置同時產生顯著地影響，而字型與色彩配置的交互作用卻不顯著，因此，在高度照明環境下，此三項自變項的最佳組合為：LCD裝設在儀表板，背景/文字色彩為棕底白字，字型為黑體字，可使得其辨識時間顯著地少於其他各種組合。



## 4.2 低度照明環境

### 4.2.1 整體分析

本研究針對受試者在低度照明環境下所進行的中文字詞辨識速度實驗，按照實驗結果分析程序，如圖 4-1 所示 (Keppel, 1991)，先做一初步的整體分析，判斷各因子與其交互作用是否有顯著影響，再進一步細項分析有顯著影響交互作用與其因子。

從表 4-8 中得知，在  $\alpha = 0.05$  下，三因子交互作用並不顯著，LCD 的位置與色彩配置的交互作用對辨識時間有顯著影響， $F(4,216)=14.61$ ， $p < .0001$ ，LCD 的位置與字型交互作用對辨識時間亦有顯著， $F(4,216)=3.86$ ， $p = 0.0047$ ，其他不同因子的交互作用對於辨識時間的影響並不顯著。main effect 方面，只有 LCD 位置對辨識時間有顯著地主要效果。

表 4-8 目標字詞辨識時間的整體變異數分析表

Source	DF	Mean Square	F Value	Pr > F
組間變異				
LCD位置(L)	2	400159.03	23.03	.0001**
組內變異				
色彩配置(C)	2	21843.23	1.26	0.2863
字型(F)	2	7080.30	0.41	0.6658
CxL	4	253873.73	14.61	.0001**
FxL	4	67022.53	3.86	.0047**
CxF	4	12071.57	0.69	0.5962
LxCxF	8	27417.00	1.58	0.1319
Total	269			

※Dependent Variable: time。\*表示  $p < 0.05$ ，\*\*表示  $p < 0.01$ 。

#### 4.2.2 細項分析

由於有兩項交互作用顯著：LCD 位置×字型與 LCD 位置×色彩配置，我們先針對 LCD 位置×字型二因子交互作用做分析說明，之後再進行 LCD 位置×色彩配置二因子交互作用做分析說明，最後是單一因子 LCD 位置的個別水準分析，

##### 1. LCD位置與字型的二因子交互作用之Simple main effect

我們先檢定此顯著的二因子交互作用的各因子水準間之Simple main effect，結果如表 4-9。

結果顯示，當標楷體 ( $F(2,87) = 9.12, p = .003$ ) 搭配不同的LCD位置時，對辨識時間有顯著地影響，細明體也是同樣的情況 ( $F(2,87) = 17.07, p < .0001$ )。LCD在右邊 $17^\circ$  ( $F(2,87) = 3.45, p = .0362$ ) 時，搭配不同的字型對於辨識時間有顯著影響。再以Duncan's test做事後比較，結果顯示如表4-10，標楷體與細明體搭配LCD位置在右下 $38^\circ$ 時，此種組合的辨識時間顯著最長；LCD位置在右邊 $17^\circ$ 時，黑體與標楷體的辨識時間有顯著差異，以標楷體的辨識時間較短。

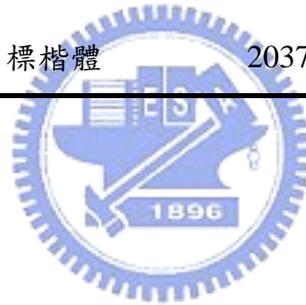
表 4-9 LCD位置與字型的Simple main effect分析摘要表

Source	DF	MS	F value	Pr>F
L×F1	2	214046.08	9.12	.0003**
L×F2	2	284362.88	17.07	.0001**
L×F3	2	35795.14	1.51	0.2258
F×L1	2	18088.34	0.80	0.4528
F×L2	2	79123.14	3.45	.0362*
F×L3	2	43913.88	2.41	0.0958

