

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

GPS 導航裝置的人機互動操控模式之發展

Development of a Human-Computer Interaction Operating Model for the
In-Vehicle Navigation System

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：**NSC 99-2221-E-343-008-MY3**

執行期間：**99年 8月 1日至 102年 7月 31日**

執行機構及系所：**南華大學 創意產品設計學系**

計畫主持人：**林銘泉 教授**

共同主持人：

計畫參與人員：**林俊朋、潘齊偉、簡紫岳、邱鈺仁、張繼洋、徐于玲、李治賢、
蔡靜玫、洪煜清、張繼洋、黃冠霖、張勻柔、歐欣宜、吳宜娟**

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

中 華 民 國 102 年 7 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

GPS 導航裝置的人機互動操控模式之發展

Development of a Human-Computer Interaction Operating Model for the In-Vehicle

Navigation System

計畫編號：NSC 99-2221-E-343-008-MY3

執行期限：99 年8 月1 日至 102 年7 月31 日

主持人：林銘泉 教授 南華大學 創意產品設計學系

計畫參與人員：林俊朋、潘齊偉、簡紫岳、邱鈺仁、張繼洋、徐于玲、李治賢、

蔡靜玫、洪煜清、張繼洋、黃冠霖、張勻柔、歐欣宜、吳宜娟

E-mail：minglin@mail.ncku.edu.tw

中文摘要

GPS(Global Positioning System)車用導航系統，隨著電腦、通訊、消費性電子等資訊技術的發展，已可使其導航用途結合其他相關的通訊、資訊、娛樂等功能，提供使用者更多行車資訊、休閒娛樂與個人化服務的訊息互動。車用導航系統之功能越多樣化，卻不一定為使用者所需。過多的附加功能與資訊顯示，反可能造成駕駛者在使用 GPS 導航裝置的過程中，增加心理壓力負荷，如：提供不適當的介面資訊，造成使用者操作上的困難；不適合的圖示設計與介面框架配置，易讓使用者產生混淆。其次，多餘的附加功能服務，加上不恰當的層級配置，也會讓駕駛人在尋找所需功能時，花更多的時間，並增加駕駛人的心理負荷。因此，GPS 車用導航系統在人機互動介面的發展上，應遵循使用者的認知行為，來進行設計與開發。本計畫主要針對 GPS 的人機互動過程中，分析各資訊傳遞關鍵因子對使用績效的影響程度，並以市面上車用導航系統，作資料搜集與調查。透過 GPS 導航系統圖形介面、選單分層與電子地圖資訊顯示模式等三個階段的最佳化評估與分析，重新規畫一個符合使用者需求的 GPS 導航系統，並以虛擬實境模擬駕駛實驗，來評估系統操作之績效與改善的效益。

本計畫第一年以市面上車用導航系統所提供之功能作現況需求調查，運用集群分析，界定功能項目所應歸屬的層級；再以模糊層級分析獲得選單框架之設計因子，進行最佳功能圖示之評選與設計。由得到之需求度高的功能項目與分群規則、介面設計因子與最佳功能圖示特徵，作為系統介面之建構。本研究第二年之發展，以攜帶型導航裝置為對象，探討文字數位內容在螢幕上字體顯示之最適化模式，讓使用者有良好的觀視與操作畫面。研究過程共歸納 67 種攜型導航裝置，來設計模擬導航畫面，並由蒐集之 48 組文字配色，篩選 26 組高視認性配色進行階層式集群分析來確認代表性配色。同時進行文字式樣及屬性閾值調查，以確認實驗中各項供受測者調整之參數。特徵資料及實驗數據，則供倒傳遞類神經網路訓練，並以兩族群之正規化特徵參數，透過已訓練之類神經網路，來進行文字最適化顯示之推論。研究結果應可縮短數位內容設計師的文字設定程序，並快速提供裝置畫面中之配色、字型、字體大小、行距與字距之最適顯示建議。本研究第三年之發展，基於許多汽車廠商導入原用於航空飛行器的抬頭顯示器於汽車資訊顯示界面設計，以提升行車效率及安全，故透過實驗分析與類神經網路模擬，利用 HUD(Head-up Display) 抬頭顯示器技術，探討能提升駕駛績效之投影導航資訊，及其圖像方式呈現，並找出適合不同族群之投影式導航介面與其投影位置，以給予設計師一個客觀的最適化介面建議。

預期本計畫之執行，將獲得 GPS 導航系統之圖形介面構成因子與使用者認知之關係性，及 GPS 導航系統之功能項目選單分層結構，對使用者操作資訊接收績效與心理負擔之影響。建構之 GPS 導航系統電子資訊顯示模式，對使用者於駕駛過程中，認知之 GPS 系統使用介面與資訊傳遞模式，提供參考之依據，使人機互動模式走向更人性化與更智慧化的發展。

關鍵詞：車用導航系統、人機界面互動、圖形介面、文字數位內容、抬頭顯示器

Abstract

With the technological development of computer, communication, consumer electronics and related products, the global positioning system (GPS) of in-vehicle navigation systems (IVNS) can be integrated with communication, information, entertainment and personal service products. However, the in-vehicle navigation systems may not reach users' requirements although nowadays they offer more various functions. In fact, too many additional functions and information will increase users' burden. For example, inadequate user interface information, might cause the user difficult to operate; unsuitable icons and inappropriate framework configuration will confuse users; redundant functional items and unsuited hierarchical configuration are not only waste drivers' time on looking for the functional items but also increase the driver's mental workload. Therefore, the human-computer interaction interface in the in-vehicle navigation systems should be designed and developed based on users' cognitive behavior to present the content with the most comprehensible way. The objective of this research project is to analyze the influence of operation performance caused by key factors that transmit information in the process of human-computer interaction when using an in-vehicle navigation system. Followed three stages of assessment and analysis on graphical user interface, hierarchical menu, and the information display mode of electronic guide map, the in-vehicle navigation system will be re-constructed based on the data collection and analysis of marketed in-vehicle navigation systems. In this research, the concept of virtual reality (VR) will be applied to develop a simulation experiment of vehicle driving to assess the operation performance and improvement of the system.

In the first year of this research, a market survey was proceeded to identify user requirements for functional items of in-vehicle navigation systems. The hierarchical cluster analysis was used to classify the hierarchical configuration of functional items. Note that the fuzzy analytic hierarchy process was also used to determine the design factors of framework configuration. A process for the design of the functional icons was employed. At the end, an in-vehicle navigation system was developed based on the high demand functional items and clustering rules, design factors of interface and the features of functional icons. The second year of this research takes the PND (Portable Navigation Device) type of INVS as a targeted product to develop the optimum display of character images. The research collected 67 PND to generalize a simulated screen that represents navigation screen for the optimum-experiment and reduced the number of 48 groups of character images to 26 groups. These 26 groups of character images use the hierarchical cluster analysis to identify 10 represented fore-color/back-color images and 3 character-attributions and character-styles as the foundations in the optimum experiment. The information of users' features and experimental data will be applied in the training-stage of neural network. The research inputs 2 groups of user feature data into the trained network as samples to generate 2 optimum displays of character images. The recommended character images can be applied to the development of digital contents and reduce the time in setting attributions of character images. As to the third year, the research focuses on the projection techniques of Head-up display (HUD) in the in-vehicle navigation systems. The research explores the feasibility of INVS using HUD techniques on windshield instead of lower driver's head to see the monitor. To help determine the essential information of INVS for safe driving, the research makes experimental analysis and Back-Propagation Neural Network training. The projector-style navigation interface for different ethnic groups and its projection position is then identified and recommended.

It is expected that through the implementation of this research, the following results can be obtained: (1) the connection between the factors of graphical user interface in the in-vehicle navigation system and user awareness, (2) the optimum structure of the hierarchical menu and digital contents on operation performance, and (3) an appropriate mode of electronic information display on windshield of vehicles. In addition, this research will provide referencing information and research process with designers to help establish users' awareness on the graphical user interface and the information transmission mode of in-vehicle navigation systems to make human-computer interaction be more humanized and intelligent.

Keywords : In-Vehicle Navigation System, Icon Design, Interactive Interface Design, Digital Contents, Back-Propagation Neural Network, Head-up display, Graphical User Interface

目錄

目錄	III
圖目錄	IV
表目錄	V
一、前言	1
1. 研究背景	2
2. 問題陳述	2
二、研究之目的	3
三、文獻探討	3
1. 數位內容文字配色與樣式	3
2. 抬頭顯示器	3
3. 集群分析	4
4. 類神經網路	5
四、研究方法	6
1. 第一年期之發展	6
2. 第二年期之發展	15
3. 第三年期之發展	21
五、結論與討論	33
參考文獻	33
附錄：本研究計畫之論文發表情形	35

圖目錄

圖 1 BMW 7-series 所使用之車用抬頭顯示器畫面	4
圖 2 抬頭顯示器投影示意圖	5
圖 3 本研究第一年之發展流程圖	7
圖 4 候選介面框架之模糊層級架構	8
圖 5 能項目之象徵圖示候選	10
圖 6 計完成之各功能項目圖示	10
圖 7 介面功能項目的層屬架構	11
圖 8 互動式介面操作流程圖	11
圖 9 實際系統介面測試圖	11
圖 10 系統界面差異實驗流程圖	12
圖 11 實驗組系統介面的任務操作步驟	13
圖 12 對照組系統介面的任務操作步驟	13
圖 13 本研究第二年之發展流程圖	16
圖 14 本研究選定之導航畫面種類	17
圖 15 實驗模擬畫面之文字區塊配置圖	18
圖 16 實驗模擬之導航畫面	32
圖 17 實驗操作介面	32
圖 18 實驗配置模擬圖	20
圖 19 族群一文字顯示最適化範例模擬示意圖	20
圖 20 車體結構參數對照圖	21
圖 21 群集一樣本顯示之使用者介面	26
圖 22 實驗環境配置圖	27
圖 23 模擬實驗使用者操作介面示意圖	27
圖 24 實驗流程圖	27
圖 25 本研究所建構之倒傳遞類神經網路架構圖	29
圖 26 受測者個人特徵參數正規化數據	29
圖 27 衛星導航使用者操作介面各項參數正規化數據	29
圖 28 倒傳遞類神經網路各項參數設定	30
圖 29 倒傳遞類神經網路各項訓練條件參數設定	30
圖 30 倒傳遞類神經網路訓練目標值達成情形	31
圖 31 目標族群之正規化數據	31
圖 32 倒傳遞類神經網路所推論之輸出值（正規化數值）	31
圖 33 類神經網路推薦之男性目標族群的最佳介面功能圖示及位置	32
圖 34 類神經網路推薦之女性目標族群的最佳介面功能圖示及位置	32

表目錄

表 1 縮減後之九組使用情境	22
表 2 介面選單框架之構成要素與水準	22
表 3 介面設計因子與水準之模糊評判矩陣	23
表 4 實驗任務列表	13
表 5 任務達成績效高低比較紀錄表	14
表 6 使用者介面準則評量統計表	14
表 7 受測者意見歸納表	28
表 8 五大廠牌涵蓋之功能項目表	17
表 9 配色組合群組合併表	18
表 10 文字閾值調查結果	18
表 11 汽車車體結構資料	22
表 12 模擬實驗環境佈置之汽車車體結構參數值	22
表 13 衛星導航抬頭顯示器樣本之功能分類表	23
表 14 衛星導航抬頭顯示器各項功能之使用者介面規格表	24
表 15 導航介面功能圖像設計	25
表 16 受測者個人特徵資料 (部分資料)	28
表 17 衛星導航功能圖示參數數據資料 (部分資料)	28

一、前言

由於汽車智慧科技的不斷發展與進步，除要求基本功能及安全性外，更將舒適感、便利性、行車效率、人數、外觀設計等通盤條件列入選購的要素之中，促使許多企業推出車用周邊 3C(computer, communications, consumer-electronics)產品，如：行車紀錄器、衛星導航裝置(portable navigation device；PND)、攜帶型數位電視等，來滿足駕駛人及乘客個別方面的需求。車內智慧化設備所提供的功能大幅的提升，再加上智慧車的推行，使得未來 GPS 車用導航系統於操作介面上的資訊需求量大為增加。目前，國內外皆已發展出平民化的車用導航系統相關產品。市面上的車用導航系統更為了因應不同的車種，以及男女性駕駛者的駕駛習慣差異，也開始出現功能上的區隔與介面上的視覺化設計。消費者可依自己的喜好與使用需求，來選購適合自己的車用導航產品。GPS 車用導航系統的使用環境，是在行車前與行車中的使用情境，故最主要之導航功能，所提供之駕駛協助績效，也成為 GPS 導航系統發展的一大課題。值得提起的是良好的人機互動操控介面設計可提升任務執行效率，同時減少錯誤資訊的傳遞與降低交通意外的肇生。

GPS 導航系統的使用為一項人機互動的資訊傳遞過程，包含人對機的資訊輸入，即使用者針對自身需求的目的，藉由操作系統的過程將資訊傳達給 GPS 導航系統。此一過程可細分為三個部份，首先第一部分是使用者操作目的的定義，使用者於大腦意識中存在一目的性來驅使自身必須操作 GPS 系統。第二部份是使用者同義認知的圖形介面搜尋，不同的使用者對於相同的目的可能具有不同的陳述方式，而 GPS 系統在功能項目上，通常以一圖像搭配統稱之文字進行呈現，因此使用者在操控的過程中，將透過對圖像與文字的判斷，找尋與自身目的同義程度較高之 ICON 來進行操作，因而 GPS 系統介面與使用者認知度的關聯，將大大影響對 GPS 系統的使用績效。第三部份是階層式選單的瀏覽操作。目前，大部分 GPS 導航系統在功能項目選單設計上，均具有主介面、次介面、第三層子介面、甚至第四層子介面等，使用者在尋找與自身目的同義程度較高之 ICON 的過程中，並不是尋找單一圖形與文字，而必須思考自身操作目的陳述可能涵蓋於其他圖形介面之下。所以，選單的分層結構是否能貼近使用者的認知思考，也將對 GPS 系統之操作績效具有顯著的影響。而當使用者完成資訊的輸入後，人機互動的模式會改變為機對人的資訊回饋，即 GPS 導航系統必須對使用者正確操作後所需求之資訊，回饋給使用者。現行之 GPS 系統在此一過程中包含兩種不同之形式，第一種為語音傳遞，GPS 系統將以電腦語音的方式傳遞使用者所需資訊，使用者接收之管道為聽覺模式，優點是不影響駕駛行為的安全，但缺點是語音為電腦預設錄製，故使用者無法改變其聲調、清晰程度、播放頻率等屬性。第二種為電子地圖資訊顯示，GPS 系統將透過硬體螢幕顯示其路徑方案資訊，供使用者以視覺接收，並自行做出駕駛過程判斷。然而，電子地圖通常為一複合式資訊的傳達方式，通常於畫面會顯示一地圖模式、應遵循之行進方向、轉彎提示、行車速度、附近地標商店、目的地距離、當前時間等多種資訊之傳遞，且目前 GPS 導航系統所呈現之電子地圖資訊因其廠牌不同而有大幅之差異性，可能導致使用者的學習性降低，同時更可能因為複合資訊的過度複雜，在駕駛過程中造成注意力分散而影響行車安全。因此，探討電子地圖資訊顯示模式，如何準確有效率且不造成駕駛心理負荷來完成資訊的傳遞，是 GPS 未來發展相當重要的課題。

車用衛星導航裝置放置的位置多半外接於駕駛座前儀表板的右下方，視野範圍更因顯示螢幕與廠牌的不同，使其導航效率難以掌控。許多汽車大廠為解決這類問題，導入原本用於航空飛行器的抬頭顯示器(head-up display；HUD)於汽車資訊顯示界面設計之中，利用投影技術提供駕駛人必要資訊，以期提升行車效率及安全。這項投影技術應用於汽車設計為近年來才興起的一項研究課題，並且有可能成為未來衛星導航裝置發展的新形態，利用 HUD 技術該投影出哪些導航資訊，以及其圖像該以何種方式呈現能夠提升駕駛績效，這是值得深入探討的方向。

駕駛行為通常會牽涉到心智負荷之多寡，Rockwell (1972)提出在行車駕駛作業中有高達 90 %的資訊是由視覺管道所負責，因此在整個駕駛過程中，大部份的行車狀況與路況臨場訊息將佔用掉駕駛者大部分的視覺資源，所以在導航駕駛的過程中，GPS 導航系統所扮演之角色，必須以適量且容易理解之資訊傳遞，完成使用者的目的操作，進而確實提升駕駛行為的績效。Ken (2005)提到顯示器提供系統的操作狀態訊息供使用者理解，而控制設備是讓使用者採取必要的行動來改變系統的狀態，而 GPS 導航系統即具備此兩種特性，必須經由使用者的行動來讓系統做

出資訊的提供，因此導入良好的人機互動設計過程於 GPS 導航裝置的設計開發上，將大幅提升使用者之駕駛績效，同時也提升產品之競爭力。

1. 研究背景

現今之車用導航系統為因應不同車種，以及男女性的駕駛習慣差異，開始出現功能區隔與介面視覺差異化設計，使消費者可依自己喜好與使用需求來選購適合自己的車用導航系統產品。車用導航系統對駕駛人而言，其使用環境，可分為行車前及行車中兩種。當駕駛人於行車中使用多功能智慧化設備時，將會對其駕駛有顯著影響。通常好的系統使用者介面之設計，不但可提升駕駛者在執行任務時的效率，同時也可以減少操作上的錯誤與意外。

此外，3C 產品皆需要一個螢幕來進行設定及顯示數位內容，這些數位內容將提供使用者觀看及操作上的提示，甚至是娛樂休閒之功能；而網際網路的興起也與 3C 產品產生高度連結，使得產品的功能得以強化延伸具多元性。數位內容呈現方式多以圖片搭配文字及聲音或動態影像顯示，如電子書、電子報紙、電子刊物等。雖然圖片、影片及聲音能傳遞較為活潑感性之訊息，但唯有文字方能夠精準的描述完整的資訊。近年來，TFT-LCD 廣泛的應用在各項攜型裝置上，如 GPS 導航裝置、PDA(Personal Digital Assistant)、PND(Portable Navigation Device)與電子書等，故如何讓數位內容之文字顯示，能夠有好的表現形式是值得探討的課題。

