

東 海 大 學

工業設計學系碩士班

碩士論文

車用資訊娛樂系統觸控介面設計使用性評估
Usability Evaluation of Touch Screen Interface Design
for In-Vehicle Infotainment System

研 究 生：劉鴻諺

指 導 教 授：王中行

中 華 民 國 一 百 零 四 年 六 月

碩士學位論文口試委員會審定書

工業設計研究所 劉鴻諺 君所提供之論文

車用資訊娛樂系統觸控介面設計使用性評估

經本委員會審定通過，特此證明。

論文口試委員會

委員：

<u>蕭世文</u>	<u>杜銘澤</u>
<u>陳建雄</u>	<u>王中行</u>
<u>羅際松</u>	

指導教授：

王中行

中華民國 104 年 06 月 10 日

中文摘要

隨著汽車科技的發展，傳統汽車中控台逐漸被搭載觸控介面的車用資訊娛樂系統(In-vehicle infotainment system, IVIS)取代。觸控介面不會因功能增加而需安裝更多實體按鍵，相對地也改變舊有使用行為模式。故如何使 IVIS 觸控介面可以兼顧使用性與安全性，並提出新介面的創新設計與評估方法是本研究的目標。

本研究分為兩階段，第一階段藉由蒐集兩款市售車用資訊娛樂系統介面樣本「MyFord Touch」與「Uconnect」，將介面配置的平衡性、統一性及連續性等美感評價量化，針對駕駛操作頻率較高的任務，透過「車道變換測試」蒐集使用者的操作績效，計算出「任務完成時間」與「車道偏差值」做為使用性評估的客觀數據，最後以「介面使用性量表」與「使用者介面滿意調查問卷」，求得使用者的主觀評價，達成比較「美感評價」、「有效性」、「錯誤率」及「滿意度」之間的交互作用。初期評估結果如下：(1)駕駛途中操作 IVIS，會造成車道偏差值明顯高於單純駕駛的表現；(2)選單集中放置於介面下方的有效性，優於分散置於角落；(3)相對性按鈕(如：加減溫度)不宜過於分散，集中配置可以有效提高操作有效性。美感評價對於有效性及滿意度的影響則需後續實驗再行驗證。

根據第一階段樣本的評估結果為操控變因，進行第二階段兩款實驗介面的設計，並經由使用性評估實驗，達成驗證：(1)選單集中置於介面下方，確實具有較佳的有效性；(2)相對性按鈕集中配置，確實可以提高有效性，並降低駕駛錯誤率；(3)介面可以藉由設計手法影響美感評價，達到預期的客觀使用性與主觀滿意度結果，並達到顯著差異性。

關鍵字：車用資訊娛樂系統，美感評價，介面設計，觸控螢幕，使用性評估。

ABSTRACT

With the growing of automotive technology, traditional center console is gradually replaced by in-vehicle infotainment system (IVIS), which is installed with touch screen. Touch screen interface is no need to add more physical buttons for adding function inside the system, and change the user behavior in the same time. The objective of this research is to propose interface design guidelines and evaluation methods to make IVIS touch screen interface can achieve usability and safety.

There are two phases in this research. The first phase collected two original equipment market (OEM) infotainment system as the experience samples: “MyFord Touch” and “Uconnect”. Evaluating the balance, unity, and sequence of the interface layout are set as the quantized data. Using lane change test (LCT) software collected subjects’ operational usability by manipulating high frequency secondary task while driving. Then calculating the task completion time and lane deviation are as objective usability evaluation. Finally, calculating the subjective evaluation by system usability scale (SUS) and questionnaire are for users’ satisfaction (QUIS). Compare the interaction among aesthetics, efficiency, error rate, and satisfaction in the end of the first phase to conclude the result: (1) manipulating IVIS while driving make the lane deviation obviously higher than performance of driving only; (2) the efficiency is better when menu placed in the bottom than in the corners of interface; (3) put relative buttons (ex: temperature adjustment) closer can increase the efficiency.

According to the result of the first phase as the independent variables, the second phase is designing two experimental interfaces to verify the previous result by usability evaluation. And the final results: (1) putting menu in the bottom of interface truly make better efficiency. (2) closer relative buttons can increase the efficiency and

decrease the error rate; (3) interface design can affect the esthetics evaluation then conduct the expected subjective usability and objective satisfaction evaluation.

Keyword: IVIS, Esthetics evaluation, Interface design, Touch screen, Usability evaluation.