表 4-10 LCD位置與字型的Duncan's test 比較結果

有顯著的項目	LCD位置	Mean	N	Duncan Grouping
標楷體	右下38°	2150.57	30	A
	右邊17°	2037.97	30	B
	儀表板	1964.17	30	B
細明體	右下38°	2158.77	30	A
	右邊17°	2055.60	30	B
	儀表板	1985.20	30	C
	字型	Mean	N	Duncan Grouping
右邊17°	黑體字	2062.93	30	A
	細明體	2055.60	30	BA
	標楷體	2037.97	30	B

※時間單位為「ms」



## 2. LCD位置與色彩配置的二因子交互作用之Simple main effect

我們先檢定此顯著的二因子交互作用的各因子水準間之 Simple main effect，結果如表 4-11。

結果顯示，當黑底白字 ( $F(2,87) = 30.40, p < .0001$ ) 搭配不同的LCD位置時，對辨識時間有顯著地影響，白底黑字與棕底白字也是同樣的情況。LCD在儀表板 ( $F(2,87) = 27.25, p < .0001$ ) 與右下38° ( $F(2,87) = 8.67, p = .0004$ ) 時，搭配不同的色彩配置對於辨識時間有顯著影響。再以Duncan's test做事後比較，結果顯示如表4-12，三種色彩配置分別搭配LCD位置在右下38°時，此種組合的辨識時間顯著最長；LCD位置在儀表板與右下38°時，搭配黑底白字的組合的辨識時間顯著最長。

表 4-11 LCD位置與色彩配置的Simple main effect分析摘要表

Source	DF	MS	F value	Pr>F
LxC1	2	535683.65	30.40	.0001**
LxC2	2	314280.01	19.61	.0001**
LxC3	2	85941.68	4.50	0.0138*
CxL1	2	386011.54	27.25	.0001**
CxL2	2	4612.14	0.19	0.8297
CxL3	2	138967.01	8.67	.0004**

表 4-12 LCD位置與色彩配置的Duncan's test 比較結果

有顯著的項目	LCD位置	Mean	N	Duncan Grouping
黑底白字	右下38°	2222.33	30	A
	右邊17°	1995.72	30	B
	儀表板	1985.27	30	B
白底黑字	右下 38°	2188.57	30	A
	右邊 17°	2035.27	30	B
	儀表板	1994.43	30	B
棕底白字	右下 38°	2107.47	30	A
	右邊 17°	2018.83	30	B
	儀表板	2011.17	30	B
	色彩配置	Mean	N	Duncan Grouping
儀表板	黑底白字	2107.47	30	A
	棕底白字	1994.43	30	B
	白底黑字	1985.27	30	B

右下38°	黑底白字	2222.33	30	A
	棕底白字	2188.57	30	A
	白底黑字	2011.17	30	B

※時間單位為「ms」

### 3. 比較三種LCD的位置

我們將LCD的三個位置一起做單因子比較，其對辨識時間有顯著影響，以Duncan's test來做事後比較，結果如下表4-13，LCD放置在右下38°的辨識時間有顯著差異，其辨識時間最長，而右邊17°與儀表板的辨識時間則無明顯差異，其中以儀表板的辨識時間較短。

表 4-13 LCD位置的個別比較結果

Source	DF	MS	F value	Pr>F
LCD位置	2	400159.03	18.32	.0001**
Error	267	21840.14		
Total	269			

Duncan Grouping	Mean	N	LCD位置
A	2140.69	90	右下38°
B	2029.06	90	右邊17°
B	2021.69	90	儀表板

※時間單位為「ms」

表 4-14 LCD位置在儀表板的字型與色彩配置的Simple main effect

Source	DF	MS	F value	Pr>F
色彩配置	2	386011.54	29.11	.0001**
字型	2	18088.34	1.36	0.2614
C × F	4	30610.58	2.31	0.0649
Error	81	13258.80		

Duncan Grouping	Mean	N	色彩配置
A	2222.33	30	黑底白字
A	2188.57	30	棕底白字
B	2011.17	30	白底黑字