隨著數位科技的日新月異，智慧型房車的發展已成為必然的趨勢；資訊媒體傳遞設備逐漸導入汽車設計中，將必要行車資訊視覺化以數位的方式呈現在電子螢幕上，用以呈現的電子螢幕從早期的 CRT (cathode ray tube)、LCD (liquid crystal display)，到近期科技大廠常用的 TFT-LCD (thin film transistor-liquid crystal display)，發展至最近開始引起關注的 HUD 投影技術，逐步提升使用者資訊接收的效率與反應時間。以傳統外接式的 TFT-LCD 為例，雖具備較佳的光學辨識及易調整性，但其擺放的位置受到汽車前座空間限制而受到侷限，並且通常無法與駕駛人行駛時的自然視線同方向，除了增加行車的危險性，更容易因為不良姿勢增加駕駛人的頸部負擔。而 HUD 的優勢在於是以投影的方式將必要行車資訊投射至前方透視屏，與正常駕駛時的觀看方向相同，使駕駛人的視線能兼顧實際道路狀況與必要行車資訊，而不用冒著行車危險大幅度改變視線方向；目前市面上 HUD 的投影位置通常在左前方擋風玻璃上，並在投射方向的玻璃背後貼上黑色半透明反射膜或隔熱紙，前儀表板上鋪上毛狀深色避光墊，防止鬼影的情況發生；投射的資訊占據駕駛人的視線面積不大，且圖示皆具有透明度，能夠穿透圖示看到車外的環境，減少發生交通事故的機率。

市售 HUD 具備的功能包含轉速、時速、水溫、超速警報、平均油耗顯示、瞬間油耗顯示等。另有少數車廠在其中加入衛星導航功能，隨時顯示道路最新狀況及該行駛的方向；相較於其他功能，導航資訊比較屬於需隨時留意的訊息，因為駕駛人只要稍微不留意就有可能走錯路線，甚至釀成重大車禍，因此將衛星導航裝置以抬頭顯示器的方式呈現更顯其必要性。

本研究第三年期將以抬頭顯示器的衛星導航功能作為主要研究對象，討論如何制定出適合投影用的衛星導航介面，讓駕駛人在短暫的時間內能閱讀到必要的資訊且快速作出反應。

2. 問題陳述

隨著電子科技產品的蓬勃發展，更多新技術不斷的引進各個領域。在交通運輸工具被廣泛使用的時代下，如何利用新技術來提升駕駛安全上的設計是一項值得探討的議題。本研究將針對市面上現有具備衛星導航裝置的抬頭顯示器提出四點問題進行討論。

- (1) 現有車用導航所提供的功能項目互有差異，且功能項目的數量與選單介面的分層設計協調性不足，造成使用者在介面操之適應困難。
- (2) 車用導航系統提供之多樣化功能，將使找尋所需功能的時間增多，造成駕駛人心理負荷與注意力難以集中，易產生潛在危險。
- (3) 車用導航的開發者多以自身地主觀經驗，來進行系統的設計與與功能項目的分層，易使開發後的系統未必符合使用者需求。
- (4) 市售車用導航系統前功能項目差異性大，使用者不易評估符合自己需求的產品。

二、研究之目的

本研究第一年期首先探討目前車用導航系統所涵蓋之功能項目及使用者對功能項目的需求程度，再以因素分析來得到車用導航系統的使用情境模式，接著進行功能項目與使用情境關聯度調查。關聯度調查的結果，則運用階層式集群分析來對功能項目進行分群與分層。接著以模糊層級分析法來決定選單框架的最佳設計因子及進行功能項目之最佳功能圖示的評選與設計。最後進行車用導航介面系統之模擬測試，並提出一個良好的互動介面設計模型。

本研究第二年期以攜帶型導航裝置作為研究之對象，其發展重點在找出文字顯示中各項參數的最適化組合，這些參數將依據背景顏色來做調整，參數分別為：(1)字色與背景色搭配(2)行之間的行距(3)字之間的字距(4)字體的大小(5)字型，藉此來給予攜帶型資訊產品文字上的進行最適化顯示模式推論。本研究之執行係透過互動式實驗，來取得此受測者於文字顯示方面最適化資料之數據，接著以倒傳遞類神經網路將實驗的資料及使用者特徵資料進行訓練，以建立一個數位內容文字顯示最適化的建議推論網路，而此機制會在數位內容設計上給予文字顯示模式的客觀評估與建議。

研究第三年期之發展重點要找出車用抬頭顯示器之衛星導航介面最適化呈現方式，並針對其功能的適切性進行討論。本研究將收集市面上具備衛星導航功能的抬頭顯示器，包括已上市之車種、車廠研發中之顯示模式、其他車用電子設備公司研發之產品等之圖像資料，將圖像樣本萃取出版面構成要素，再將各規格予以數據化進行集群分析，得出具代表性之群集介面樣本。這些介面樣本將做為模擬車內環境實驗時，受測者進行介面規劃的參考範本。透過模擬實驗可得出各受測者認為之最適化投影導航介面，將實驗數據歸納後以倒傳遞類神經網路進行線性分析，最終整理出一套最適化之 HUD 導航介面模式提供給相關設計師作為參考。

三、文獻探討

本研究將規劃一車用抬頭顯示器衛星導航之最適化圖像投影顯示模式，此系統之設計必須從現有投影導航樣本中，以集群分析法分群選出代表性之群集介面樣本，將這些代表性樣本做為範本，進行模擬車內環境實驗，以得出受測者認為之最適化投影導航介面。最後將所有受測者的數據以倒傳遞類神經網路做線性分析，得出一最適化抬頭顯示器之衛星導航介面模式。基於以上所述，本研究所探討的文獻包括：數位內容文字配色與樣式、抬頭顯示器、集群分析、類神經網路等四個部分。

1. 數位內容文字配色與樣式

本研究旨在探討攜帶型電子產品上之操作介面其文字對應背景之最適化顯示模式。Pastoor(1990)指出文字配色於監視器的辨識績效與主觀偏好，以冷色調的背景色彩較受到使用者喜好，而受試者較喜好文字以不飽和的色彩來呈現。Sanders 及 McCormick(1993)對螢幕顏色的使用所作的建議則是不要使用太多顏色，避免使用極端色及紅/藍、紅/綠、藍/綠等顏色組合，應該要提高文字/背景的色差。Mills 與 Weldon(1987)指出較小的字體，其閱讀速度卻比較大的字體快。莊仲仁(1982)指出字體大小對易讀性會產生影響，如雜誌圖書的內文字體大小，約在 9pt-10pt 左右為最佳。盧瑞琴(1995)探討字體大小對閱讀者的眼睛疲勞度之影響研究結果顯示，四組不同大小不同字體(2.5mm、3mm、3.5mm、4mm)，閱讀文章 20 分鐘後，字寬 4mm 之眼睛疲勞度增加最多，字寬 3.5mm 的字體引起眼睛疲勞最少。Darroch 等(2005)認為高齡者對 8、10、12 字級有較高的偏好。

2. 抬頭顯示器

汽車對人類社會來說是一項相當重要的設計，人類對於汽車的代步的功能是非常依賴的，但是隨著時代進化，人類已從過去只依賴汽車代步到現在追求駕車的感官刺激可以得知對汽車的要求不斷的提高，這也使得許多汽車大廠對於汽車的研發更具挑戰性。汽車技術的提升可以從很多方面下手，不外乎引擎的性能、操縱的感覺、內裝配備等等。依據台北市汽車電子展買主問卷調查結果，GPS (global positioning system)衛星導航系統與車用電腦的使用已經成為眾多愛車族最炙手可熱的話題。這代表著，新一代的駕駛者對於汽車上許多創新的人性化設計接受度越來越高，其中車用抬頭顯示器就是一項輔助駕駛之人性化概念的設計，藉由抬頭顯示器的輔助，將有效的

增加駕駛者的反應速度，使駕駛者免於低頭查看儀表板，以減少事故的發生得機率(Charissis et. al, 2006)。

抬頭顯示器是目前普遍運用在航空器上的飛行輔助儀器。所謂抬頭顯示器就是將一些重要的飛行數據投射在飛行員面前的一塊傾斜透明玻璃上，使飛行員可以專心看著前方操縱飛行和瞄準，而不必分心低頭來查看儀表，這點在空戰和超低空飛行時尤其重要(傅鏡平，1998)。因為 HUD 的方便性以及能夠提高飛行安全，民航機也紛紛跟進安裝。部分汽車業者也將此裝置應用於汽車的顯示方式上以提升行車安全。

汽車用抬頭顯示器吸取來自航空產業的技術，於 1988 年該技術首次出現在汽車上，起初曾做為一項安全特性安裝在通用汽車(General Motors: GM)的 Oldsmobile 和 Pontiac 系列車上，將重要的資訊如車速投影至距駕駛者前方約兩公尺處，使駕駛者可以在讀取的同時依舊將視線保持在前方，以增加行車安全。但事實上，抬頭顯示器一開始安裝在汽車上時就面臨了相當多的問題，例如光源亮度就是一個最大的問題，畢竟開車時複雜的背景相較於飛機在天上單調的背景，加上外在光害的問題、擋風玻璃反射產生鬼影的問題等等，這些問題都大大了影響人們對於抬頭顯示器的接受程度。圖 1 為 BMW 7-series 之車用抬頭顯示器畫面。



圖 1 BMW 7-series 所使用之車用抬頭顯示器畫面

抬頭顯示器主要是一種光學系統，利用光學反射的原理，將資訊影像投射在擋風玻璃上，而從駕駛者的位置向外看出，即可清楚地看到影像，此影像為虛像，大約會呈現於兩公尺外，漂浮在空中，如圖 2(傅士航，2010)。而內部構造主要由兩部份組成，一投射器(projector)，一是疊像鏡(combiner)。

- (1) 投射器：由訊號光源，投影鏡組及其他光學元件組成。訊號光源由陰極射線管或液晶顯示器等裝置構成，從訊號光源發出光線，透過投影鏡組投射至疊像鏡上。目前投射器的訊號光源已經漸漸改以發光二極管(light emitting diode; LED)或是雷射(laser)等技術取代，提供抬頭顯示器更清晰明亮的影像(Wanninger, 2005)。
- (2) 疊像鏡：疊像鏡主要任務是把前擋風玻璃外的景物與投射器射出來的影像重疊顯示在一起，並可用來修正投射器影像像差，以彌補投射器鏡組的不足。

3. 集群分析

集群分析之目的是在於將物件加以集結成群，使得在群體內的個體的同質性很高，而群體之間的異質性很高。本次研究主要用到的方法為集群分析中的非階層集群法，它能在分群的過程中，將原有的集群加以打散，並重新形成新的集群。非階層集群法也有幾種不同的計算方法，各種方法都是先選出某些種子點作為集群的中心。本次研究主要選用的 K 平均數法(K-means method)即屬於此類分析法，其物件打散後重新形成新的集群之特性，能幫助本研究於眾多受測

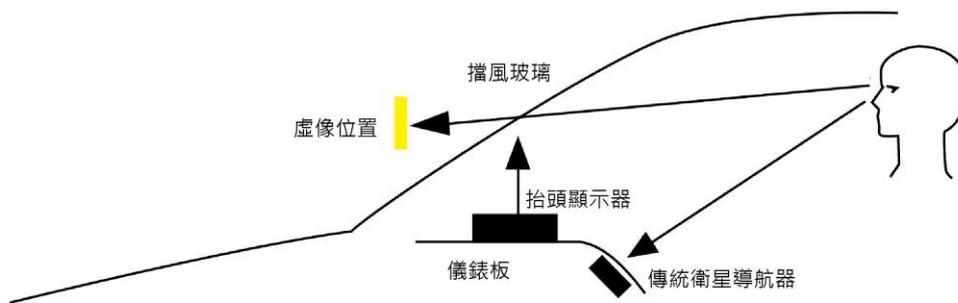


圖 2 抬頭顯示器投影示意圖

者所填寫之介面中歸納組合出具有代表性之群集介面樣本。

K 平均數法的演算步驟如下：

- (1) 將各個事物點（個體）分割成 K 個原始集群。
- (2) 計算某一個事物點到各集群的平均數(重心)的距離(距離的計算通常採用歐幾里得距離)，然後將一些事物點分派到距離最近的那個集群。重心計算後得到新事物點的那個集群的平均數，以及失去該事物點的那個集群的平均數
- (3) 重複步驟(2)，直到各事物點都不必重新分派到其它的集群時為止。

4. 類神經網路

一般來說，以人工智慧的方法來建立一個預測與評估模式系統的研究方式相當多，常使用的方式有：基因演算法(genetic algorithm; GA)、類神經網路、模糊理論與貝式網路(bayesian network)等，其中以類神經網路最為普遍。類神經網路，意指模仿生物神經網路的資訊處理系統，其更精確的定義是：一種計算的系統，使用大量簡單的相連人工神經元模仿生物神經網之能力。而人工神經元是生物神經元的簡單模擬，從外界環境或其它人工神經元取得資訊，並加以運算與輸出結果到外界環境或其它人工神經元（葉怡成，2001）。類神經網路特性為：嚴謹的數學基礎、平行處理的本質、容忍錯誤的能力、自我調適的能力、非線性的運算、輸入與輸出的對映以及具有學習的能力。由於類神經網路在處理形式套配、分類、函數近似、最佳化及資料分類都有很好的效果（張斐章、張秋麗，2005），因此被廣泛的應用於各個領域之分析、決策及預測用途，人工神經元之 Input 為輸入層、Neuron with bias 為人工神經元、P 為輸入值、w 為權重值、b 為閾值、a 為輸出值。本研究之介面最佳化顯示系統則需應用類神經網路之特性來建構。

倒傳遞類神經網路的架構，其輸入層和輸出層是用來表現輸入項與輸出值，兩者神經元數目是問題形式而定；在輸入層與輸出層之間有隱藏層，之所以稱為隱藏層，是因為該層與外界資訊隔離，網路只透過輸入層和輸出層作為對外的介面。隱藏層神經元數目往往以試誤法決定，隱藏層的層數可以依照問題複雜度由一層增加到數層。

而倒傳遞類神經的學習過程為主要可分為以下步驟（葉怡成，2001）：

- (1) 決定網路的層數及各層間神經元數目。
- (2) 隨機設定網路的初始加權值及初始偏權值。
- (3) 輸入訓練樣本及目標輸出值。
- (4) 計算網路的推論輸出值，其公式如下。

$$H_h = f(neth) = \frac{1}{1 + e^{-neth}} \dots\dots\dots(1)$$

$$neth = \sum_{i=1}^{N_{mp}} X_i W_{ih} - \theta_h \dots\dots\dots(2)$$

輸出層之推論輸出值計算式如下：

$$Y_j = f(netj) = \frac{1}{1 + e^{-netj}} \dots\dots\dots(3)$$

$$net_j = \sum_{h=1}^{N_{hid}} H_h W_{hj} - \theta_j \quad \dots\dots\dots(4)$$

其中， X_i 為輸入層第 i 個神經元的輸出值， $neth$ 為隱藏層第 h 個神經元的加權乘積和， net_j 為輸出層第 j 個神經元的加權乘積和， $f()$ 為隱藏層及輸出層的轉換函數， W_{ih} 為輸入層第 i 個神經元與隱藏層第 h 個神經元間的加權值函數， W_{hj} 為隱藏層第 h 個神經元與輸出層第 j 個神經元間的加權值函數， θ_h 為隱藏層第 h 個神經元的偏權值， θ_j 為輸出層第 j 個神經元的偏權值， N_{inp} 為輸入神經元數目， N_{hid} ：隱藏層神經元數目。

(5) 計算輸出層與隱藏層的差距量，其公式如下。

$$\delta_j = Y_j \times (1 - Y_j) \times (T_j - Y_j) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\delta_h = H_h \times (1 - H_h) \times \sum_{j=1}^{N_{out}} W_{hj} \delta_j \quad \dots\dots\dots(6)$$

其中， δ_j 為輸出層第 j 個神經元的差距， δ_h 為隱藏層第 h 個神經元的差距量， T_j 為第 j 個神經元的目標輸出值。

(6) 計算各層間的加權值修正量及偏權值修正量，其公式如下。

$$\Delta W_{hj} = \eta \delta_j H_h + \alpha \times \Delta W_{hj} \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\Delta \theta_j = -\eta \delta_j + \alpha \times \Delta \theta_j \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\Delta W_{ih} = \eta \delta_h X_i + \alpha \times \Delta W_{ih} \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$\Delta \theta_h = -\eta \delta_h + \alpha \times \Delta \theta_h \quad \dots\dots\dots(10)$$

其中， ΔW_{hj} 為隱藏層第 h 個神經元與輸出層第 j 個神經元間的加權值修正量， $\Delta \theta_j$ 為輸出層第 j 個神經元的偏權值修正量， ΔW_{ih} 為輸入層第 i 個神經元與隱藏層第 h 個神經元間的加權值修正量， $\Delta \theta_h$ 為隱藏層第 h 個神經元的偏權值修正量。

(7) 更新各層間的加權值及偏權值，其公式如下。

$$W_{hj} = W_{hj} + \Delta W_{hj} \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$\theta_j = \theta_j + \Delta \theta_j \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$W_{ih} = W_{ih} + \Delta W_{ih} \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\theta_h = \theta_h + \Delta \theta_h \quad \dots\dots\dots(14)$$

(8) 重複步驟三至步驟七，直至網路收斂或執行一定的學習循環。

四、研究方法

本研究三年期之發展首針對目前車用導航的功能，建構一整合的開發平台以輔助開發車用導航，並運用五種分析方法進行系統模式之發展：

- (1) 因素分析：依據 AIO (Activity, Interests, and Opinions) 生活量表設計車用導航使用情境之因素分析問卷，來獲得車用導航系統使用情境之功能項目的集群關聯矩陣。
- (2) 階層式集群分析：將功能項目與使用情境之關聯矩陣得分，應用階層式集群分析，將車用導航系統各功能項目進行分群。
- (3) 模糊層級分析法：依使用者決定之人機介面五項衡量標準的重視程度與系統介面選單框架組之模糊評判矩陣的計算，評選出最佳系統介面之選單框架因子組合。
- (4) 電腦輔助建構系統介面：確認功能項目階層歸屬與最佳系統選單框架與功能圖示，應用互動式多媒體進行系統介面之建構。
- (5) 使用性評估方法：依據人機介面衡量標準進行實驗，評估受測體的介面使用性優缺點及需要改進的方向。