誌謝

首先我要感謝指導教授 王中行 老師，給予學生百分之百的信任，讓我可以尋找自己感興趣的題目，並從旁給予我建議，幫助我完成這一本論文。承蒙 蕭世文 教授、杜瑞澤 教授、陳建雄 教授與 羅際鎰 教授費心審閱論文，在口試階段給予許多建議，讓這本論文可以更加完整。其中特別感謝 羅 教授，總是很有耐心的聽取我的問題，幫助我釐清在研究上所遇到的困難，讓我在摸索論文的路上少走了很多冤枉路。

感謝與我一同進入研究所的同學 子倫，在這段時間一起熬夜做模型、一起接案子，也一起到台北實習好幾個月，讓我這非本科學生的設計門外漢，學到許多有用的知識。感謝學弟子 林、祖研 與同學 奕旭、美嘉，一起在研究室奮鬥了許多夜晚，有你們的陪伴真好，也替後面這段令人煩悶的時光增添了許多的歡笑。感謝同學 貞儀 與 凱薇，很高興研究所認識你們這些可以交心的好朋友。感謝已經畢業的學長 哲源，讓我更認識文創與工藝的內涵，跟你一起接案子，也學習到許多不同的經驗。感謝我在台北實習的主管 謝承原 經理，分享許多在業界的經驗，讓我在這段時間學到實用的專業技巧與知識，更磨練了我以前做事不夠積極的壞習慣。在讀研究所的這段時間感謝有你們的陪伴，改變我不少，也成就今天的我。

最後，我想將畢業的這份喜悅獻給在天堂的前女友 佳吟，感謝妳當初對我的支持，與我一同分享了上研究所的喜悅，而我也如願完成了這個目標，謝謝妳。謹以這本論文獻給我的父母，感謝你們包容我堅持要唸工業設計研究所的任性決定，並給予我支持與鼓勵，謝謝你們。

劉鴻諺 謹誌於彰化

2015 年 6 月

目錄

中文摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	iv
目錄.....	v
圖目錄.....	ix
表目錄.....	xii
第一章 緒論.....	1
1-1 研究背景與動機.....	1
1-2 研究目的.....	3
1-3 研究範圍與限制.....	4
1-4 研究架構.....	5
第二章 文獻探討.....	6
2-1 車用資訊娛樂系統.....	6
2-1-1 發展現況.....	6
2-1-2 顯示器與位置.....	8
2-2 人機互動介面.....	9
2-2-1 互動行為.....	10
2-2-2 互動介面.....	15
2-3 使用性評估.....	28
2-4 車道變換測試.....	32
第三章 實驗方法與現況分析.....	33
3-1 任務分析.....	34

3-2	樣本分析	36
3-2-1	介面配置分析	38
3-2-2	元件與操作	45
3-3	使用性評估實驗	46
3-3-1	使用性規範	47
3-3-4	實驗任務	48
3-3-2	實驗對象	49
3-3-3	實驗設備	50
3-3-5	實驗內容	53
3-4	第一階段實驗結果	54
3-4-1	「有效性」評估結果	54
3-4-2	「錯誤率」評估結果	56
3-4-3	「滿意度」評估結果	61
3-4-4	前測結果歸納	63
第四章	驗證實驗與結果分析	68
4-1	驗證樣本設計	68
4-1-1	介面設定	68
4-1-2	選單設計	69
4-1-3	相對性按鈕設計	70
4-1-4	美感評價	71
4-2	使用性評估實驗	74
4-2-1	實驗任務	74
4-2-2	實驗對象	74
4-2-3	實驗設備	75
4-2-4	實驗內容	76

4-3 第二階段實驗結果	77
4-2-1 「有效性」評估結果	77
4-2-2 「錯誤率」評估結果	78
4-2-3 「滿意度」評估結果	82
4-2-4 後測結果歸納	84
第五章 結論與建議	85
5-1 研究結論	85
5-1-1 選單按鈕設計與有效性之相關性	85
5-1-2 相對性按鈕設計與有效性之相關性	86
5-1-3 相對性按鈕設計與錯誤率之相關性	86
5-1-4 美感評價、客觀使用性與主觀滿意度之相關性	86
5-2 後續建議	87
5-2-1 重新調查使用者使用習慣	87
5-2-2 針對高齡使用者的研究	87
5-2-3 加入視覺相關數據	87
5-2-4 增加樣本並分類設計差異	88
參考文獻	89
附錄 A 介面配置美感分析計算範例	94
附錄 B 第一階段介面配置美感分析計算範例	97
附錄 C 第一階段實驗問卷	99
附錄 D 第一階段「有效性」統計結果	107
附錄 E 第一階段「錯誤率」統計結果	108
附錄 F 第一階段「滿意度」統計結果	112
附錄 G 第二階段介面配置美感分析計算範例	114
附錄 H 第二階段「有效性」統計結果	116