※時間單位為「ms」



#### 4. LCD的位置放在儀表板時

我們固定LCD位置變項的水準為儀表板，分析字型與色彩配置在此情況下，對於辨識時間的影響為何。結果見表4-14。

當LCD位置固定在儀表板時，字型與色彩配置的交互作用無顯著影響，其主要效果色彩配置則有顯著影響。由於variable word在此處顯示不顯著，而variable color則有顯著影響，因此以Duncan's test來做色彩配置的事後比較，結果顯示，代號2的白底黑字有顯著差異，其反應時間最短，黑底白字與棕底白字無顯著差異，以棕底白字的反應時間最短。

表 4-15 LCD位置在右邊17°的字型與色彩配置的Simple main effect

Source	DF	MS	F value	Pr>F
色彩配置	2	4612.14	0.20	0.8215
字型	2	79123.14	3.38	0.0389*
C × F	4	22593.68	0.97	0.4312
Error	81	23404.86		

Duncan Grouping	Mean	N	字型
A	2062.93	30	黑體字
B A	2055.60	30	細明體
B	2037.97	30	標楷體

#### 5. LCD的位置放在右邊17°時

我們固定LCD位置變項的水準為右邊17°，分析字型與色彩配置在此情況下，對於辨識時間的影響為何。結果見表4-15。

當LCD位置固定在右邊17°時，字型與色彩配置的交互作用無顯著影響，其主要效果字型則有顯著影響。由於variable color在此處顯示不顯著，而variable word則有顯著影響（但不強烈），因此以Duncan's test來做字型的事後比較，結果顯示，細明體與標楷體為一組，黑體與細明體為一組，兩組之間有顯著差異，以標楷體的反應時間最短。

#### 6. LCD的位置放在右下38°時

我們固定LCD位置變項的水準為右下38°，分析字型與色彩配置在此情況下，

對於辨識時間的影響為何。結果見表4-16。

表 4-16 LCD位置在右下38°的字型與色彩配置的Simple main effect

Source	DF	MS	F value	Pr>F
色彩配置	2	138967.01	8.99	.0003**
字型	2	43913.88	2.84	0.0643
C × F	4	13701.31	0.89	0.4762
Error	81	15463.03		

Duncan Grouping	Mean	N	色彩配置
A	2107.47	30	黑底白字
B	1994.43	30	棕底白字
B	1985.27	30	白底黑字

※時間單位為「ms」

當 LCD 位置固定在右下 38° 時，字型與色彩配置的交互作用無顯著影響，主要效果色彩配置則有顯著影響。由於 variable word 在此處不顯著，而 variable color 則有顯著影響，因此以 Duncan's test 來做色彩配置的事後比較。結果顯示，黑底白字的辨識時間顯著最長，白底黑字與棕底白字則無顯著差異，但兩者以白底黑字的辨識時間較短。

#### 4.2.3 結論

綜合以上整體分析與細項分析的結果，在低度照明環境下，LCD位置與字型的交互作用對辨識時間有顯著影響，其中以LCD位置在儀表板搭配標楷體的組合，可得到最短辨識時間；LCD位置與色彩配置的交互作用亦對辨識時間有顯著

影響，其中以LCD位置在儀表板搭配白底黑字的組合，可得到最短辨識時間。因此，此三項自變項的組合為：LCD裝設在儀表板，背景/文字色彩為白底黑字，字型為標楷體，可使得其辨識時間顯著地短於其他各種組合。



## 第五章 研究討論

本章節將針對上一章的研究結果與過去研究者的建議與發現做一綜合的討論，以本研究的自變數來分節次討論，第一節是探討 LCD 裝設位置的結果，第二節是討論背景/文字色彩配置組合的結果，第三節是對字型的實驗結果做一討論，第四節為三者的綜合討論。