第一年期之發展

本研究依計畫於第一年期首先探討目前車用導航系統所涵蓋之功能項目及使用者對功能項

目的需求程度，再以因素分析來得到車用導航系統的使用情境模式，接著進行功能項目與使用情境關聯度調查。關聯度調查的結果，則運用階層式集群分析來對功能項目進行分群與分層。接著以模糊層級分析法來決定選單框架的最佳設計因子及進行功能項目之最佳功能圖示的評選與設計。最後進行車用導航介面系統之模擬測試，並提出一個良好的互動介面設計模型，以建構一整合的開發平台以輔助開發車用導航。本研究第一年之發展流程，如圖 3 所示。

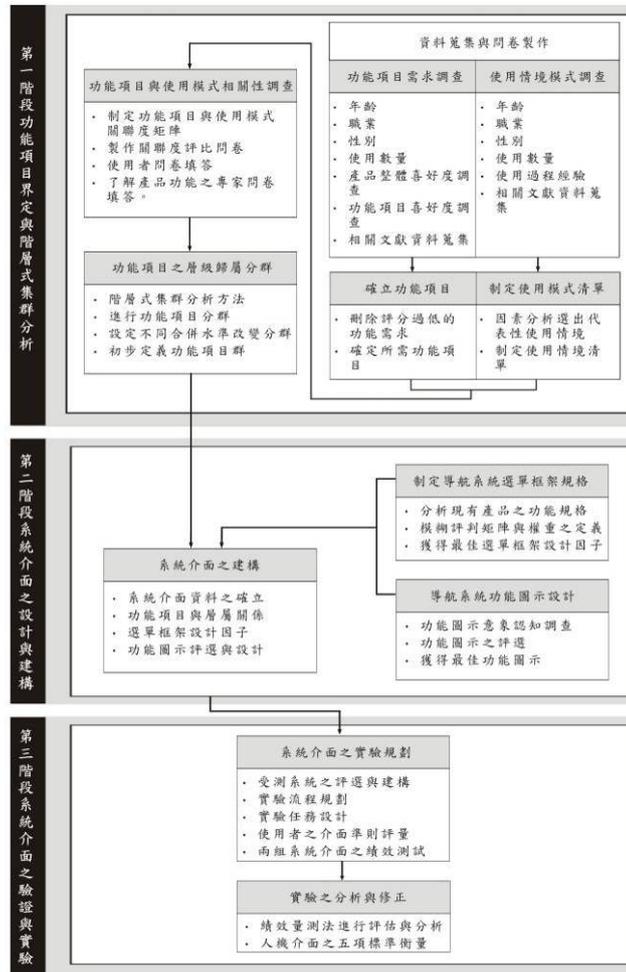


圖 3 本研究第一年之發展流程圖

(一) 車用導航系統之功能項目層級歸屬

在收集車用導航系統功能項目方面，採取問卷調查與相關文獻蒐集，以國內外 5 大品牌 Garmin、Mio、Panasonic、TomTom、HOLUX 進行功能項目收集，並以問卷調查有無需求之功能項目未列入者，共彙集 61 項，分共有與獨有功能群。在使用者對功能項目需求度評分方面，以 1-5 級分為重要性評分機制，1 分為最不重要，5 分為最重要。再進行篩選分數高於「平均分數」的功能項目需求(本研究為 3.43 分)，做為使用者認為 GPS 系統必需要有的功能需求。剩下的 44 項為本研究認為是使用者認為 GPS 系統必需要有的功能需求。

在使用模式清單之因素分析方面，使用模式指的是在什麼狀況下使用者必須使用車用導航系統，如：從甲地前往乙地、行車途中被告知其他目的地等。參考 AIO (Activities, Interests and Opinions-活動、興趣和意見) 生活量表設計車用導航系統使用情境之因素分析問卷，整理出的 25 種與使用車用導航有關的情境模式，分別為 Activities (與日常活動有關)共 10 題，Interests (與個人偏好有關)共 7 題，Opinions (與認知經驗有關)共 8 題。蒐集 106 份有效問卷其統計結果帶入統計軟體進行因素分析並以 KMO 評定標準檢定。因素分析後將其中 25 項使用情境可縮減為九組，如表 1 所示。隨之建立功能項目與使用情境之關聯度矩陣，在此先建立一交叉矩陣，其中上欄分別列出 44 項功能需求，左行則分別列出上階段所調查出之 9 組使用模式，其關聯度的評比機制為 0 分表無關聯，可解釋為在此使用模式下不會使用到該功能；1 分為有關聯，解釋作在此使用模式下會使用到此項功能。將功能項目與使用情境模式製成關聯度矩陣，並邀請五位有使用車用導航經驗的使用者，進行各功能項目與使用情境間的關聯性評比。

表 1 縮減後之九組使用情境

因素項目	問卷題項	因素負荷量	因素命名
因素一	12 平日會自行設定 GPS 功能	.893	設定 GPS 系統
	15 會定期更新 GPS 軟體	.875	
	18 行車中會去調節 GPS 亮度	.862	
	19 行車中會去調節 GPS 音量	.893	
因素二	04 開車前往較遠城市會使用 GPS	.893	休閒旅遊行車中使用 GPS
	07 假日休閒行車時會使用 GPS	.801	
	09 開車前往某地旅遊時會使用 GPS	.755	
	16 旅遊的過程中會常使用到 GPS 查詢所需資訊	.854	
因素三	01 平常沒開車時會使用 GPS 導航功能	.847	由甲地前往乙地
	08 開車前往某地時會讓 GPS 持續導航	.861	
	22 GPS 固定放在車上使用	.868	
因素四	05 在熟悉的城市中開車會使用 GPS	.853	日常辦公行車中使用 GPS
	10 平日上班行車中會使用 GPS	.834	
	17 平日行車中會常使用到 GPS 查詢所需資訊	.895	
因素五	06 行車中會使用 GPS 搜尋新地點	.785	行車間被告知新目的地
	23 行車途中被告知前往新地點時會使用 GPS 規劃	.839	
	25 行車中有導航需求時才開啓 GPS	.852	
因素六	02 平常沒開車時會使用 GPS 非導航功能	.837	無導航需求時使用 GPS
	03 行車中會常使用 GPS 中非導航的功能	.851	
	13 行車中會常使用 GPS 中有關影音娛樂的功能	.778	
因素七	20 行車前會先設定好 GPS 系統	.877	行車前使用 GPS
	24 行車前會使用 GPS	.859	
因素八	11 會使用 GPS 下載熱門地點	.775	使用者設定 GPS 個人偏好
	14 會定期更新 GPS 地圖資訊	.831	
因素九	21 遇到緊急事故時會使用 GPS 的救援功能		行車中突發狀況

(二) 車用導航介面系統之建構

導航介面之建構，先進行選單框架評選與功能圖示之設計。介面的選單框架評選，藉由蒐集市面上車用導航系統介面之選單構成要素因子，再以模糊層級分析法進行最佳選單構成要素因子之評選，做為本研究後續實驗所需之系統介面的選單框架。在系統功能圖示之設計中，以市場調查與資料蒐集及問卷調查方式，獲得使用者認同度較高之功能圖示。本階段所獲得之最佳系統介面選單框架及功能圖示，將用來建構本研究之車用導航系統介面。以國內外知名 5 大品牌 Garmin、Mio、Panasonic、TomTom、HOLUX 2008~2010 年車用導航產品介面選單框架為主，蒐集車用導航的選單框架並整合其規格。依主要介面與次要介面，其功能圖示之數量上限分別為主介面 3 種與次要介面 2 種。車用導航系統介面選單之構成因子的組合方式有很多種，該如何評選出最佳之使用者介面選單構成方式，為本研究模糊層級分析之目標問題。在此先確立使用者介面框架之評價準則，依人機介面之衡量標準使用國際標準組織(ISO)所提出的五項衡量標準以衡量操作介面時的績效與使用者滿意度，此五項衡量標準分別為，效率、效力、魅力、容錯以及易學。本研究之模糊層級架構如圖 4 所示。

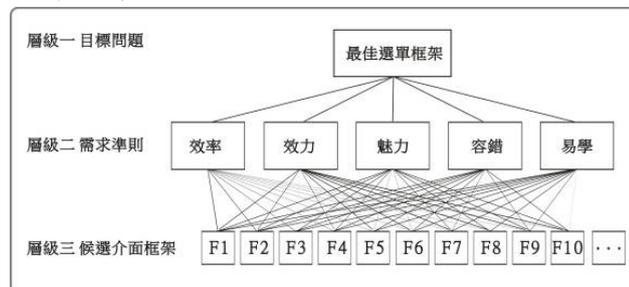


圖 4 候選介面框架之模糊層級架構

本研究層級架構的層級三之候選介面框架為後續將進行評估的構成要素因子，參考本研究先前整理的車用導航選單框架規格後，取其中的主次介面之功能圖示數量上限與主次介面分塊為框架評估要素，另再加入系統字體，做為本研究後續將進行評估的介面選單框架設計要素，如表 2 所示。根據評判模糊語意尺度表，將受測者選取之模糊語意，依模糊尺度數轉換成，以模糊數端點表示的模糊評判分數，並以幾何平均數整合所有受測者的模糊評判分數，得到介面框架設計因子與水

表 2 介面選單框架之構成要素與水準

介面構成要素		水準			
主介面分塊	單一選取區域	上:選取區域 下:上下頁返回	上:電源訊號 下:選取區域	上:電源訊號 中:選取區域 下:上下頁返回	
	次要介面分塊	單一選取區域	上:選取區域 下:上下頁返回	上:電源訊號 下:選取區域	上:電源訊號 中:選取區域 下:上下頁返回
功能圖示 數量上限	主介面	4 個	5 個	6 個	
	次介面	6 個	8 個	10 個	
系統字體		標楷體	新細明體	正黑體	

根據評判模糊語意尺度表，將受測者選取之模糊語意，依模糊尺度數轉換成，以模糊數端點表示的模糊評判分數，並以幾何平均數整合所有受測者的模糊評判分數，得到介面框架設計因子與水準之模糊評判矩陣，其問卷結果統計後如表 3 所示。經分析後得到最佳車用導航系統介面選單框

表 3 介面設計因子與水準之模糊評判矩陣

設計因子	水準	魅力	容錯	效力	效率	易學
主介面分塊	A1 單一選區	(2,3,6)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
	A2 上：電源；下：選區	(3,5,8)	(4,6,8)	(4,6,8)	(5,7,8)	(4,7,8)
	A3 上：選區；下：需換頁	(3,5,7)	(3,6,8)	(2,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)
	A4 上：電源；中：選區 下：需換頁	(4,6,8)	(4,6,8)	(3,6,8)	(3,5,7)	(3,5,7)
次介面分塊	B1 單一選區	(2,4,6)	(1,3,5)	(3,5,7)	(3,5,7)	(4,6,7)
	B2 上：電源；下：選區	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,6,8)
	B3 上：選區；下：需換頁	(3,5,7)	(4,6,8)	(3,5,7)	(3,6,7)	(2,5,7)
	B4 上：電源；中：選區 下：需換頁	(4,6,8)	(4,6,8)	(4,7,8)	(4,7,8)	(3,5,7)
主介面功能項目數	C1 4 個	(4,6,8)	(2,5,7)	(3,5,7)	(4,7,8)	(4,6,8)
	C2 5 個	(3,5,7)	(4,7,8)	(3,6,8)	(3,6,7)	(3,6,7)
	C3 6 個	(5,7,8)	(4,6,8)	(3,5,7)	(4,6,8)	(4,6,8)
次介面功能項目數	D1 6 個	(4,7,8)	(4,6,8)	(3,6,8)	(5,7,8)	(4,6,8)
	D2 8 個	(5,7,8)	(4,6,8)	(5,7,8)	(4,6,8)	(4,6,8)
	D3 10 個	(2,4,6)	(2,5,7)	(2,4,6)	(3,5,7)	(2,4,6)
介面字體	E1 標楷體	(4,6,8)	(4,7,8)	(4,6,8)	(4,6,8)	(4,6,8)
	E2 細明體	(2,4,6)	(2,5,7)	(3,5,7)	(2,5,7)	(3,5,7)
	E3 正黑體	(5,8,9)	(4,6,8)	(4,7,8)	(3,6,8)	(4,6,8)

架為編號 F213 之組合。其構成因子與水準為主介面分塊為上區塊為電源顯示區、下區塊為功能選區；次介面分塊為上區塊為電源、中區塊為功能選取區域、下區塊為上下頁返回區；主介面最大功能圖示項目數有 6 個；次介面最大功能圖示項目數有 8 個；介面字體為正黑體。

接著進行功能圖示之蒐集與設計，含相關文獻與現有產品中車用導航的功能圖示，並以國內外知名品牌 Garmin、Mio、Panasonic、TomTom、HOLUX 所具備的功能項目圖示為主。分析各功能項目圖示的構成要素意象，及其他可能的要素意象。蒐集的圖示意象包含主次介面之圖像共 50 項。接著進行圖示意象的繪製，將先前所整理之圖示意象進行繪製，繪製完成之圖像將做為研究下一階段問卷之使用。繪製完成之圖示意象如圖 5 所示。候選圖示製作成問卷進行最佳圖示調查，請受訪者單一勾選出一項他們認為最符合該功能項目的象徵圖示。本研究共計蒐集了 21 份有效問卷，分別為男性佔 11 人，女性佔 10 人，年齡分佈在 21~40 歲之間。

藉由調查 50 組功能項目的候選圖示，歸納出三項一般人對於圖示識別認知的喜好關鍵：

1. 生活中常見的或已經為一般介面慣用的意象圖示，較容易被使用者所接受。
2. 圖示中採用具象的特徵圖形，較能夠獲得介面使用者的認同與獲得較高的辨識度。
3. 圖示內容呈現與其中的象徵元件不宜太過複雜，越複雜會造成使用者不易辨認；簡潔又細緻的呈現方法較佳，也越易被辨認。



圖 5 功能項目之象徵圖示候選

依所歸納出的 3 項一般人對於圖示識別認知的關鍵要素與偏好，輔以相關文獻調查，整理出五項本研究進行圖像設計時的依據：

1. 車用導航圖像大小約為 48x48 像素，面積不宜低於 64mm²。
2. 圖示設計的外觀上，以純色系的背景色有較佳的點選績效。
3. 圖示意象需淺顯易懂，顏色及形狀需簡單不複雜。
4. 介面上所有的圖示設計風格需統一，看起來像是同一家族的圖示。
5. 功能項目的輔助文字說明可置於圖案下方，增強圖示的識別性。

依上述五項原則，本研究將一個圖示分三階段進行設計：圖示元件的設計、圖示背景的設計、與整體視覺外觀的設計。本研究之圖示背景共七種方案。接著邀請五位成大工業設計研究所的學生以小組討論的方式進行七項方案的評選。評選過程中，圖示背景設計考量為以背景能讓圖示更有效的利用空間與看起來較美觀舒適為優先考量。就有效利用背景空間而言，方案三因有圓角的關係看起來較為活潑，故本研究之圖示背景以方案三為主。

本研究於功能圖示之整體視覺外觀設計係將圖示元件與圖示背景兩者合併構成各功能圖示之整體外觀設計，其發展之 51 個功能圖示如圖 6 所示。本研究操作介面之架構分為三個層級，依前階段研究所獲得之功能項目的樹狀層屬關係，共為 6 項功能類別與其下的 44 項功能項目，

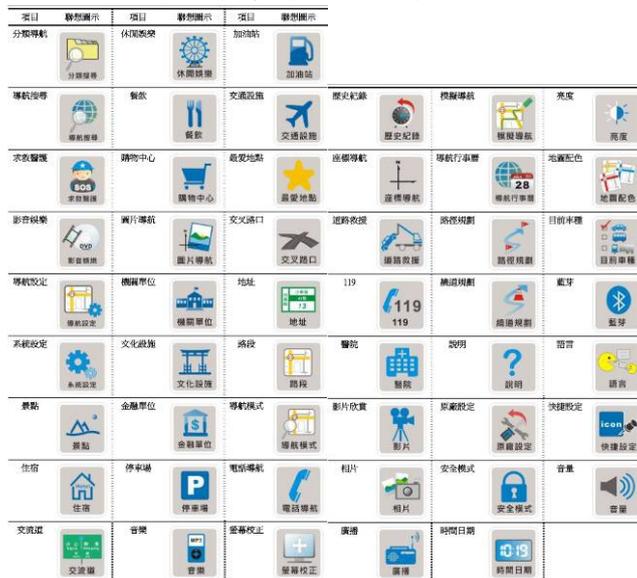


圖 6 設計完成之各功能項目圖示

介面功能項目的層屬架構如圖 7 所示。本研究建構的互動式介面之操作流程圖可分為物件形式、各物件於介面上所呈現的動作以及操作者的動作，整合如圖 8 所示。

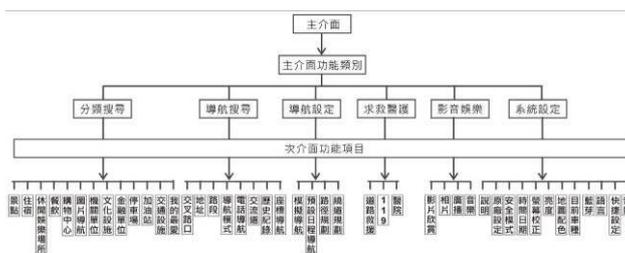


圖 7 介面功能項目的層屬架構

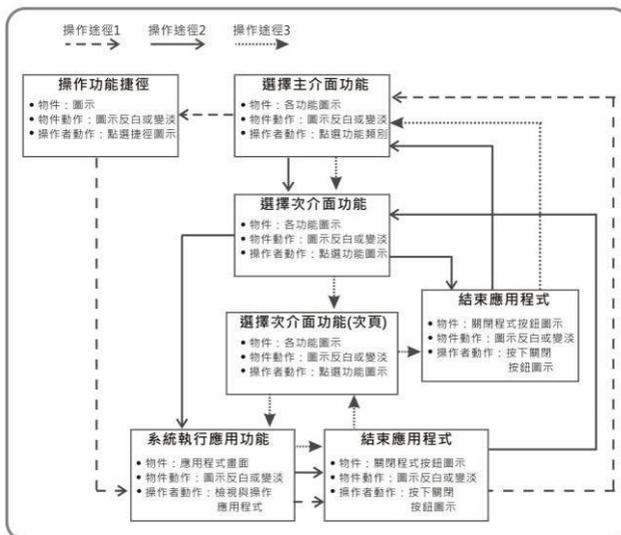


圖 8 互動式介面操作流程圖

建構介面的工作，分系統版面的規劃、選單框架的配置、功能圖示的匯入與編輯以及介面互動連結的製作。系統版面的規劃主要以 Hp iPAQ 212 Enterprise Hand held 手持裝置顯示器尺寸為主，完成之介面顯示如圖 9 所示。