附錄 I 第二階段「錯誤率」統計結果..... 117
附錄 J 第二階段「滿意度」統計結果..... 120



圖目錄

圖 1-1 Tesla Model-S 2012 IVIS	2
圖 1-2 Apple CarPlay	3
圖 1-3 研究架構圖	5
圖 2-1 Mirror Link 與 SONY 合作的車用資訊娛樂系統	7
圖 2-2 BMW iDrive	7
圖 2-3 Parrot RNB6	8
圖 2-4 七個顯示次要任務的螢幕位置	8
圖 2-5 不同操作方式的螢幕配置	9
圖 2-6 人機互動模型	9
圖 2-7 人類處理程序模型	10
圖 2-8 可見光光譜	11
圖 2-9 使用者觀看網頁的掃描路徑	12
圖 2-10 介面重要性分布	13
圖 2-11 使用者經驗框架圖	15
圖 2-12 心理模式的三個方面	16
圖 2-13 資訊呈現與道路偏移次數關係圖	18
圖 2-14 選單分類	19
圖 2-15 網格系統與配置範例	23
圖 2-16 各平台手機介面設計元素的使用頻率	27
圖 2-17 使用性評估流程	28
圖 2-18 模擬駕駛實驗畫面	32
圖 3-1 實驗流程圖	33
圖 3-2 MyFord Touch 介面	37

圖 3-3 Uconnect 介面	37
圖 3-4 MyFord Touch 主頁面配置分區圖	38
圖 3-5 MyFord Touch 空調介面配置分區圖	39
圖 3-6 MyFord Touch 空調控制配置圖	39
圖 3-7 MyFord Touch 音響控制配置圖	40
圖 3-8 Uconnect 配置分區圖	40
圖 3-9 Uconnect 空調控制配置圖	41
圖 3-10 Uconnect 音響控制配置	42
圖 3-11 樣本空調介面配置分區示意圖	42
圖 3-12 樣本音響介面配置分區示意圖	43
圖 3-13 介面示意圖	45
圖 3-14 受測者駕駛頻率統計	50
圖 3-15 受測者使用 IVIS 經驗統計	50
圖 3-16 實驗設備配製	52
圖 3-17 前方攝影機畫面	52
圖 3-18 受測者駕駛路線記錄	52
圖 3-19 任務完成時間長條圖	54
圖 3-20 車道偏差值長條圖	56
圖 3-21 介面使用性量表長條圖	61
圖 3-22 使用者互動滿意度長條圖	62
圖 3-23 選單按鈕設計比較	65
圖 3-24 相對性按鈕設計比較	67
圖 4-1 選單按鈕設計	69
圖 4-2 選單按鈕配置	69
圖 4-3 相對性按鈕設計	70

圖 4-4 溫度調整與風量大小配置	70
圖 4-5 其他設定配置	71
圖 4-6 風向調整設定配置	71
圖 4-7 完整介面配置	72
圖 4-8 介面配置分區示意圖	72
圖 4-9 受測者駕駛頻率統計	75
圖 4-10 受測者使用 IVIS 經驗統計	75
圖 4-11 任務完成時間長條圖	77
圖 4-12 車道偏差值長條圖	78
圖 4-13 介面使用性量表長條圖	82
圖 4-14 使用者互動滿意度長條圖	83



表目錄

表 2-1 介面設計原則	17
表 2-2 使用者介面元件整理表	20
表 2-3 使用性定義	29
表 2-4 使用性評估方法	30
表 2-5 使用性評估比較表	31
表 3-1 設計優先程度操作表	34
表 3-2 功能與介面解釋比較	35
表 3-3 實驗任務分類表	36
表 3-4 空調介面配置屬性表	42
表 3-5 音響介面配置屬性表	43
表 3-6 配置美感一覽表	44
表 3-7 元件設計比較表	45
表 3-8 本研究實驗之使用性評估分類	46
表 3-9 任務分類表	49
表 3-10 車用互動介面實驗方法分類	51
表 3-11 實驗任務操作順序	53
表 3-12 任務完成時間統計表	54
表 3-13 車道偏差值描述性統計	57
表 3-14 溫度調整-單因子變異數分析	57
表 3-15 溫度調整-車道偏差值 LSD 事後檢定	58
表 3-16 風量調整-單因子變異數分析	58
表 3-17 風量調整-車道偏差值 LSD 事後檢定	58
表 3-18 功能切換-單因子變異數分析	59