### 5.1 LCD 的裝設位置

在高度照明環境下，對於文字辨識時間，LCD位置與字型之間產生顯著地交互作用關係，卻與背景/文字色彩配置的交互作用不顯著，也就是說，背景/文字色彩配置對於LCD位置實驗水準之間的變異並未有顯著地貢獻。再進行細項分析，先將三個LCD位置一起比較，結果發現儀表板位置的辨識時間顯著地最短，與 Kiefer (1991) 的研究結果一致，而右下 $38^{\circ}$ 的辨識時間則顯著地最長，此位置的 information access cost 屬於 Head field (W.J. Horrey & C.D. Wickens, 2002)，需轉動頭部，並且超過 Woodrow and Thomas (1997) 的顯示器建議範圍，因此，LCD 裝設在儀表板對視線轉移的影響最小。另外，右邊 $17^{\circ}$ 的眼距較儀表板為長，需側移眼球，移動角度比儀表板位置大，因此辨識時間次之。此實驗結果符合本研究假設三：LCD 的安裝位置對辨識績效有顯著影響，以儀表板的位置為最佳。

個別分析每一個LCD的位置，三種位置的字型與色彩配置的交互作用皆無顯著影響，而是主要效果字型與色彩配置則有顯著影響，標楷體的辨識時間顯著地最長，以黑體的辨識時間較短；色彩配置則以棕底白字的辨識時間顯著最短，黑底白字顯著最長，兩種色彩配置皆為暗底亮字，此實驗結果與 Lin (2002)、Shieh 和 Lin (2000)、王安祥與陳明德 (2001)、Sander and McCormick (1998) 所進行的研究結果並不一致，推測可能是因照明亮度的不同所導致，前述學者所進行的實驗是在一般白色燈光照明下，範圍在 $200lx \sim 400lx$ ，本實驗照度則為 $2000lx$ ，使得白

底黑字的主觀亮度被環境亮度減弱。

相較兩種照明環境，發現環境照度會顯著影響LCD的辨識正確率，照明愈亮愈有利於辨識，與Shieh 和Lin (2000) 的研究結果一致，在低度照明環境下，由於照度不足，較高度照明環境多了LCD位置與色彩配置的二因子交互作用有顯著影響。在此情境中，比較LCD的三個位置，放置在右下38°的辨識時間顯著最長，而右邊17°與儀表板的辨識時間則無明顯差異，其中以儀表板的辨識時間較短，可能是因環境照度只有6 lx，LCD成為明顯的發光體，會自然的吸引眼睛的視線。對個別位置分析，發現字型與色彩配置對三種位置的影響各異，在儀表板與右下38°時，僅色彩配置對辨識時間有顯著影響，並且以白底黑字顯著地最短，黑底白字的平均辨識時間最長；在右邊17°時，則是字型對辨識時間有顯著影響，以標楷體的平均辨識時間最短，但色彩配置還是以白底黑字地平均辨識時間最短（無顯著影響）。因此，環境照度只有6 lx時，LCD發出的白光是最強烈、最醒目的目標，強化了白底黑字的主觀亮度。

所以，儀表板為LCD在駕駛艙時，在高度與低度兩種照明環境下，視線轉移時間最短，對於行車安全的影響為最小。

## 5.2 背景/文字色彩配置

在高度照明情境中，色彩配置的主要效果顯著影響辨識時間，但與其他因子的交互作用則不顯著，也就是說，色彩配置對字型與LCD位置的水準之間的變異並未產生顯著地貢獻，對照LCD位置的個別分析結果，發現色彩配置對個別水準有顯著影響，但三者的Duncan's test的結果卻是一致的，以棕底白字的平均辨識時間顯著最短，以黑底白字的平均辨識時間最長，所以色彩配置與LCD位置的二因

子交互作用不顯著，此實驗結果以暗底亮字為最佳辨識速度，與多位學者針對LCD色彩配置的探討結果不同，推測可能原因是除了環境照度不同，還有LCD的大小也不同，前述學者所採用的是14吋LCD，本實驗所採用的是7吋LCD，目標訊息範圍明顯小了很多，並且不是放置於受試者的正前方，不在受試者的主要視野範圍內，只有在提示音出現時才需要轉移視線看向LCD，因此減弱了色彩配置的變異。