(三) 系統介面之驗證實驗

完成車用導航系統介面之建構後，接下來為系統介面之使用性驗證，以找出優缺點。除本研究建構的車用導航系統外，另再尋求一款市面上銷售量較高之車用導航系統，作為後續實驗之操



圖 9 實際系統介面測試圖

作任務績效對照組。藉由兩款系統在操作任務上的實驗測試結果，比較操作上的差異性。實驗結果以績效量測法與五項人機介面評估準則進行分析。

1. 實驗目的

本階段實驗主要為了解不同系統介面之功能項目的階層配置與功能圖像的差異性。本研究之實驗目的有三點：(1) 獲得功能項目之階層配置的優缺點，(2) 探討影響使用者對功能圖示的辨識度，(3) 探討影響使用者整體操作績效的因素。

2. 實驗流程架構

首先選定 GARMIN NUVI 1370T 為實驗之系統對照組，接下來進行兩組系統的實驗任務規劃，請受測者分別對兩款系統進行任務操作，最後為實驗之紀錄與實驗結果的分析。本研究的實驗流程如圖 10 所示。

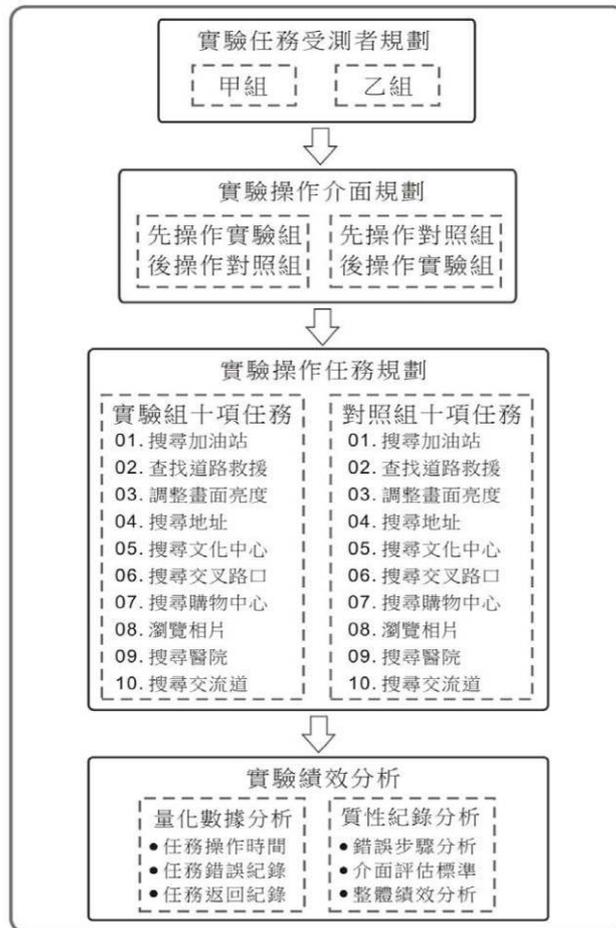


圖 10 系統界面差異實驗流程圖

3. 實驗任務規劃

本研究的實驗操作過程中，對每一位受測者記錄他們操作每一項任務的過程，操作到錯誤任務的次數以及點擊返回鍵的次數。操作結果統計錯誤之次數，可反應到各功能圖示與系統介面架構的認知度。當錯誤次數越多，表示此功能需求的圖像與文字不易被辨識，或是容易被誤解為其他功能，在此定位為功能項目是認知度較差的；反之，則定位為認知度佳；返回鍵的次數反應使用者對功能類別的認知度。實驗過程以馬錶計時每一項任務完成的時間，以秒為單位，並以四捨五入的值為準。待對照組與實驗組個別之十項操作任務皆完成後，再以問卷調查方式，請受測者填寫兩款系統之使用者介面評量，使用者介面評量的內容為國際標準組織(ISO)所提出之五項介面評估標準為基準所設計的問卷，並請受測者講述對兩款系統的感想與建議，以及個人感受特殊的細節等。依對照組與實驗組系統共通與差異之處，分別訂立本研究之兩款系統介面實驗的任務設計，共 10 項任務，受測時打散 10 項任務的排列，請受測者依序完成 10 項任務。實驗任務之描述為讓受測者更了解，以較為詳細的使用情境描寫，分別為我的車子突然沒油，想要利用車用導航系統尋找附近的加油站等。系統實驗任務如表 4 所示。

受測者在操作 10 項實驗任務中，每項任務所在的層級與操作步驟皆有差異，實驗組與對照組之系統介面的任務操作步驟如圖 11 與圖 12 所示。

表 4 實驗任務列表

任務之功能項目	任務描述
1 搜尋加油站	我的車子突然沒油，想要利用車用導航系統尋找附近的加油站。
2 查找道路救援	我的車子在路上拋錨，想要利用車用導航系統呼叫道路救援。
3 調整畫面亮度	我覺得系統畫面太暗，想調整車用導航系統的畫面亮度。
4 搜尋地址	我要去地址位於台南市林森路二段 43 巷 118 號的地方。
5 搜尋文化中心	我臨時被家人告知，去文化中心接家人。
6 搜尋交叉路口	公司指派我到小東路與中華東路的交叉路口接貴賓。
7 搜尋購物中心	我想去最近的大賣場購物。
8 瀏覽相片	我想瀏覽之前存進系統的相片。
9 搜尋醫院	高速公路上發現車禍，我想即時尋找鄰近醫院。
10 搜尋交流道	我想找到最近的交流道上去的入口。



圖 11 實驗組系統界面的任務操作步驟



圖 12 對照組系統界面的任務操作步驟

4. 實驗過程與記錄

本研究之實驗受測者共有 20 位，均為具設計背景之受測者，且 20 位當中有 13 位具有 GPS 系統使用經驗，7 位不具 GPS 系統使用經驗，而如前述實驗設計規劃中提及，20 位受測者當中會有半數人員先操作對照組系統；後半數操作實驗組系統，另外半數為先操作實驗組系統；後半數操作對照組系統。

當受測者開始受測時，先列印出本研究所制定的十項實驗任務，讓受測者進行實驗操作。實驗進行前先對受測者解說本研究的實驗目的與實驗過程，包含十項任務的狀況說明、系統之觸控螢幕操作、以及達成任務時的資訊顯示，與選擇錯誤時的資訊顯示等等。在完成說明後，開始系統實驗，於進行過程中不再與受測者對話或給予提示，直到受測完成。

本研究以探討車用導航系統功能圖像設計與系統介面選單規劃對使用績效的影響，在實驗過程中分別紀錄可量化之數據與個人感受之質性數據；在量化數據之紀錄中，以任務達成時間、階層返回次數、任務錯誤次數三項為本研究實驗紀錄之量化數據。另外，在系統受測完成後也請每一位受測者進行使用者介面評量問卷填寫，以記錄質性數據，使用者介面評量的內容為國際標準組織(ISO)所提出之五項介面評估標準為基準之問題。

實驗組與對照組系統的任務達成績效之記錄方式，可依達成任務時間、返回次數與錯誤次數分三種記錄方式，且兩款系統的任務達成績效高低比較，如表 5 所示。

表 5 任務達成績效高低比較紀錄表

	達成時間績效		返回次數績效		錯誤次數績效	
	實驗組	對照組	實驗組	對照組	實驗組	對照組
*任務一	高	低	高	低	高	低
*任務二	高	低	高	低	高	低
*任務三	高	低	相同	相同	高	低
*任務四	高	低	相同	相同	高	低
*任務五	高	低	高	低	高	低
*任務六	高	低	相同	相同	相同	相同
任務七	低	高	相同	相同	低	高
*任務八	高	低	高	低	高	低
*任務九	高	低	高	低	高	低
任務十	低	高	低	高	低	高

依實驗組達成績效優於對照組之任務及對照組達成績效優於實驗組之任務，可歸納出四點任務績效高之原因：1. 找尋任務所需點擊進入的階層數較少。2. 功能項目之命名與圖示較容易被理解。3. 功能項目所在之階層位置較被使用者接受。4. 功能項目按鈕易被識別，不容易被忽略。

於實驗完成後，邀請 20 位受測者填寫本研究之使用者介面準則評量問卷，及訪問受測者於操作系統時，整個使用過程的個人感受與建議，以紀錄使用經驗感受與個人主觀喜好評比，及兩款系統介面的優缺點。使用者介面準則評量問卷的評分尺度由高到低為 5 分、4 分、3 分、2 分與 1 分，平均評分數據統計，如表 6 所示，觀察統計後的平均得分，可發現實驗組在國際標準組織的五項人機介面評估準則中，皆明顯高於對照組。

由於車用導航系統具可學習性，故在任務操作績效方面也會隨著對系統的熟悉而有所提升，而系統的學習性高低，亦會影響任務的操作績效。本研究將 20 位操作過實驗組與對照組的受測者的所有任務完成時間加總，並進行統計，如表 6 所示。在問卷訪談部份，20 位受測者，均表達許多個人意見與感受，其意見歸納如表 7 所示。

車用導航系統持續使用對搜尋的績效或降低錯誤率會具有一定的進步能力，而從總時間績效來看，十組先使用對照組的受測者在後續進行實驗組的績效上都較高，在系統的學習能力上是合理的現象。反觀另十組先使用實驗組的受測者，大部分仍以先操作之實驗組績效較高，表示大部份的受測者，在學習實驗組之車用導航系統後，操作對照組仍有許多困難與錯誤，表示對照組在系統選單的規劃上或功能項目圖示設計上，仍有許多與使用者認知不符的規範。而實驗組系統，無論在總時間績效、總返回次數、或總錯誤次數上，均得到較正面之數據支持，證實本研究設計改良之車用導航系統確實具有較好的任務操作績效，但在個別任務上仍有部分缺點須改善。

表 6 使用者介面準則評量統計表

介面評量準則	平均得分	
	實驗組	對照組
1 版面編排適當	4.4	2.1
2 介面色彩適當	4.2	3.3
3 好點擊	3.8	2.4
4 功能圖示好理解	4.3	2.4
5 文字描述好理解	4.2	2.2
6 不易誤觸	4.0	2.2
7 功能項目配置適當好找	4.1	1.7
8 介面容易學習	4.4	2.2
9 系統整體滿意	4.1	1.9

表 7 受測者意見歸納表

兩款系統之間卷意見			
實驗組系統		對照組系統	
優點	缺點	優點	缺點
功能圖示較清楚	醫院的功能分類欠妥	較符合傳統操作介面	上下頁按鈕易被忽略
文字說明較符合認知	我的最愛可取代捷徑		文字說明不符合認知
層數較少較省時	應增加回主介面按鈕		分層太多找尋費時
介面較有設計感	多媒體圖示欠妥		分層太多較難熟悉
分類內的功能同屬性高	上下頁按鈕易被忽略		工具裡有現在位置很怪
認同求救醫護被獨立出來			文字說明中英混用
系統的學習性高			興趣點內了分類太雜
			系統的學習性低

(四) 第一年期之結論與討論

車用導航系統所提供的功能越來越多樣，但也增加差異性，使得使用者於選購車用導航時無所適從，且使用者在使用過某款車用導航系統後，也難以再適應另一款系統。由於汽車科技之發展快速，未來車內建置車用導航系統也將成為趨勢，因此，有必要建構一款符合使用者所需之車用導航系統。本研究完整的流程包含，對市面上各款車用導航系統資料的蒐集與比較，對車用導航系統的共有功能及獨有功能做顧客需求的重要度問卷調查，以因素分析法得到使用情境模式，接著以階層式集群分析方法來探討車用導航系統功能項目的層屬關係；以層級分析法獲得最佳車用導航系統之選單框架構成要素；設計完整的車用導航系統功能圖示與功能文字說明；建構完整車用導航系統介面的模擬；最後進行車用導航系統介面的操作績效實驗以及依實驗結果對系統做出的修正與改善等。

本研究主要的貢獻有三項：

1. 研究探討得到對目前使用者來說需求度較高的功能項目。本研究對車用導航系統使用者進行之功能需求問卷，可得目前使用者對車用導航系統功能需求較高的部分仍為導航搜尋，如地址搜尋、交叉路口、交流道、路段、分類地點等，其他附加功能如多媒體、旅遊景點功能等的需求度較低。
2. 獲得較佳之系統介面圖示與框架配置。本研究部分受測者表示功能項目圖示較容易被理解，且介面較美觀之系統介面，不僅能提升系統的使用性，在使用上也較為愉悅，有助於系統學習性的提升。
3. 使用者不管有無先備經驗，皆能快速上手本研究所建構之系統。不管是初次使用車用導航系統或是欲更換車用導航系統的使用者，皆可快速理解系統介面，並進行車用導航系統之操作。

第二年期之發展

本研究建構實驗用互動介面，用於控制攜帶型導航裝置之模擬畫面，並給予五項可依偏好調整之參數（文字配色、行距、字距、字體大小及字型）。受測者依個人視覺偏好來個別調整，藉此來進行本研究之文字顯示偏好之實驗。受測者進入實驗前所填寫之特徵資料及實驗中五項參數之結果，數據將導入類神經網路訓練，當輸入一筆新的族群特徵資料時，此訓練完成之文字最適化推論網路，將可以推導出畫面中文字最適化參數，藉此建構出導航畫面中文字顯示最適化顯示模式。本研究之流程架構，分為三個階段，第一階段實驗參數及模擬畫面制定包含下列步驟：(1) 實驗使用及結果呈現介面界定、(2) 文字配色調查及階層式集群分析、(3) PND 文字樣式調查統計、(4) 文字屬性閾值制定。第二階段實驗設計與執行包含下列步驟：(1) 實驗介面設定、(2) 實驗程式撰寫、(3) 攜帶型導航裝置文字最適化顯示實驗、(4) 實驗數據資料歸納。第三階段倒傳遞類神經網路應用包含下列步驟：(1) 倒傳遞類神經網路訓練、(2) 倒傳遞類神經網路模擬、(3) 最適化畫面結果呈現。研究流程如圖 13 所示。

首先將對文字顯示最適化實驗中所使用之導航畫面以及本研究最終文字最適化顯示成果的導航模擬畫面進行界定。接著廣泛的進行字色與背景色搭配組合的資料蒐集，透過視認性問卷來刪除視認性低之配色，接著進行五項準則評分，並將此部資料進行階層式集群分析(Hierarchical Cluster Analysis)來分群，各群中視認性最佳者則為此群代表性配色，藉此歸納出實驗中供受測者挑選的色彩搭配選項。再針對現有 PND 畫面中文字顯示式樣之調查，此部份歸納之結果將作為文字顯示最適化實驗中操作區塊數目的根據。而本章節最後一部分則為文字各項屬性的閾值調

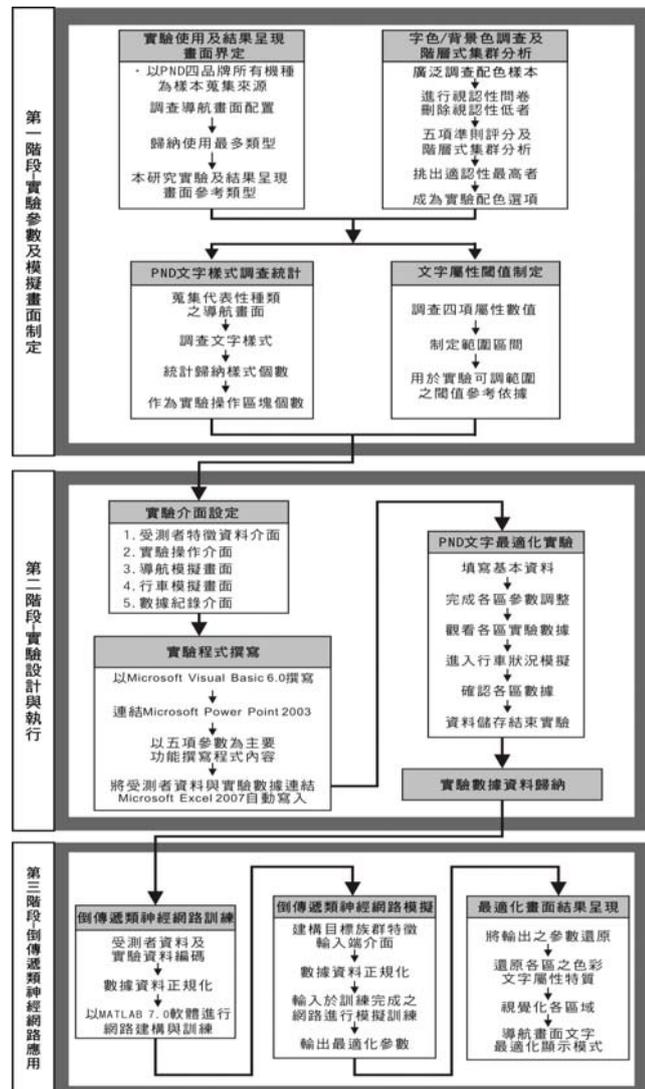


圖 13 本研究第二年之發展流程圖

查，此部分閾值範圍結果將作為實驗中受測者可調整參數部分的最大及最小值範圍之參考依據。

(一) 實驗畫面界定

現今車用導航介面層數至多四層，而每層中包含數量不一的功能。蔡靜玫[11]在車用導航之互動介面設計研究中，歸納市面上四個攜帶型導航裝置廠牌(Garmin、Mio、TomTom、Holux)所涵蓋之功能項目，並分為GPS共有項目及獨有項目共計61項，如表8所示。本研究蒐集了市面上攜帶型導航產品四大品牌的導航畫面，涵蓋現有販售機種共67種機型，作為實驗使用及結果呈現畫面的界定資料群。本研究只針對導航畫面調查，在進行了畫面的類別分析、畫面中文字方位呈現模式分析以及畫面中文字數量考量分析後，可將四大品牌所涵蓋的導航畫面分為以下三種類型。而經調查發現各家廠牌所包含之多數導航機種皆具備兩種以上的導航畫面模式，鮮少機種只包含一種導航畫面顯示模式，以下分別進行說明。(1)場景模擬與地圖顯示並列且文字平均分布型：此類型顯示模式將畫面分為左右各一半，一邊是路況立體模擬圖，而另一邊是電子地圖。此類顯示模式中的文字區塊多以上下分部，而文字的數量為三類型中的中間者。(2)地圖顯示且文字上下方集中型：此類型顯示模式中畫面較為單純，畫面中央為電子地圖，而文字區塊主要分布於畫面上下方，且數量為三種類型中的最少者。(3)地圖顯示且畫面中文字眾多分散型：此類型顯示模式畫面左方為電子地圖，文字區塊則充斥於導航畫面中，右上方(或左下方)分部最多，因此文字區塊數量是三個顯示類型中最多者。