所以，棕底白字適用於此三種 LCD 的裝設位置，可使得辨識績效最佳，而黑底白字的辨識績效最差。

在低度照明環境中，由於環境照度只有 6 lx，產生 LCD 位置與色彩配置的二因子交互作用顯著，而且色彩配置對三種位置的影響各異，在儀表板與右下 38° 有顯著影響，白底黑字的平均辨識時間顯著地最短，對右邊 17° 則不顯著，此實驗結果與高度照明環境不同，因此，當在車內環境時，此三種色彩配置並沒有可同時使用於高度照明環境與低度照明環境的色彩組合，必須採用切換的方式，在高度照明環境時採行棕底白字，在低度照明環境時切換成白底黑字。但必須注意的是，由於白底黑字太過醒目，會吸引目光不由自主地看向該目標物，可能反而會增加視線轉移的頻率。/

本研究結果符合研究假設一：在不同的照明情況下，其適用的背景與文字的色彩配置並不相同。

### 5.3 字型

在高度照明環境下，字型與LCD位置二因子交互作用對辨識時間有顯著影響，在LCD位置與字型的Simple main effect分析表中，同一種字型在三個不同的LCD位置時，其辨識時間有顯著的差異，同一個LCD位置所呈現的三種不同字型，

放在儀表板與右邊 $17^\circ$ 時，對於辨識時間有顯著影響，在右下 $38^\circ$ 的檢定結果卻不顯著，推測原因可能是由於視線移動距離最長，平均辨識時間也就最長，減弱了字型水準之間的變異顯著程度。三種字型以黑體字的辨識時間顯著地最短，標楷體的辨識時間顯著地最長，此實驗結果與王天津與侯東旭（1996）、王安祥、陳綉雨與陳明德（2001）、張銘勳與鄭世宏（1996）、Shieh、Chen and Chuang（1997）的研究結果一致，黑體有較佳的搜尋正確率與辨識速度。

在低度照明環境下，字型與LCD位置二因子交互作用同樣對辨識時間有顯著影響，但是LCD位置與字型的Simple main effect分析表的結果與高度照明環境不同，只有標楷體與細明體搭配不同的LCD位置時，對辨識時間有顯著地影響，都是搭配LCD位置在右下 $38^\circ$ 時，此種組合的辨識時間顯著最長，黑體則無顯著影響，但搭配三種LCD位置的辨識時間都多於其他兩種字型，從細項分析中得知，只有LCD位置固定在右邊 $17^\circ$ 時，字型有顯著影響，細明體與標楷體為一組，黑體與細明體為一組，兩組之間有顯著差異，以標楷體的反應時間最短，因此，在低度照明環境中，字型以標楷體為佳。

所以，本研究結果符合本研究假設二：在高度照明與低度照明的情境下，不同字型對辨識速度有顯著影響。

#### 5.4 綜合討論

在第一章中曾提到，Dingus（1995）發現，駕駛人的安全平均瞥視時間為 1.28 秒，瞥視的頻率以不超過四次以上為標準，如果超過此頻率，則意外發生率會增加。Kimura、Marunaka、and Sugiura（1997）也提到了駕駛人容許自己視線偏離路面的時間，發現 95% 的駕駛人能夠容許的視覺分心時間是 1-2 秒，與本研究的

實驗分析結果對照，同時考慮高度與低度照明環境，LCD 的裝設位置以儀表板最佳，最多是 2.02sec，其次是右邊 17° 的位置；以色彩配置的水準項而言，高度照明情境的白底黑字平均辨識時間少於低度照明情境的棕底白字平均辨識時間，若不考慮切換背景/文字色彩配置的方式，建議採用白底黑字，可使得辨識時間在安全平均瞥視時間的範圍內；對於三種字型，雖然黑體在高度照明環境是最短辨識時間，卻是低度照明環境下的最差辨識效果，而標楷體的分析結果則為相反，只有 LCD 位置在儀表板時三種字型的辨識時間才落在安全平均瞥視時間的範圍內，因此，對於字型的影響必須再進一步做詳細的實驗探討，才能確認哪一種字型能夠適用 LCD 裝設在右邊 17° 與右下 38°。



## 第六章 結論與建議

本章節以三個節次說明結論與建議，第一節為本研究的結論，將整合本研究的成果；第二節為說明本研究之限制；第三節為建議後續研究可進行之方向，整個做一整理說明。

### 6.1 研究結論

由於汽車科技的持續進步，車載資訊系統的功能也就隨之擴張、強大，負責呈現訊息在人們眼前的顯示介面，其設計亦更顯重要，因為車內環境是一動態環境，車子在振動與移動中，乘駕人員也在移動中，週遭的環境隨時在變動，風險程度也是無法確定及難以量化的。本研究針對在高度（2000 lx）與低度（6 lx）兩種不同的照明環境下，探討 LCD 的裝設位置、螢幕採用的背景/文字色彩的配置、中文字型對於辨識績效的影響。

結果顯示，在高度照明環境下，只有字型與 LCD 裝設位置的二因子交互作用顯著，由於照明充足，眼睛可辨識清楚目標字詞，降低色彩配置的影響，其辨識時間最短的組合為 LCD 裝設在儀表板，色彩配置為棕底白字，字型為黑體；但在低度照明環境下，照明不足會影響辨識績效，其辨識時間顯著多於高度照明環境，由於眼睛的辨識力降低，使得二因子色彩配置與 LCD 裝設位置和字型與 LCD 裝設位置的交互作用影響顯著，其辨識時間最短的組合為 LCD 裝設在儀表板，色彩配置為白底黑字（對比最大），字型為黑體。

另外，針對三項自變項的探討，當 LCD 裝設在儀表板時，不論高度或低度照明環境，其辨識時間皆顯著地最短，優於其他兩種裝設位置，由於視距最短，不需要轉動頭部，受到字型的影響最小。

對於背景/文字色彩配置，高度與低度照明環境所適用的色彩組合並不相同，棕底白字適用於高度照明，白底黑字適用於低度照明，黑底白字則顯著地較差，不適用在此兩種照明情境。關於字型，不論高度或低度照明環境，標楷體的辨識

績效顯著最差，而黑體字適用於此兩種照明情境。

最後，對於資訊的顯示需符合可見性（visibility）、可辨性（legibility）與可讀性（readability）的要求，以及安全平均瞥視時間為 1.28 秒，建議資訊介面的設計為 LCD 裝設在儀表板，色彩組合為白底黑字，字型則可為黑體或標楷體。

## 6.2 研究限制

本研究在整個研究過程中，遭遇到一些限制必須加以說明。

- 一、本實驗採用的 LCD 背景/文字色彩配置此項實驗變項水準，係根據過去研究 LCD 的文獻中，以及市面上販售的車載資訊系統所使用的色彩配置，挑選出三個比較具有代表性的實驗水準，並未探討所有可能的色彩配置在此兩種照明情況下的辨識績效，因此，對於其他色彩配置是否會產生更好或更差的辨識績效，則無從得知。
- 二、本研究所採用的 LCD 是 VGA 解析度 480x234 的彩色 7 吋 LCD，其解析度在目前的相關產品中是屬於等級較差的，對於市售率最高而解析度等級較高（如 800x600）的 LCD，其辨識績效是否會更好則需再重新研究。
- 三、實驗的設備佈置是在實驗室中，並未模擬出車內環境的變動、振動與狹窄，因此，在高擬真度的模擬環境下，本研究的三項自變數會如何影響辨識績效，則必須再重新設計實驗。

## 6.3 後續研究建議

本研究對於往後的相關研究，有下列幾點建議：

- 一、背景/文字色彩配置：本研究實驗之背景/文字色彩配置僅採用三個實驗水準，建議未來的研究者可增加實驗的水準數，採行更多的色彩組合，探討其產生的效應。
- 二、實驗設備：本研究所採行的 LCD 的解析度僅有 480×234，並非主流商品，建議未來研究者可採用時下的主流商品，縮短實際與理論的差距。
- 三、受試者：如果時間與成本許可，由於年齡會影響眼睛的辨識力，建議未來研究者可將受試者以年齡分群，分成老中青三群。
- 四、實驗情境：如果成本許可，建議未來研究者可增加模擬車內環境的擬真度，可使得結果更接近實際情況。