經由統計發現類型2為四品牌中使用次數最多之導航畫面，因此獲選為本研究實驗使用及結果呈現之導航介面。本研究規畫了一使用者篩選模擬畫面問卷，以使用者的觀點來從類型2的眾多畫面中選出其認為最習慣或是最舒觀看的畫面，問卷共邀請了25位受測者，包含了有使用經驗及無使用經驗受測者。在25份問卷中各畫面所得平均分數顯示，類型2於問卷中之編號H畫

表 8 五大廠牌涵蓋之功能項目表

PND共有功能				
功能名稱	功能描述	功能名稱	功能描述	
1	路段	路段搜尋	21 金融單位	鄰近 ATM或金融機構
2	交叉路口	交叉路口搜尋	22 導航模式	導航模式資訊
3	地址	依輸入地址查詢	23 車種	使用車輛種類設定
4	停車場	鄰近停車場	24 廣播	廣播電台
5	交流道	依附近交流道搜尋	25 影片欣賞	播放影片
6	加油站	鄰近加油站	26 相片	相片瀏覽
7	繞道規劃	設定道路避障條件	27 音樂	MP3播放
8	機關單位	依文教機構與政府單位查詢	28 安全模式	安全模式設定
9	景點	著名地點地標	29 住宿	依鄰近住宿地點進行導
10	音量	語音提示音量調整	30 藍芽	藍芽免持裝置
11	餐飲	鄰近餐飲地點	31 座標導航	依輸入座標搜尋
12	自家點	依設定之自家點導航	32 說明	使用說明
13	購物中心	鄰近購物地點	33 休閒娛樂場所	依鄰近休閒娛樂導航
14	我的最愛	我的最愛地點	34 亮度	背光亮度調整
15	交通設施	鄰近大眾運輸系統	35 歷史紀錄	最近去的地方
16	道路救援	道路救援資訊	36 原廠設定	恢復原廠設定
17	語言	語言設定	37 電話導航	電話號碼搜尋
18	螢幕校正	畫面位置校正	38 快捷設定	快捷 ICON設定
19	路徑規劃	路徑規劃設定	39 時間日期設定	時間顯示設定
20	醫院	鄰近醫院搜尋		
PND獨有功能				
功能名稱	功能描述	功能名稱	功能描述	
40	圖片導航	座標圖片導航	51 預設日程導航	設定日程於預設日導航
41	地圖配色	地圖色彩選擇	52 日夜模式	日夜模式轉換
42	模擬導航	模擬導航路線	53 自動停車	自動停車系統
43	文化設施	鄰近美術館、博物館	54 移動電話	與行動電話連線
44	行車監控	主動控制前車距離、車道偏移	55 所在位置	目前所在位置
45	小算盤	計算機	56 景點介紹	景點語音介紹
46	電子書	電子文件資料閱讀	57 語音設定	語音內容設定
47	分割視窗	視窗區塊分割	58 聲控設定	聲控功能設定
48	導引車	設定欲跟車輛自動導航	59 119	與警局連線
49	日記	日記紀錄	60 遊戲	電子遊戲
50	詩詞	唐詩朗誦	61 加值軟體	匯入加值軟體

面，為受測者認為最習慣或是最舒適觀看之畫面，因此本研究也將以此畫面（如圖 14 所示）做為後續實驗模擬畫面設計之參考，而在實驗模擬畫面中之文字將置換成中文為主之字體。

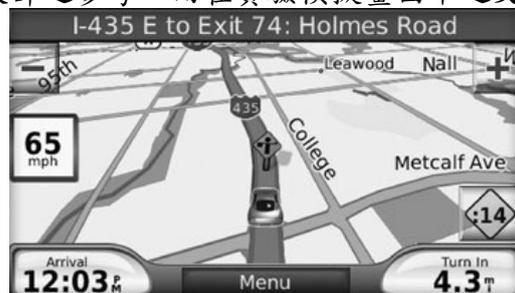


圖 14 本研究選定之導航畫面種類

(二) 文字配色調查及階層式集群分析

本研究所進行之文字最適化顯示實驗中，需受測者於實驗互動介面中挑選喜好之文字配色，配合中英文字體選擇及三項文字屬性數值調整方能完成一次實驗。本研究共蒐集 48 種現行字色與背景色之搭配組合，接著針對 48 組字色與背景色組合進行視認性之問卷調查。受測者則依照其主觀感受對於給予圖片之視認性高低進行 1-7 評分。在 42 份有效問卷所產生之結果中，共剩下 26 組配色。此 26 組高視認性配色樣本再進行第二階段的問卷調查，主要是以使用者感受為出發點而制定的五項準則做為評分的項目，分別為個人喜好程度、配色適切程度、配色美觀程度、觀看習慣程度以及閱讀舒適度等。37 份有效問卷以統計軟體 SPSS 12.0 來進行階層式集群分析，共分為 10 個群數，並歸納出十個代表性配色組合，如表 9 所示。其中 BG-r、BG-g、BG-b 分別代表背景色 RGB 數值，FT-r、FT-g、FT-b 代表字色 RGB 數值。

(三) 文字屬性閾值制定

本研究所之文字最適化顯示實驗中，受測者需在互動實驗介面中調整各區塊之文字屬性：字體大小、行距及字距，而三項屬性各有其最大值及最小值，即為閾值。依現行產品調查，每一類分別隨機調查五個樣本，總共 30 個樣本數，所調查出之文字屬性閾值將作為下階段實驗程式撰寫閾值之最大最小值參考依據，各中文字屬性閾值分別為：(1)行距：1~25pt / 0.35~8.81mm，(2)字距：0.4~22pt / 0.13~7.7mm，(3)字體大小：5~42pt / 1.76~14.78mm，如表 10 所示。

表 9 配色組合群組合併表

集群	配色編號	BG-r	BG-g	GB-b	FT-r	FT-g	FT-b	視認性得分	代表性配色圖示
1	40	239	155	160	255	0	255	3.86	中文字ABC
	41	252	6	130	121	251	6	4.00	
	28	126	2	128	250	128	3	3.93	
	3	3	7	127	124	244	9	3.64	
	26	128	0	0	0	252	251	3.93	
	19	2	256	3	1	3	123	3.93	
	20	4	252	2	121	2	2	3.71	
2	13	0	1	2	250	251	123	5.86	中文字ABC
3	6	6	3	127	244	254	251	6.43	中文字ABC
4	11	3	5	2	2	255	3	4.29	中文字ABC
	36	121	120	249	255	255	4	3.50	
5	2	133	6	3	5	129	247	5.00	中文字ABC
	25	124	2	5	1	125	124	3.57	
6	16	0	0	252	126	123	124	4.57	中文字ABC
7	46	255	130	127	3	131	2	5.07	中文字ABC
	14	0	0	122	251	122	120	5.14	
8	39	129	250	129	128	0	4	5.07	中文字ABC
	48	252	251	131	4	132	255	5.29	
	23	0	253	251	0	0	0	5.07	
9	9	129	9	11	52	197	242	4.64	中文字ABC
	8	8	4	3	245	251	7	5.71	
10	7	4	7	1	251	132	3	5.43	中文字ABC
	18	2	252	2	0	0	0	5.29	
	17	0	126	249	250	252	3	3.71	
	21	3	252	1	255	255	255	3.71	
	4	4	248	5	11	20	7	5.50	

表 10 文字閾值調查結果

單位 閾值	Pt (點)		mm (釐米)	
	max	min	max	min
行距閾值	25	1	8.81	0.35
字距閾值	22	0.4	7.7	0.13
字體大小閾值	42	5	14.78	1.76

(四) PND 文字式樣調查統計

此階段將針對本研究欲探討之導航畫面中的文字式樣進行調查統計，所歸納出的導航畫面文字式樣數量，即為實驗時受測者可調整的區塊個數。依據目前市售機種最常使用的導航畫面為類型 2，在類型 2 中的 46 種攜帶型導航裝置其文字式樣數量區間為 6~8，因此本研究將實驗畫面中的文字區塊設定為調查出之最大值：8 區塊，來給予受測者進行實驗，以涵蓋至類型 2 的所有導航畫面種類。此 8 個區塊分別命名為：(A) 迫切資訊區 (B) 所在縣市區 (C) 預計抵達字樣區 (D) 預計抵達時間區 (E) 主要功能目錄區 (F) 目前行駛道路區 (G) 轉彎距離字樣區 (H) 轉彎距離剩餘顯示區。最終的實驗模擬文字區塊分布畫面，如圖 15 所示。

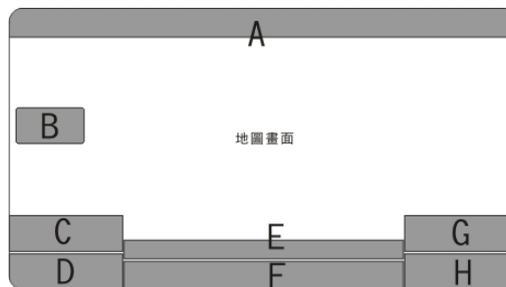


圖 15 實驗模擬畫面之文字區塊配置圖

(五) 實驗設計與執行

在 PND 文字最適化顯示實驗中，進行實驗前須要先規劃一受測者操作介面，讓受測者可以依照觀看喜好及視認度考量來自行調整，而調整過程中，雙螢幕畫面上之模擬導航畫面將同步呈現受測者的調整狀況。實驗功能需要電腦軟體輔助進程式撰寫，本研究所使用之電腦語言為

Microsoft Visual Basic 6.0。受測者所調整之各項數據，將直接匯入 Microsoft Excel 製作成實驗數據檔案，以方便調閱查詢以及於類神經網路階段輸入樣本的編碼。實驗共分為四個部分，分別為實驗介面設定、實驗系統程式撰寫、文字最適化實驗及實驗數據資料歸納等。

1. 實驗介面設定

本研究規劃一模擬的導航畫面來進行實驗，依據研究所制定的導航畫面配置，參照此畫面中文字區塊配置，模擬出了相同畫面配置的模擬導航畫面，並在畫面的外部合成上導航儀器的外觀，以增加模擬的真實度。模擬畫面如圖 16 所示。

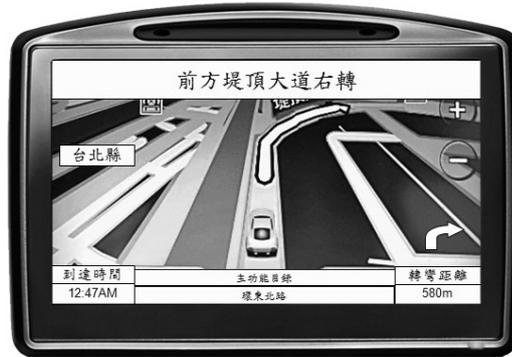


圖 16 實驗模擬之導航畫面

對於導航畫面之受測者調整控制介面，以 Microsoft Visual Basic 語言進行設計，主要可以分為三個介面：(1)首頁及受測者資料，(2)實驗操作與(3)數據記錄介面。

(1)首頁及受測者資料介面：為實驗介面中最先出現之畫面，其上顯示了研究題目及 PND 說明。下方則有 15 項需要受測者回答的項目，涵蓋基本資料、視力狀況及攜帶型導航相關問題。

(2)實驗操作介面：回答完前頁之問題之後，將會跳至本介面。本研究設計之調整控制介面主要可分為四大區域，如圖 17 所示分別為：(a)文字區塊選擇區，(b)字體選擇區，(c)字色與



圖 17 實驗操作介面

背景色選擇區，(d)字體屬性調整區等。

(3)數據記錄介面：於實驗操作介面最下方有一「觀看實驗數據」之按鈕，當使用者調整完成後，可按下此按鈕切換至數據記錄介面，此介面中分別設置 A~H 區八個區塊，每區塊將會記錄被調整之五項資料：字型、配色、字體大小、行距大小及字距大小等，當 8 區資料都輸入齊全時則可按下「資料儲存」按鈕來儲存此次實驗數據，而按下同時資料庫將直接連結 Microsoft Excel 軟體進行資料的記錄。

2. 攜帶型導航裝置文字最適化顯示實驗

為取得文字顯示最適化相關資料，受測者將進行一互動實驗，本研究規劃一模擬之駕車環境搭配模擬之導航畫面來進行測試，藉由這般模擬受測者方能於變動駕車環境及導航畫面中找出調

整的關鍵所在。本研究總共邀請 48 位受測者（男 25 名，女 23 名）前來參與 PND 文字最適化顯示之實驗，受測者包含了大學生、碩士生及博士生，均為台灣南部國立及私立大學、科技大學之在學學生，且皆具有基本簡易的電腦操作能力，而受測者之間教育科系背景、視力狀況、收入、駕駛狀況及 PND 使用經驗皆有所不同。實驗在進行時，使用者所調整之導航畫面將會模擬駕車環境下之操作觀看角度。實驗器材包含了一筆記型電腦與模擬畫面螢幕，藉由電腦連線作業，將可以隨時反應出受測者所調整之數值，如圖 18 所示。

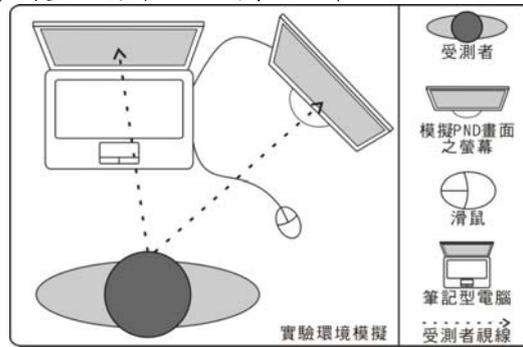


圖 18 實驗配置模擬圖

本研驗中所使用之兩個螢幕，在不同階段有不同之功用，必須在畫面的反覆切換中方能完成一次完整的實驗：(1)左方畫面：於受測者自由調整階段時，將呈現實驗操作介面；而受測者調整完成進入模擬時，則會切換成道路駕駛模擬之行車畫面，藉此來更貼近真實駕駛狀況。(2)右方畫面：於受測者自由調整階段時，將呈現靜止的導航模擬畫面；而受測者調整完成進入模擬時，則會切換成導航動作中的模擬畫面，且模擬畫面中之 GIF 檔案將符合於左方行車畫面路況，藉此使受測者更具駕駛臨場感。

(六) 倒傳遞類神經網路之應用

本研究應用類神經網路，來推論不同族群在觀看攜帶型導航畫面時的最適化文字顯示模式。完成正規化之實驗數據資料，導入到傳遞類神經網路中進行訓練，訓練完成之網路則為本研究導航畫面文字最適化推論引擎。本研究欲探討之導航畫面文字最適化顯示模式，訓練輸入端為族群特徵資料 14 項，訓練輸出端為每區文字區塊包含之 5 項文字屬性，因此所設計之類神經網路模型為：輸入層神經元數為 14、輸出層神經元數為 5，隱藏層神經元數為 10。本研究應用 MATLAB 7.0 軟體，來建置並訓練倒遞類神經網路。

(七) 倒傳遞類神經網路推論模擬

完成訓練之倒傳遞類神經網路，本研究亦使用 MATLAB 7.0 軟體進行推論模擬。將欲預測之族群特徵資料進行正規化，並作為輸入項目匯入類神經網路即可進行推論。由於輸入神經元數為 14，因此模擬階段同樣的需要輸入 14 項欲預測之族群特徵資料，為 1x14 正規化數據的數列。為協助設計者簡化攜帶型產品螢幕上之文字設定流程，因此在產品設計的模擬流程中，規劃一個供設計者端使用之「目標族群特徵輸入視窗」。本研究以兩群範例使用者族群來做為攜帶型導航裝置導航畫面中文字最適化結果顯示之預測族群。以族群一為例，資料經目標族群特徵資料輸入後，所推薦之最佳文字顯示畫面如圖 19 所示。



圖 19 族群一文字顯示最適化範例模擬示意圖

(八) 第二年期之結論與建議

本研究以攜帶型導航裝置為研究對象，共蒐集了 67 種型號之攜帶型導航裝置資料進行分析歸納，選擇最常使用之畫面類型作為本研究實驗模擬以及結果模擬的代表性畫面，接著進行文字配色資料蒐集共測定 48 組 RGB 數值，再透過視認性問卷將視認性低之選項刪除，接著進行五項準則評分問卷與階層式集群分析分群，各群中視認性最高者則為實驗中待選選項，接著則是針對攜帶型資訊產品中三項屬性閾值調查，以作為實驗中受測者可調整之最大最小值參考。

實驗的環境則是模擬駕車環境以及模擬導航運作，以達到準確的實驗效果。實驗中所得之數據及受測者資料則投入倒傳遞類神經網路進行訓練及模擬，而本研究最終也使用兩假設目標族群為範例，透過訓練完成之倒傳遞類神經網路進行模擬，所模擬出之數據經還原後於本研究規劃之導航模擬畫面中以視覺化呈現此範例結果。本研究主要貢獻可以歸納為三點：(1) 建立文字最適化資料蒐集的系統，相關設計開發人員可快速且精確的蒐集到使用族群的喜好資料，大幅降低資料整理歸納之時間。(2) 可推論出最適化文字顯示，廣泛運用於各型電子顯示幕以呈現最適化文字顯示模式，而不同的使用者將可透過畫面上之族群選項來選擇自己的族群定位，以增進更良好的操作使用。(3) 可有效縮短最適化文字顯示模式之設計開發流，對於數位內容相關設計人員可給予最適化文字顯示建議。相關人員在快速的得到最適化的參數之後，仍可以自身專業背景或以自身美感經驗中做調整，藉此將可縮短攜帶型資訊產品在畫面配置或文字設定之開發流程。

第三年期之發展

本研究第三年期以虛擬場景建構出一個模擬實驗空間，在空間中的適當位置投影修正後的衛星導航介面，透過擬真車內環境讓使用者有身歷其境的感覺，以減少環境變數。在各感官條件皆靠近於真實環境下，受測者可以更有效率的測試是否能準確的分辨圖像意義，並從測驗中得到較為真實的數值。之後再將數據放入倒傳遞類神經網路中作線性分析，根據不同族群定義出最適化之衛星導航投影式介面模式。研究流程主要分為三大部分，分別為「樣本資料分析及實驗參數界定」、「模擬實驗設計與執行」及「倒傳遞類神經網路應用」，最終將歸納出一套適用於 HUD 之衛星導航介面模式建議。

(一) 定義擬實驗環境佈置各項參數數值

首先從配備抬頭顯示器之衛星導航功能的汽車廠中，收集車廠現行車款的車體結構資料，根據此資料設定第二階段模擬實驗各項器材的相對位置。再針對抬頭顯示器具有衛星導航功能的機種廣泛地蒐集樣本資料，包括已上市車種、車廠研發中之顯示模式、其他車用電子設備公司研發之產品等。接著分析這些介面樣本中的圖示，每個圖示都有其功能性，依據呈現方式的不同定義其規格分屬，並整理成矩陣，再透過問卷分析與集群分析得知受測者所認為之最適化介面，以此結果設計出五項代表性群集介面樣本。這五個群集介面樣本將做為模擬實驗中供受測者實驗時的參考範本。針對衛星導航抬頭顯示器與汽車主題結構之位置，本研究定義五項主要參數，包含前擋風玻璃與水平軸之夾角、投影點到頸枕之水平距離、投影點到坐墊之垂直距離、坐墊到內部車頂之垂直距離、坐墊寬度、坐墊長度等五項結構參數，其車體結構的參數對照關係如圖 20 所示。

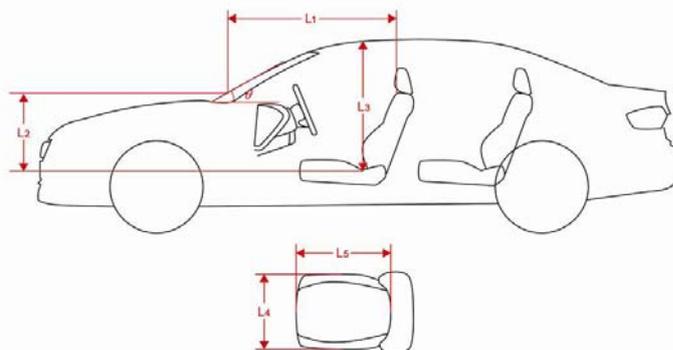


圖 20 車體結構參數對照圖

本研究收集 BMW、Audi、Lexus 三家車廠現行車款的車體結構資料，針對其抬頭顯示器畫面與座椅之間的相對位置進行量測，並歸納這些結構參數，做為第二階段實驗環境的設計依據。本研究所量測之汽車車體結構資料，如表 11 所示。

表 21 汽車車體結構資料

廠牌	型號	θ	L1	L2	L3	L4	L5	長*寬*高	軸距	前後輪距
BMW	320i 3series	30	922	623	995	535	540	4531*2013*1421	2760	1506/1535
	520i 5series	30	932	635	975	550	560	4899*1860*1464	2968	
	730i 7series	32	1005	635	975	550	560	5072*1905*1479	3070	1578/1596
	M3 sedan	30	922	623	995	535	540	4531*2013*1421	2761	1506/1635
	M5 sedan	33	990	635	970	550	560	4910*1891*1456	2964	
Audi	A1 1.4TFSI	34	1003	624	995	540	560	3954*1740*1416	2469	1477/1471
	A1 sport 1.4TFSI	34	1003	624	995	540	560	3954*1740*1416	2469	1477/1471
	A4 2.0TFSI	30	930	637	962	533	555	4703*1826*1427	2808	1564/1551
	A5 sportback	35	970	610	886	540	546	4711*1854*1391	2810	1590/1575
	2.0TFSI quattro									
	A6 2.8FSI quattro	36	970	632	962	540	550	4915*1874*1455	2912	1627/1618
	A7 sportback 2.8FSI quattro	36	870	660	962	540	550	4969*1911*1420	2914	1644/1635
TT coupe 2.0TFSI	40	921	632	962	533	557	4187*1842*1353	2468	1572/1558	
Lexus	CT200h	31	925	640	980	535	540	4320*1765*1440	2600	1525/1520
	LS600hL	33	955	660	980	540	555	5180*1875*1480	3090	1610/1610
	RX350	38	910	640	990	545	555	4770*1885*1690	2740	1630/1625
	RX450h	38	910	640	990	545	555	4770*1885*1690	2740	1630/1625

- θ 表示前擋風玻璃與水平軸之夾角，單位度。
- L1 表示投影點到頸枕之水平距離，單位公厘。
- L2 表示投影點到坐墊之垂直距離，單位公厘。
- L3 表示坐墊到內部車頂之垂直距離，單位公厘。
- L4 表示坐墊寬度，單位公厘。
- L5 表示坐墊長度，單位公厘。

考慮到台灣一般家庭常依據需求與價格因素，因此在挑選汽車時大多選擇中小型四門房車，故本研究從所有車體樣本中選擇其中的中小型四門房車之數據，包含 Audi 的 A4 2.0TFSI、A5 sportback 2.0TFSI quattro，BMW 的 320i、M3 sedan，Lexus 的 CT200h 等共五台，將此五台的車體結構數據平均後，所取得之平均數即為第二階段模擬實驗環境的佈置依據，如表 12 所示。

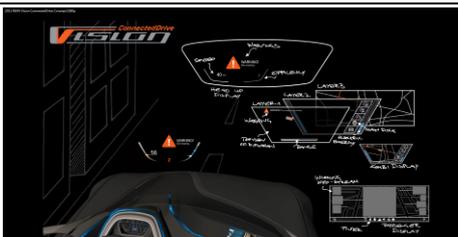
表 12 模擬實驗環境佈置之汽車車體結構參數值

參數	θ	L1	L2	L3	L4	L5
值	31.2	933.8	626.6	963.6	535.6	544.2

(二) 衛星導航系統介面範本設計

本研究欲進行一模擬衛星導航投影實驗，規劃在一個近似於車內環境下，以投影的方式呈現操作畫面，讓受測者來選擇其認為最適合之導航功能組合，為此必須先定義出資訊投影的位置與範圍。透過資料收集與問卷調查的方式，找出適當的投影位置與範圍，供後續實驗設計之用。首先收集市面上具備衛星導航功能的抬頭顯示器，包括已上市之車種、車廠研發中之顯示模式、其他車用電子設備公司研發之產品等，以投影在駕駛人前方擋風玻璃的圖像做討論。分析現行九種類型 HUD 衛星導航介面模式，發現這九種類型中可發現構成各樣本的功能類型皆不相同，排版方式也有所差異，資料彙整如表 13 所示。因此，本研究訂定出介面中各項功能之種類，清楚的

表 13 衛星導航抬頭顯示器樣本之功能分類表

編號	樣本	功能	類型
H001		時速	數字型
		道路	第一視角 2D 圖
		指示符號	空心箭號
H002		時速	直線游標尺型
		道路	第三視角 2D 圖
		指示符號	實心箭號
		動力消耗	區間式長條圖
H003		時速	數字型
		道路	第一視角 2D 圖
		指示符號	實心箭號
		警示	圖型
		道路名稱	文字
H004		時速	曲線游標尺型
		道路	第三視角 2D 圖
		指示符號	實心箭號
		動力消耗	曲線游標尺(無數字顯示)
H005		時速	數字型
		道路	第三視角 2D 圖
		指示符號	實心箭號
		指示符號	實心箭號
		距離	數字(具單位)
		道路名稱	文字
H007		道路	第一視角 2D 圖
		指示符號	實心箭號
		動力消耗	區間式長條圖
		距離	數字
		時間	數字

H008		時速	直線游標尺型
		道路	第三視角 2D 圖
H009		指示符號	空心箭號
			實心圓滑曲線
		動力消耗	直筒式長條圖
		距離	直條距離顯示
		警示	圖型

了解各樣本間的差異性，再用此數據進行接下來的集群分析。

從現行衛星導航樣本中萃取出 8 種不同的功能：時速、道路、動力消耗、指示符號、距離、警示、時間及道路名稱等，每一個功能圖示都有數種不同的表現方式，例如以時速來說，就可依其呈現方式的不同，而區分成數字型、直線游標尺型、曲線游標尺型、與無標示等四種。依照使用者介面圖像之差異，將使用者介面分成數種規格，如表 14 所示。

本研究依據衛星導航抬頭顯示器各項功能之各項規格，應用電腦輔助繪圖軟體設計操作介面圖示，再透過問卷調查確認其視認性與重要性。衛星導航抬頭顯示器功能重要度評比問卷調查資料，應用集群分析法將 37 種介面進行分群，導航介面功能圖像設計，如表 15 所示。接著發展各類群之代表樣本作為模擬實驗提供給受測者之參考樣本。透過 K-means 集群分析結果，本研究

表 14 衛星導航抬頭顯示器各項功能之使用者介面規格表

功能項目	規格 1	規格 2	規格 3	規格 4	規格 5
道路	第三視角 2D 圖	第一視角 2D 圖	第一視角 3D 圖	無標示	NA
指示符號	實心箭號	空心箭號	上方圓滑曲線	兩側圓滑曲線	無標示
時速	數字型	直線游標尺型	曲線游標尺型	無標示	NA
動力消耗	區間式長條圖	直筒式長條圖	曲線游標尺型	無標示	NA
距離	數字(具單位)	直條距離顯示 (以三角圖示代 表目前位置)	直條距離顯示 (以汽車圖示代 表目前位置)	橫條距離顯示 (以三角圖示代 表目前位置)	無標示
警示	文字型	圖型	無標示	NA	NA
時間	數字型	圖型	無標示	NA	NA
道路名稱	文字型	無標示	NA	NA	NA

將衛星導航抬頭顯示器分成五個類群，各群之代表樣本分別為：

- (1) 群集一代表樣本：道路為第三視角 2D 圖，指示符號為實心箭號，時速為數字型，動力消耗為無標示，距離為無標示，警示為文字型，時間為無標示，道路名稱為無標示。
- (2) 群集二代表樣本：道路為無標示，指示符號為兩側圓滑曲線，時速為數字型，動力消耗為無標示，距離為無標示，警示為無標示，時間為無標示，道路名稱為無標示。

(3) 群集三代表樣本：道路為無標示，指示符號為上方圓滑曲線，時速為數字型，動力消耗為區間式長條圖，距離為直條距離顯示(以三角圖示代表目前位置)，警示為文字型，時間為數字型，道路名稱為文字型。

表 15 導航介面功能圖像設計

道路與指示符號	第三視角 2D 圖與實心箭號	第三視角 2D 圖與空心箭號	第一視角 2D 圖實心箭號	第一視角 2D 圖空心箭號	
	第一視角 3D 圖與實心箭號	第一視角 3D 圖與空心箭號	道路上方圓滑曲線	道路兩側圓滑曲線	
	第一視角 2D 圖與實心圓滑曲線	第一視角 2D 圖與空心圓滑曲線			
時速顯示	數字型 52 km/h	直線游標尺型 30 40 50 60 70 km/h	曲線游標尺型 52		
動力消耗顯示	區間式長條圖	直筒式長條圖 85%	曲線游標尺型		
距離顯示	數字 1200m	直條距離顯示	直條距離顯示	橫條距離顯示	橫條距離顯示
警示標示	文字型 前方限速60公里	圖示型 60			
時間顯示	文字型 11:52am	圖示型			

- (4) 群集四代表樣本：道路為第一視角 2D 圖，指示符號為實心箭號，時速為數字型，動力消耗為區間式長條圖，距離為橫條距離顯示(以三角圖示代表目前位置)，警示為文字型，時間為數字型，道路名稱為文字型。
- (5) 群集五代表樣本：道路為第一視角 3D 圖，指示符號為實心箭號，時速為數字型，動力消耗為長條圖，距離為無標示，警示為無標示，時間為無標示，道路名稱為無標示。
- 各類群之代表樣本將作為實驗之模擬投影畫面，以群集一為例，其使用者介面如圖 21 所示。



圖 21 群集一樣本顯示之使用者介面

(三) 模擬實驗設計與執行

本研究所進行之衛星導航介面最適化之模擬實驗，首先建置一個模擬的汽車內部環境，讓受測者在此環境中與實驗器材之相對位置盡量與實車環境相同。並且規劃一受測者操作介面，使受測者可依照個人的駕駛觀念與使用習慣，自行配置其所認為的最佳化抬頭顯示器衛星導航介面。本研究所設計之受測者操作介面是以投影的方式，將畫面投射於實驗用擋風玻璃上，除了使受測者在進行實驗時更有於車內操作的臨場感，提昇實驗數據的準確度之外，更能在修改介面的同時，能同步將修改後的結果投影到玻璃上，以迅速的確認修正後的效果是否符合預期。本研究使用電腦輔助繪圖軟體繪出衛星導航系統各項功能介面原件，在後置入投影系統來呈現整體效果，並做為受測者操作介面。

本研究在實驗室中透過各項器材搭建出模擬汽車內部之環境，在物與物之間的相對位置盡量與車內環境相同，使受測者進行實驗時具有在車內實際操作的臨場感，以提昇實驗的準確率。本實驗器材主要包含：(1)中小型四門房車之前擋風玻璃、(2)木架、(3)座椅、(4)投影機、(5)筆記型電腦與其相關配備等，各器材間的相對位置及與受測者之間的距離，依據表 2 各項參數值來配置，本實驗環境之配置方式，如圖 22 所示。在衛星導航操作實驗使用者介面設定部分，依照研究所界定之五個衛星導航使用者介面類群，以其代表樣本作為受測者模擬操作之系統介面，各樣本特徵分呈現在實驗環境之示意，如圖 23 所示。衛星導航模擬實驗之進行主要分為六個步驟：

步驟一：實驗概念說明，包含衛星導航抬頭顯示器簡介，現行衛星導航抬頭顯示器範例參考以及實驗進行與問卷填答說明等。

步驟二：選擇衛星導航使用者介面功能要素圖像，首先從界定之五個衛星導航操作介面類群中，依照各人偏好選擇最適之樣本，接著從 37 項導航介面功能圖像中挑選合適的圖像。

步驟三：衛星導航操作介面模擬，受測者選擇好之操作介面圖像組合好之完整操作介面，透過投影設備投影至實驗環境，以模擬實際之導航系統操作情形。

步驟四：進行實驗操作模擬，實驗環境將呈現之完整操作介面，受測者可以配合車內環境來判斷該衛星導航系統所呈現之操作介面是否符合個人需求，如果是則完成最適衛星導航系統操作介面設計；如果不是則跳回至步驟二重新選擇使用者介面圖像，直至受測者設定完成可以滿足個人需求的衛星導航系統操作介面。

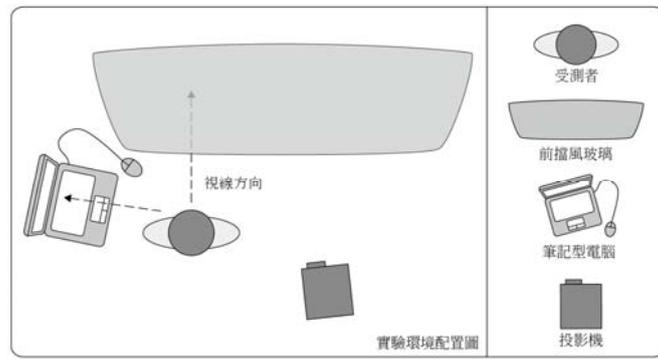


圖 22 實驗環境配置圖

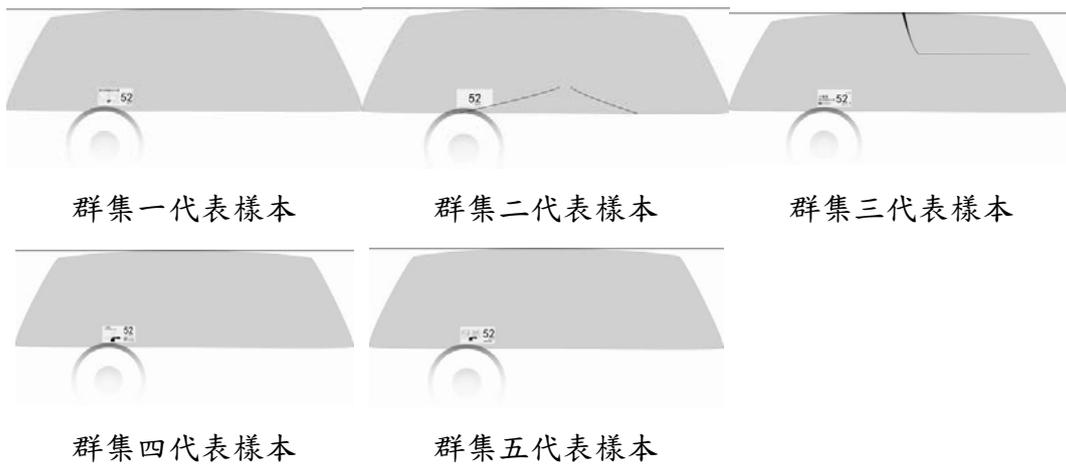


圖 23 模擬實驗使用者操作介面示意圖

步驟五：將受測者所設定之最佳衛星導航系統操作介面各項設定值儲存起來。
 步驟六：填寫實驗問卷後即完成實驗操作。
 整個實驗流程如圖 24 所示。

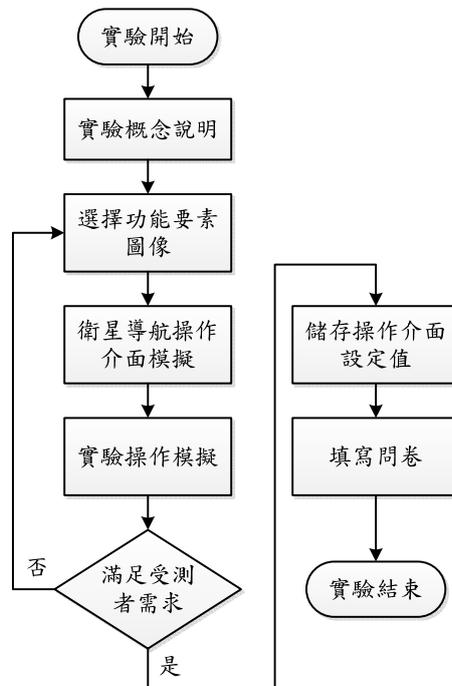


圖 24 實驗流程圖

(四) 倒傳遞類神經網路應用

本研究透過衛星導航抬頭顯示器介面模擬實驗取得使用者對於衛星導航介面各項構成要素參數資料，藉由類神經網路之學習、歸納而獲得學習推理之能力，建構一個衛星導航抬頭顯示器介面最適的推論模式，藉此使得介面設計師在畫面設定過程中可以得到一個客觀的設計建議。