## 參考文獻

### 中文部分

- 1.王天津、侯東旭(1996),「中文字型與字體大小對閱讀與搜尋作業績效影響之研究」, 高雄工學院學報, 第三期, 頁 1-15。
- 2.王安祥、陳明德(2001),「LCD 螢幕極性及目標/背景亮度對比對使用者辨識力及主觀偏好的影響」, 工業工程學刊, 第 18 卷, 第 2 期, 頁 95-101。
- 3.王安祥、陳琇雨、陳明德(2001),「螢幕類型文字/背景色彩組合及中文字型對使用者視覺績效及視覺疲勞的影響」, 工業工程學刊, 第 18 卷, 第 6 期, 頁 53-62。
- 4.吳瑞屯、劉英茂(1987),「中文字詞語音、語意屬性的研究」, 國科會專題研究計畫成果報告, NSC 75-0301-H002-24。
- 5.李冠慰(2000),「LCD 之影像極性顏色配置與底圖對搜尋績效與主觀評量的影響」, 國立清華大學工業工程與工程管理學系碩士學位論文。
- 6.林清泉、謝光進(2001),「文字色彩與文字筆劃數對中文單字視認績效的影響」, 人因工程學刊, 第 3 卷, 第 1 期, 頁 33-40。
- 7.張銘勳、鄭世宏(1996),「中文筆劃數及字形於 VDT 顯示幕之閱讀視認性研究」, 工業設計, 第 25 卷, 第 2 期。
- 8.教育部(1982), 常用國字標準字體表, 正中書局。
- 9.蔡登傳、謝光進(2000),「文字類型與閃現時間對視認度影響之研究」, 人因工程學刊, 第 2 卷, 第 1 期, 頁 41-49。
- 10.蔡登傳、羅書宜、蘇育瑾(2000),「五種中文字體視度的比較研究」, 工業設計, 第二十八卷, 第一期, 頁 14-19。
- 11.嚴貞、黃琚雅(2001),「中文字在電腦顯示器上視認性之研究」, 科技學刊, 第 10 卷, 第 6 期, 頁 489-496。

英文部分

1. Ahlström,G., Lowden,A., Malmkvist,H., Schenkman,B., Stöhr,R., and Weselka,R.(1992).” Field study of a new type of computer screen technology”, Proceedings of the Third International Scientific Conference on Work with Display Units . Berlin, Germany.
2. Anderson,T.(1986). “LCD screens rival the CRT”, Systems International , 14(6), 60-71.
3. Chin-Chiuan Lin(2003), “Effects of contrast ratio and text color on visual performance with TFT-LCD”, International Journal of Industrial Ergonomics , 31,65-72.
4. Dave,L.,Matti,L., and Heikki,S.(1999).”.Detection thresholds in car following situations and peripheral vision : implications for positioning of visually demanding in-car displays”, Ergonomics ,42(6), 807-815.
5. Dengchuan Cai,Chia-Fen Chi,Manlai You(2001).” The legibility threshold of Chinese characters in three-type styles”, International Journal of Industrial Ergonomics , 27, 9-17.
6. Dingus,T. A., McGehee,D., Hulse,M., Jahns,S., Manakkal,N., Mollenhauer,M., and Fleischman,R. N.(1995).TravTek evaluation task C3-camera car study .Federal Highway Administration Tech.Rep.No.FHWA-RD-94-076 .Washington, DC.
7. Douglas C.Montgomery (2001).Design and Analysis of Experiments .Sixth Edition. John Wiley&Sons , Publishers.
8. Fukuzumi,S., Yamazaki,T., Kamijo,K., and Hayashi,Y.(1998). “Physiological and psychological evaluation for visual display color readability: a visual evoked potential study and subjective evaluation study”, Ergonomics , 41(1),89-108.
9. Horrey,W. J., and Wickens,C. D.(2002).Driving and side task performance: the effects of display Clutter, Separation , and Modality. Human factors division institute

- of Aviation Technical Report AHFD-02-13/GM-02-2
10. International Standard ISO 15008-1 Road Vehicles-Ergonomic Aspects of In-Vehicle Presentation for Transport Information and Control System. Part 1:Specifications.
  11. Karl,R.,Valdimar,B.,Leif R.,Hedman(1999).”The effect of concurrent task difficulty on working memory during simulated driving”, Ergonomics , 42(5),767-777.
  12. Keppel G. (1991). Design and Analysis : A researcher’s handbook. Prentice-Hall, New Jersey .
  13. Kiefer, R. (1991). Effect of a Head-Up Versus Head-Down Digital Speedometer on Visual Sampling Behavior and Speed Control Performance During Daytime Automobile Driving (SAE Technical Report Paper No. 910111). New York: Society of Automotive Engineers.
  14. Kimura,K.,Marunaka,K.,Sugiura,S.(1997).”Human Factors Considerations for Automotive Navigation Systems and Voice Guidance.” In: Y. Ian Noy(Ed.), Ergonomics and Safety of Intelligent Driver Interfaces , Lawrence Erlbaum Associates, 153-167.
  15. Kong-King Shieh,Ming-Te Chen,Jun-Huei Chuang ( 1997 ) ,“Effects of color Combination and Typography on Identification of Characters Briefly Presented onVDTs”, International Journal of Human-computer interaction , 9(2), 169-181.
  16. Kong-King Shieh(2000) ,“Effects of screen type, ambient illumination, and color combination on VDT visual performance and subjective preference”, International Journal of Industrial Ergonomics , 26 , 527-536.
  17. Mills,C.B., Weldon,L.J.(1987).”Reading text from computer screens”, ACM Computing Surveys , 19,329-358.
  18. Post,D. L., and Reinhart,W. F.(1997). “Image quality of two-primary color active-matrix liquid-crystal display”, Human Factors , 39(4),618-641.

19. Sanders, Mark S., and McCormick, Ernest J. ( 1998 ) . Human Factors in Engineering and Design 7<sup>th</sup> . McGraw-Hill, Singapore.
20. Stix, G. (1989). "Manufacturing hurdles challenge large LCD developers", IEEE Spectrum , 26 (9), 36-40.
21. Woodrow Baefield , and Thomas A. Dingus ( 1997 ) . Human Factors in Intelligent Transportation Systems. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers .
22. Y. Ian Noy (1997). Ergonomics and Safety of Intelligent Driver Interfaces. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.



## 附錄一 實驗指導語

謝謝您願意參加本次的實驗，本實驗是請您辨識出 LCD 上隨機出現的街道名，實驗方式是：請您正對著撥放路況影片的 CRT，當有提示音「ㄉㄤ」出現時，才轉移視線去看 LCD，然後正確且儘快地辨識出 LCD 上出現的中文路名，當您辨識出該中文路名時，請立刻唸出來，聲音大小以我能聽到的音量即可，即為完成辨識動作。在實驗進行前，您可以稍做練習。本次實驗約歷時 25~35 分鐘。

以下為本實驗步驟：

1. 量測視力與是否有色盲。
2. 抽籤一實驗編號。
3. 調整座位，兩眼注視正前方的 CRT。
4. 準備就緒後，請開始觀看前方的路況影片。
5. 有提示音「ㄉㄤ」出現時，請儘快地轉移視線看向 LCD，並正確地辨認出 LCD 上的街道名，清楚的唸出來
6. 反覆執行上述步驟，一種背景/文字色彩配置為一回合，實驗共有三回合，每回合結束時會有中場休息約 5 分鐘。
7. 實驗結束。

如果您對以上的實驗說明尚有不明白之處，請馬上提出詢問；若您已經完全了解上述之說明，煩請填寫以下資料。

抽籤編號：

姓名：\_\_\_\_\_ 性別：\_\_\_\_\_ 系級：\_\_\_\_\_

實驗時間：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日\_\_\_\_\_時\_\_\_\_\_分