本研究應用類神經網路之特性，來推論出不同族群在觀看投影式衛星導航畫面時的最適化顯示模式，使得使用者在操作上有較高的滿意度以及準確性。首先把受測者特徵資料匯同實驗數據資料進行正規化，再導入到倒傳遞類神經網路中進行訓練，訓練完成之類神經網路則為本研究投影式導航介面最適化推論模式，再將欲推測推論之族群特徵資料輸入此推論模式中，將可以產生其推薦之模擬參數，而參數經反正規化程序來還原將可得到各項構成要素參數之原始資料，藉此資料將可建構出投影式導航畫面最適化顯示模式。

在衛星導航介面模擬環境實驗完成 30 位受測者之後，使用資料處理軟體記錄受測者所完成的各項實驗數據與生活型態問卷數據，其中包含受測者個人特徵資料及滿足受測者最佳衛星導航功能圖示參數數據資料，前者為倒傳遞類神經網路輸入資料(部分資料如表 16 所示)；後者則為輸出資料(部分資料如表 17 所示)。

表 16 受測者個人特徵資料 (部分資料)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
187	性別	年齡	學歷	婚姻狀況	月收入	職業	居住地區	汽車駕駛經驗	PND使用頻率	PND使用目的	HUD熟悉度	HUD使用意願
188	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 中部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	4. 輔助行車	2. 聽過並大致	1. 願意
189	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	2. 20,000~50,000	21. 學生	3. 南部地區	1. 無駕照	1. 不曾使用	5. 無	1. 沒聽過	1. 願意
190	1. 男性	2. 15~24歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	2. 1年以內	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
191	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	1. 無駕照	1. 不曾使用	5. 無	1. 沒聽過	3. 不確定
192	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	1. 無駕照	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	1. 願意
193	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
194	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	4. 2~5年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
195	1. 男性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	2. 1年以內	1. 不曾使用	5. 無	1. 沒聽過	3. 不確定
196	1. 男性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	2. 1年以內	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	1. 願意
197	1. 男性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	1. 無駕照	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
198	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	4. 2~5年	2. 偶爾使用	4. 輔助行車	2. 聽過並大致	1. 願意
199	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	2. 1年以內	2. 偶爾使用	3. 尋找美食	1. 沒聽過	1. 願意
200	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	1. 願意
201	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	2. 20,000~50,000	21. 學生	1. 北部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
202	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
203	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	4. 輔助行車	3. 聽過並使用	1. 願意
204	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	2. 20,000~50,000	21. 學生	3. 南部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	4. 輔助行車	2. 聽過並大致	1. 願意
205	2. 女性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	1. 無駕照	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	3. 不確定
206	1. 男性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	1. 願意
207	2. 女性	3. 25~34歲	4. 大專院校	1. 未婚	2. 20,000~50,000	5. 教育研究	3. 南部地區	3. 1~2年	3. 經常使用	2. 工作需求	2. 聽過並大致	1. 願意
208	1. 男性	4. 35~44歲	5. 研究所(含以	3. 已婚(有小孩)	2. 20,000~50,000	9. 資訊科技	1. 北部地區	5. 5年以上	2. 偶爾使用	4. 輔助行車	3. 聽過並使用	1. 願意
209	2. 女性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	1. 無駕照	1. 不曾使用	5. 無	1. 沒聽過	1. 願意
210	1. 男性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	2. 1年以內	1. 不曾使用	5. 無	1. 沒聽過	1. 願意
211	1. 男性	4. 35~44歲	5. 研究所(含以	3. 已婚(有小孩)	2. 20,000~50,000	8. 製造供應商	1. 北部地區	5. 5年以上	2. 偶爾使用	2. 工作需求	2. 聽過並大致	1. 願意
212	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	5. 5年以上	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
213	1. 男性	2. 15~24歲	4. 大專院校	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	6. 國外	1. 無駕照	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	1. 願意
214	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	1. 北部地區	4. 2~5年	3. 經常使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意
215	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	4. 2~5年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	3. 不確定
216	2. 女性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	1. 20,000元以下	21. 學生	3. 南部地區	3. 1~2年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	1. 沒聽過	1. 願意
217	1. 男性	3. 25~34歲	5. 研究所(含以	1. 未婚	2. 20,000~50,000	9. 資訊科技	1. 北部地區	4. 2~5年	2. 偶爾使用	1. 出外旅遊	2. 聽過並大致	1. 願意

表 17 衛星導航功能圖示參數數據資料 (部分資料)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
118	第三人稱視角式圖解圖示			第三人稱視角式圖解圖示			第一人稱視角式圖解圖示			第一人稱視角式圖解圖示			第一人稱視角式圖解圖示			第一人稱視角式圖解圖示			第一人稱視角式圖解圖示		
119	長度			寬度			長度			寬度			長度			寬度			長度		
120	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
121	2. 女性	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
122	1. 男性	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
123	2. 女性	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
124	2. 女性	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
125	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	
126	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	
127	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
128	1. 男性	0	0	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
129	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	
130	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	
131	2. 女性	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
132	2. 女性	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14	0	0	0	0	0	0	
133	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
134	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
135	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
136	1. 男性	0	0	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
137	2. 女性	0	0	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
138	1. 男性	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
139	2. 女性	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
140	1. 男性	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
141	2. 女性	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
142	1. 男性	0	0	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
143	1. 男性	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
144	1. 男性	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
145	1. 男性	0.07	0.1	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
146	1. 男性	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
147	2. 女性	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
148	2. 女性	0	0	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
149	1. 男性	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

本研究採用的倒傳遞類神經網路訓練演算法為 Levenberg - Marquardt 演算法，以下簡稱為 LM 演算法，並應用 MATLAB 7.0 軟體之 nntool 內建功能來執行 LM 演算法。本研究所架構之倒傳遞類神經網路架構，係由一個輸入層、一個隱藏層與一個輸出層所組成，其中輸入層有 12 個神經元所構成，為受測者個人特徵之正規化數據；輸出層有 54 個神經元所構成，為受測者所偏好的衛星導航功能圖示之正規化數據。隱藏層神經元數量依照「輸入層神經元數」乘以「輸出層神經元數」的原則下，設定為 26 個神經元，而轉移函數則設定為正切雙彎曲，因此本研究所建構之倒傳遞類神經網路架構可表示為圖 25 所示。

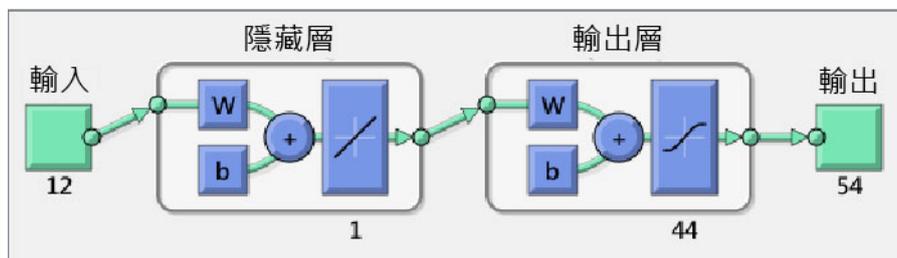


圖 25 本研究所建構之倒傳遞類神經網路架構圖

倒傳遞類神經網路訓練程序包含 7 個步驟，分別說明如下：

- (1) 輸入資料與輸出資料正規化，將衛星導航使用者介面模擬實驗所獲得之受測者個人特徵與最佳衛星導航介面各項參數數據進行正規化程序，包含 12 項受測者之個人特徵以及 54 項衛星導航使用者介面參數，將其數值正規化至 0~1 數值範圍。受測者個人特徵參數正規化數據如圖 26 所示，而衛星導航使用者操作介面各項參數正規化數據如圖 27 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	H
73	性別	年齡	學歷	婚姻狀況	月收入	職業	居住地區	汽車駕駛經驗	PND使用頻率	PND使用目的	H
74		0	0.33	1	0	0	0.87	0.2	0.5	0.33	0.75
75		1	0.33	1	0	0.25	0.87	0.4	0	0	1
76		0	0.17	1	0	0	0.87	0.4	0.25	0.33	0
77		1	0.33	1	0	0	0.87	0.4	0	0	1
78		1	0.33	1	0	0	0.87	0.4	0	0.33	0
79		0	0.33	1	0	0	0.87	0.4	0.5	0.33	0
80		0	0.33	1	0	0	0.87	0.4	0.75	0.33	0
81		0	0.17	0.75	0	0	0.87	0	0.25	0	1
82		0	0.17	0.75	0	0	0.87	0.4	0.25	0.33	0
83		0	0.17	0.75	0	0	0.87	0.4	0	0.33	0
84		0	0.33	1	0	0	0.87	0.4	0.75	0.33	0.75
85		1	0.33	1	0	0	0.87	0	0.25	0.33	0.5
86		1	0.33	1	0	0	0.87	0.4	0.5	0.33	0
87		0	0.33	1	0	0.25	0.87	0	0.5	0.33	0
88		0	0.33	1	0	0	0.87	0	0.5	0.33	0
89		0	0.33	1	0	0	0.87	0	0.5	0.33	0.75
90		0	0.33	1	0	0.25	0.87	0.4	0.5	0.33	0.75
91		1	0.17	0.75	0	0	0.87	0	0	0.33	0
92		0	0.17	0.75	0	0	0.87	0.4	0.5	0.33	0

圖 26 受測者個人特徵參數正規化數據

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
118	第三人稱視角2D圖與費心箭號	第三人稱視角2D圖與費心箭號	第一人稱視角2D圖與費心箭號	第一人稱視角2D圖與費心箭號	第一人稱視角3D圖與費心箭號					
119	長度	寬度	長度	寬度	長度	寬度	長度	寬度	長度	寬度
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14
122	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0
123	0.07	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14
126	0	0	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0
127	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.15
128	0	0	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0
129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14
131	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0	0	0
132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17
134	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0.14
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0.17
136	0	0	0.06	0.09	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0.06	0.07	0	0

圖 27 衛星導航使用者操作介面各項參數正規化數據

- (2) 輸入資料與輸出資料轉換成資料矩陣，配合 MATLAB 資料格式，輸入層資料與輸出層資料必須轉換成矩陣形式資料，方能匯入軟體系統進行運算。因此 30 位受測者樣本其

12 項受測者個人特徵資料必須轉換成[12x30]之資料矩陣，而 30 位受測者樣本之 54 項衛星導航使用者界面參數資料則轉換成[50x30]之資料矩陣。

- (3) 將輸入層矩陣資料與輸出層矩陣資料匯入建構好之倒傳遞類神經網路系統之中。
- (4) 設定倒傳遞類神經網路之轉換函數(Transfer Function)及隱藏層神經元數量，倒傳遞類神經網路各項參數設定如圖 28 所示。

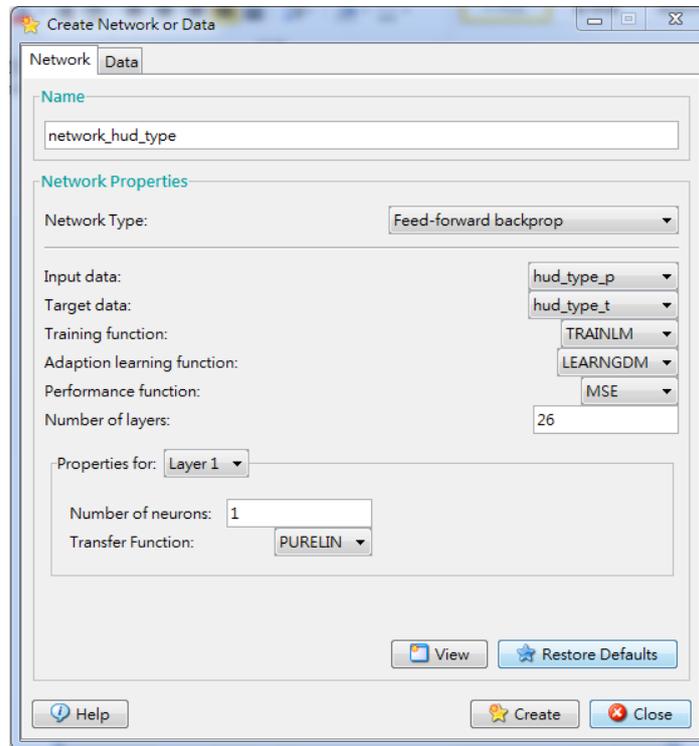


圖 28 倒傳遞類神經網路各項參數設定

- (5) 設定倒傳遞類神經網路各項訓練條件參數，包含 最大循環次數(epochs)=1000、 μ 的減量因子(mu_dec)=0.1、誤差目標值 (goal)=0.001、 μ 的增量因子(mu_inc)=10、最大誤差比率(mu_max)=10000000000、最小訓練梯度(mu_grad)=0.0000000001、 μ 的初始值(mu)=0.001 等。各項訓練參數之設定如圖 29 所示。

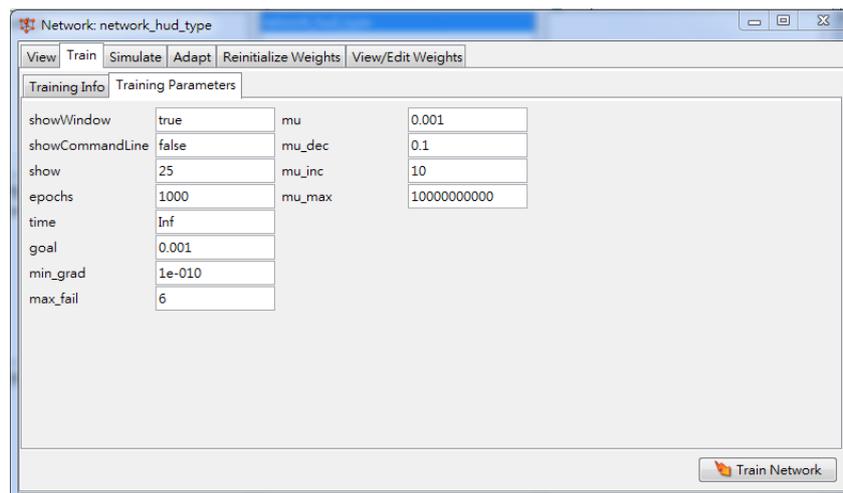


圖 29 倒傳遞類神經網路各項訓練條件參數設定

- (6) 進行倒傳遞類神經網路訓練。

本研究所完成訓練之倒傳遞類神經網路其訓練過程誤差目標值達成情形如圖 30 所示。

(五) 倒傳遞類神經網路推論

完成訓練之倒傳遞類神經網路即具備推論能力，本研究預設一組目標族群之個人特徵

參數值，並將該特徵轉為正規化數據成為一組[11X2]之資料矩陣，其目標族群之個人特徵詳述如下：男性、25~34 歲、學歷研究所(含以上)、未婚、月收入 20000 以下、職業為學生、居住南部地區、擁有 2~5 年的汽車駕駛經驗、偶爾使用 PND、使用目的為出外旅遊、聽過 HUD 並大致

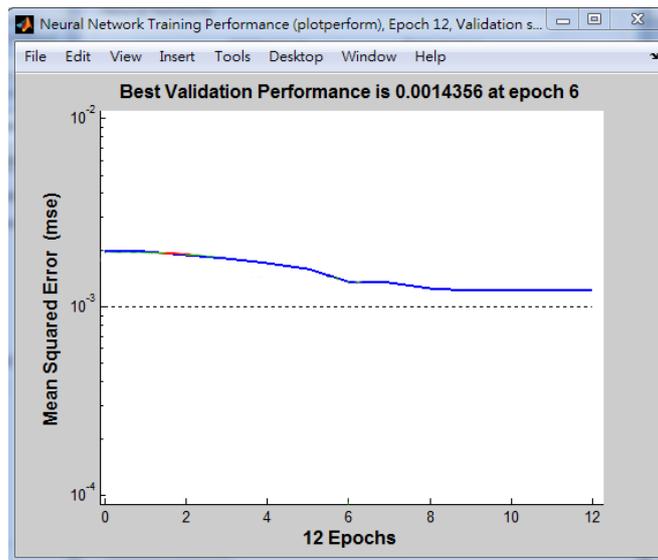


圖 30 倒傳遞類神經網路訓練目標值達成情形

了解使用方法、願意使用 HUD；女性、25~34 歲、學歷研究所(含以上)、未婚、月收入 20000 以下、職業為學生、居住南部地區、擁有 2~5 年的汽車駕駛經驗、偶爾使用 PND、使用目的為出外旅遊、聽過 HUD 並大致了解使用方法、願意使用 HUD。正規化後之數據分別如下： $[0 \ 0.33 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0.87 \ 0.4 \ 0.75 \ 0.33 \ 0 \ 0.33 \ 0]$ 與 $[1 \ 0.33 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0.87 \ 0.4 \ 0.75 \ 0.33 \ 0 \ 0.33 \ 0]$ ，如圖 31 所示。由倒傳遞類神經網路推論出來的輸出值如圖 32 所示。

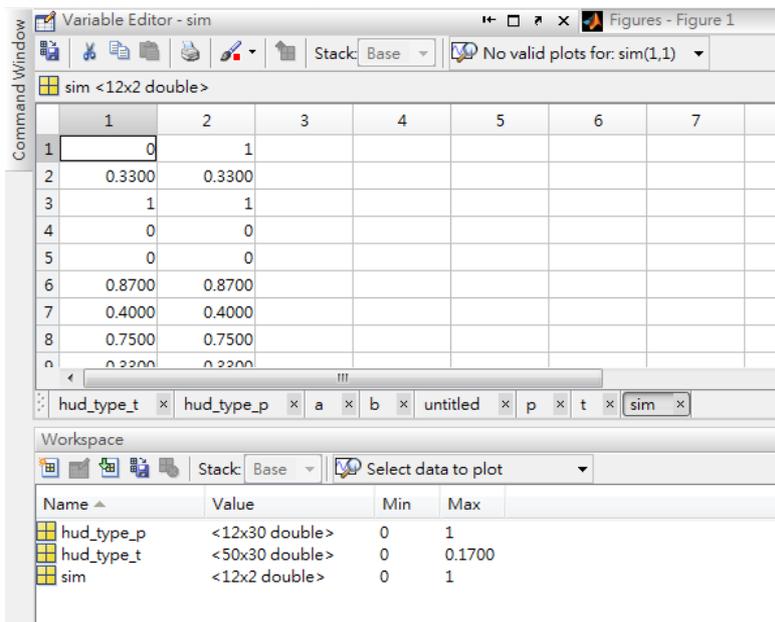


圖 31 目標族群之正規化數據

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
162		第一人稱視角3D圖與空心箭頭	數字型時速圖示			直筒式長條圖型動力消耗圖示	直條距離圖示(三角)			橫條距離圖示(三角)		圖型
163		長度	寬度	長度	寬度	長度	寬度	長度	寬度	長度	寬度	
164	sim1	0.06	0.14	0.05	0.05	0	0	0	0	0	0	0
165	sim2	0.06	0.14	0.05	0.05	0.03	0.08	0	0	0.02	0.08	
166												
167												

圖 32 倒傳遞類神經網路所推論之輸出值（正規化數值）

倒傳遞類神經網路所推論之輸出值，再經過正規化數據轉換回實際功能圖示參數數值程序，可以獲得其推論結果之最佳衛星導航使用者介面各項參數為：男性目標族群、地圖為第一人稱視角 3D 圖(60mm * 140mm)、指示符號為空心箭號、時速為數字型(50mm * 50mm)、動力消耗為無標示、距離為無標示、警示為圖型(40mm * 40mm)、道路名稱為文字型(30mm * 80mm)、時間為圖型(50mm * 50mm)、起始座標(22, 9)、終止座標(29, 13)；女性目標族群、地圖為第一人稱視角 3D 圖(60mm * 140mm)、指示符號為空心箭號、時速為數字型(50mm * 50mm)、動力消耗為直筒式長條圖型(30mm * 80mm)、距離為橫條距離圖示(以三角圖示代表現在位置)(20mm * 80mm)、警示為圖型(40mm * 40mm)、道路名稱為文字型(30mm * 80mm)、時間為文字型(20mm * 70mm)、起始座標(7, 10)、終止座標(14, 14)。

(六) 最適化衛星導航使用者介面畫面呈現

倒傳遞類神經網路所推論出之最佳化衛星導航使用者介面功能圖示最佳化數據，回饋至電腦輔助繪圖軟體中，將衛星導航之功能種類、畫面投影位置，以及功能圖示的表現方式與比例等各項設計參數轉換成模擬介面，可以得到倒傳遞類神經網路所推薦之男性目標族群與女性目標族群之介面顯示模型分別為圖 33 與圖 34 所示。

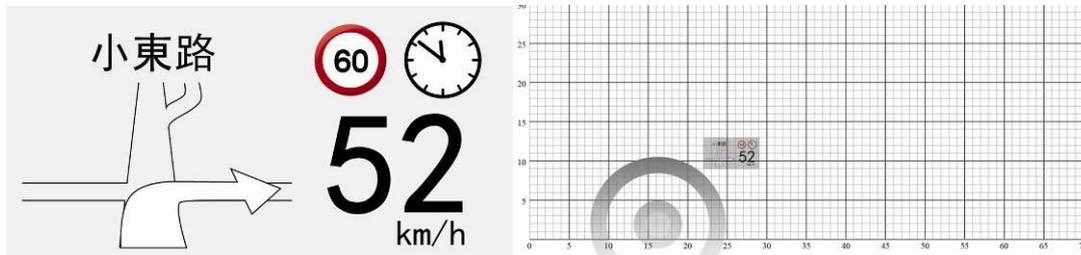


圖 33 類神經網路推薦之男性目標族群的最佳介面功能圖示及位置

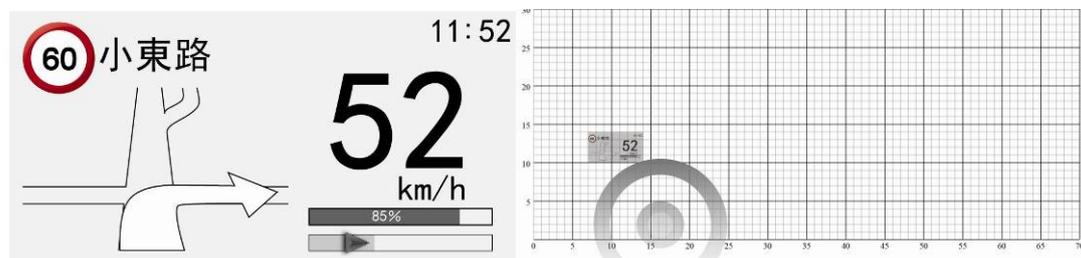


圖 34 類神經網路推薦之女性目標族群的最佳介面功能圖示及位置

(七) 第三年期之結論與建議

本研究分析現行抬頭顯示器之衛星導航介面樣本後，透過問卷與集群分析選出代表性之群集介面樣本，做為模擬車內環境實驗時受測者進行介面規劃的參考範本。接著，從具備抬頭顯示器衛星導航功能之車廠的現行車款中，分析其車體結構資料來決定下一階段實驗設備的架設依據。透過模擬車內環境實驗可得出受測者認為之最佳化投影導航介面，將所有實驗數據歸納後以倒傳遞類神經網路分析，最後根據結果設計出最適化之投影介面模式。本研究之成果為：

(1) 建立一最適化投影式導航功能資料收集之系統

本研究針對抬頭顯示器衛星導航介面之功能種類進行分析，最終以線性分析得出在不同目標族群條件下之最適化投影介面。隨著車用抬頭顯示器技術與市占率的提升，此系統未來仍可應用於導航介面的空間配置、色彩配置、層級架構等項目。相關介面樣本數量將會日趨成熟完整，相關設計開發人員若對於投影式導航裝置之研究或開發需要相關資訊時，本系統架構能快速且合理的收集使用者族群的個人特徵資料，並迅速的以類神經網路法對各目標資訊做訓練與模擬。

(2) 建立一考量到不同使用族群之投影介面模式

抬頭顯示器的衛星導航介面在面對不同目標族群也許有不同的最佳介面，透過本研究能建立一套非制式化的投影導航介面。現今汽車市場上常見行銷手法，是將抬頭顯示器做為汽車之內部裝備共同販售，汽車在設計階段有規劃其預計銷售之目標族群，但抬頭顯示器之介面設計通常未和其搭配車種之目標族群進行同步考量，透過本系統能使設計師在設計相關產品時，考量的層

面更為廣泛而合理，讓該產品的目標族群在使用時能更加貼近自身偏好與習慣，提升行車品質及效率。

(3) 提升抬頭顯示器衛星導航介面之開發流程效率

類神經網路能以模擬人類神經的思考方式，透過輸入端與輸出端的分析，並應用 MATLAB 執行類神經網路的程序，能簡化類神經操作步驟，因而衍生出一符合特定目標族群的介面最佳解。本系統透過倒傳遞類神經網路法，將問卷與分析結果以量化而客觀的方式輸出，對於相關介面設計人員可以給予高度說服力的最適化介面建議，相關人員在快速的獲得最適化參數後，再以自身美感與設計能力將結果做調整，藉此提升抬頭顯示器衛星導航介面之開發流程效率。

五、結論與討論

本研究計畫之發展共規劃為三年期，第一年期對市面上各款車用導航系統資料的蒐集與比較，對車用導航系統的共有功能及獨有功能做顧客需求的重要度問卷調查，以因素分析法得到使用情境模式，接著以階層式集群分析方法來探討車用導航系統功能項目的層屬關係；以層級分析法獲得最佳車用導航系統之選單框架構成要素；設計完整的車用導航系統功能圖示與功能文字說明；建構完整車用導航系統介面的模擬；最後進行車用導航系統介面的操作績效實驗以及依實驗結果對系統做出的修正與改善等。第二年期研究共蒐集了 67 種型號之攜帶型導航裝置資料進行分析歸納，選擇最常使用之畫面類型作為本研究實驗模擬以及結果模擬的代表性畫面，接著進行文字配色資料蒐集共測定 48 組 RGB 數值，再透過視認性問卷將視認性低之選項刪除，接著進行五項準則評分問卷與階層式集群分析分群，各群中視認性最高者則為實驗中待選選項，接著則是針對攜帶型資訊產品中三項屬性閾值調查，以作為實驗中受測者可調整之最大最小值參考。第三年期研究則分析現行抬頭顯示器之衛星導航介面樣本後，透過問卷與集群分析選出代表性之群集介面樣本，做為模擬車內環境實驗時受測者進行介面規劃的參考範本。接著，從具備抬頭顯示器衛星導航功能之車廠的現行車款中，分析其車體結構資料來決定下一階段實驗設備的架設依據。透過模擬車內環境實驗可得出受測者認為之最佳化投影導航介面，將所有實驗數據歸納後以倒傳遞類神經網路分析，最後根據結果設計出最適化之投影介面模式。

參考文獻

- 王進德、蕭大權，類神經網路與模糊控制理論入門二版，全華科技圖書股份有限公司，台北，2003。
- 闕頌廉 編著，應用模糊數學，科技圖書股份有限公司，2001。
- 陳正昌、陳新豐、程炳林、劉子鍵，多變量分析方法-統計軟體應用，五南圖書出版股份有限公司，2007。
- 陳建雄，互動設計—跨越人—電腦互動，台北市，全華科技圖書股份有限公司，2006。
- 莊仲仁，(1982)，字距與行距對中文閱讀的影響，*中華心理學刊*，24 卷，第 2 期，頁 124-126。
- 盧瑞琴，(1995)，字體大小對閱讀者的眼睛疲勞度之影響，*高雄工商專學報*，第 25 期，頁 149-157。
- 張紹勳，張紹評，林秀娟，(2001)，*SPSS For Windows 多變量統計分析*，松崗電腦圖書資料股份有限公司。
- 葉怡成，(2001)，*應用類神經網路*，儒林圖書有限公司，台北市。
- 張斐章、張秋麗，(2005)，*類神經網路*，東華書局股份有限公司，台北市。
- 蔡靜玫，(2010)，*車用導航之互動介面設計研究*，國立成功大學工業設計學系碩士論文。
- Amditis, A., Pagle, K., Joshi, S. and Bekiaris E., "Driver-Vehicle-Environment Monitoring for On-board Driver Support Systems: Lessons Learned from Design and Implementation," *Applied Ergonomics*, Vol.41, No.2, pp.225-235, 2009.
- Ayag, Z. and Ozdemir, R. G., "A Fuzzy AHP Approach to Evaluating Machine Tool Alternatives," *Intelligent Manufacturing*, Vol.17, No.2, pp.179-190, 2006.
- Bandyopadhyay, S., "An automatic shape independent clustering technique," *Pattern Recognition*, Vol. 37, pp. 33-45, 2004.
- Chen, S. J., Hwang, C. L. and Hwang, F. P., "Fuzzy Multiple Attribute Decision-Making: Methods and Applications," *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, Vol.375, pp.1-531, 1992.
- Chan, W. L. and Chan, H.S., "Spatial S-R compatibility of Visual and Auditory Signals: Implications

- for Human-machine Interface Design," *Displays*, Vol. 26, No.3, pp.109-119, 2005.
- Darroch, I., Goodman, J., Brewster, S. A., and Gray, P. D. (2005). The Effect of Age and Font Size on Reading Text on Handheld Computers, *In Proceedings of IFIP Interact 2005*, Springer Perlin, Heidelberg, German, pp 253-266.
- Green, P., "In-Vehicle Information: Design of Driver Interfaces for Route Guidance," Transportation Research Board Meeting, Washington, D.C. Session 258B, 1996.
- Jobson, D. (1992). *Applied Multivariate Data Analysis Volume II : Categorical and Multivariate Methods*, Springer-Verlag, New York.
- Kwong, C. K. and Bai, H., "A Fuzzy AHP Approach to the Determination of Importance Weights of Customer Requirements in Quality Function Deployment," *Intelligent Manufacturing*, Vol.13, No.5, pp.367-377, 2002.
- Kwong, C. K. and Bai, H., "Determining the Importance Weights for the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP with an Extent Analysis Approach," *IIE Transactions*, Vol.35, No.7, pp.619-626, 2003.
- Lee, W. B., Lau, H., Liu, Z. Z. and Tam, S., "A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach in Modular Product Design," *Expert Systems*, Vol.18, No.1, pp.32-42, 2001.
- Li, T. S. and Huang, H. H., "Applying TRIZ and Fuzzy AHP to Develop Innovative Design for Automated Manufacturing Systems," *Expert Systems with Applications*, Vol.36, No.4, pp.8302-8312, 2009.
- Ma, W. Y., Zhong, Y. M., Tso, S. K. and Zhou, T. X., "A Hierarchically Structured and Constraint-based Data Model for Intuitive and Precise Solid Modeling in a Virtual Reality Environment," *Computer-Aided Design*, Vol.36, No.10, pp.903-928, 2004.
- Mills, C. B. and Weldon, L. J. (1987). Reading text from computer screens, *ACM Computing Surveys*, Vol.19, No.4, pp.329-358.
- Nielsen, J., *Usability Engineering*, Academic Press Ltd, New York, 1993.
- Pastoor, S. (1990). Legibility and subjective preference for color combinations in text, *Human Factors*, Vol.32, No.2, pp.157-171.
- PreiBner, O., "Design of Graphic Displays for Driver Information and Communication Systems," *Computer Aided Animation, GmbH*, 2000.
- Sanders, M. S. and McCormick E. J. (1993). *Human Factors in Engineering and Design*, McGraw-Hill, 7th edition, New York.
- Saaty, T. L., "Rank from Comparisons and from Ratings in the Analytic Hierarchy/Network Processes," *Operational Research*, Vol.168, No.2, pp.557-570, 2006.
- Wang, Y. M. and Chin, K. S., "A Linear Goal Programming Priority Method for Fuzzy Analytic Hierarchy Process and its Applications in New Product Screening," *Approximate Reasoning* Vol.49, No.2 pp.451-465, 2008.

附錄：本研究計畫之論文發表情形

A. 期刊論文

1. Lin, Ming-Chyuan*, Chen, Min-Shi and Chang, C. Alec, (2011/9). An integrated procedure of interaction interface design for GPS. *International Journal of Creative Research*, Vol.1, No.1, pp.29-51, (NSC99-2221-E-343-008-MY3).

B. 研討會論文

1. 林銘泉、潘齊偉、張繼洋、歐欣宜、吳宜娟、張庭瑞，(2013/11)，「GPS 導航裝置的人機互動操控模式之發展 (III)」，國科會工業工程與管理學門 101 年度專題計畫成果發表會論文集，NSC-99-2221-E343-008-MY3，東海大學。
2. 張庭瑞、林銘泉*、林振陽，(2012/12)，「車用抬頭顯示器之最適化界面設計研究」，2012 工業工程學會年會暨學術研討會論文集，C-07，大葉大學，NSC 99-2221-E-343-008-MY3，20121215。
3. 歐欣宜、林銘泉*、林振成，(2012/12)，「車用導航系統之操作圖像設計研究」，2012 工業工程學會年會暨學術研討會論文集，K-13，大葉大學，NSC 99-2221-E-343-008-MY3，20121215。
4. 歐欣宜、林銘泉*，(2012/12)，「互動式導航系統設計之研究」，2012 實踐大學設計學院國際設計學術與創作研討會論文集，1-14，實踐大學，NSC 99-2221-E-343-008-MY3，20121214。
5. Lin, Ming-Chyuan*, Chen, Ming-Shi, Lin, Chen-Cheng and Chang, Alec C., (2012/7), "The Study of Optimum Cognition on Character Images for In-vehicle Navigation Systems," The 4th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 2012 (AHFE 2012), pp.6796-6805, San Francisco, California, USA, July 21-25, (NSC99-2221-E-343-008-MY3).
6. 林銘泉*、洪煜清、張繼洋、黃冠霖、張勻柔 (2012/11) 「GPS 導航裝置的人機互動操控模式之發展 (II)」，國科會工業工程與管理學門100年度專題計畫成果發表會論文集，元智大學，NSC 99-2221-E-343-008-MY3，20121117。
7. 黃冠霖、陳明熙、林振陽、林銘泉* (2012/4)。車用導航系統之數位內容視認性改善研究，*2012 現代管理與創新學術研討會論文集*，明新科技大學，2012. 4. 27，H1-4，(NSC99-2221-E-343-008-MY3)。
8. Lin, Ming-Chyuan*, Lin, Jenn-Yang, Chen, Ming-Shi and Chang, Alec C. (2012/1). The study of interface design for In-vehicle navigation systems. *The 10th Annual Hawaii International Conference on Arts and Humanities in the Field of Product Design*, pp.1133-1148, Honolulu, Hawaii, USA, January 10-13, (NSC99-2221-E-343-008-MY3).
9. 林銘泉*、林俊朋、潘齊偉、簡紫岳、邱鈺仁、張繼洋、徐于玲、李治賢、蔡靜玫，(2011/11)，「GPS 導航裝置的人機互動操控模式之發展 (I)」，國科會工業工程與管理學門 99 年度專題計畫成果發表會論文集，NSC-99-2221-E343-008-MY3，屏東科技大學。