表 3-19 功能切換-車道偏差值 LSD 事後檢定	59
表 3-20 曲目切換-單因子變異數分析	60
表 3-21 曲目切換-車道偏差值 LSD 事後檢定	60
表 3-22 風向切換-單因子變異數分析	60
表 3-23 風向切換-車道偏差值 LSD 事後檢定	61
表 3-24 SUS 統計表	62
表 3-25 使用者互動滿意度統計表	62
表 4-1 介面配置屬性表	73
表 4-2 配置美感一覽表	73
表 4-3 驗證實驗任務分類表	74
表 4-4 驗證實驗任務操作順序	76
表 4-5 任務完成時間統計表	77
表 4-6 車道偏差值描述性統計	79
表 4-7 溫度調整-車道偏差值單因子變異數分析	79
表 4-8 溫度調整-車道偏差值 LSD 事後檢定	80
表 4-9 風量調整-車道偏差值單因子變異數分析	80
表 4-10 風量調整-車道偏差值 LSD 事後檢定	80
表 4-11 功能切換-車道偏差值單因子變異數分析	81
表 4-12 功能切換-車道偏差值 LSD 事後檢定	81
表 4-13 SUS 統計表	82
表 4-14 使用者互動滿意度統計表	83

第一章 緒論

人機介面(Human-Computer Interface, HCI)在日常生活中扮演許多重要的角色，它是人與機器溝通的重要橋樑，良好的介面設計可以幫助人們使用產品時安全且迅速的完成任務。汽車作為全球主要交通工具，更需要一個具有效率的介面幫助駕駛完成許多控制行為。一個設計優良的介面所需要考量的因素非常多，在車輛上使用的互動介面尤其重要。介面的發展在近年來伴隨著智慧型手機使用率的高度成長，也漸漸影響汽車產業。設計師需要在不過度影響駕駛行為的前提下，兼顧使用者體驗並提供一個穩定、可靠的介面。研究從背景、動機、目的、文獻探討整理歸納相關領域的研究成果，藉由實驗驗證車用資訊娛樂系統介面的使用性。

1-1 研究背景與動機

汽車與使用者中間的互動必須仰賴一系列的介面去完成每一項任務，加上近年來電子科技的快速發展，以及使用者需求增加，除了最主要的駕駛任務之外，次要的工作，如：操作收音機、導航、撥放 MP3、接聽電話、操作空調等等也必須仰賴中控台的介面去完成。汽車搭載電子化產品的比例已經從 2005 年的 22%，到目前高達近 50%，未來也更將持續增加 (何吉哲，2010)。行車的資訊與操控項目會隨著汽車電子化的發展越來越複雜。

以往汽車中控台介面多為手動控制(如：按鈕、旋鈕、操縱桿等等)來操作次要任務(如：空調控制、多媒體等等)，Prynn (1995)指出，許多車子的儀表板是為了眼睛而設計而非為手設計，不同的手動控制器搭配不同的設計配置(如：按鈕過小、不方便辨識、過度緊密等等)，導致操作上的不便。Burnnt & Porter (2001)指出使用觸控螢幕作為汽車中控台的介面讓使用者更簡單直覺地了解與操作，然而觸控螢幕因為缺乏觸覺的回饋，仍然依賴大量的視覺注意。在沒有一個明確的

設計規範下往往造成使用者體驗上不甚理想，過度依賴視覺甚至會造成安全性的疑慮，不良設計的觸控介面在操作的使用性甚至比傳統的實體按鍵更差。

汽車產業越來越依賴電子化產品的發展下，近幾年生產的汽車搭配車用資訊娛樂系統(In-vehicle infotainment system, IVIS)已經是一大趨勢。大部分車種皆搭載觸控螢幕與實體按鈕兩種介面，車用資訊系統可以將各項電子功能整合至觸控螢幕上，意味著介面逐漸從實體按鈕轉向虛擬觸控按鍵。

2012年上市的特斯拉S型(Tesla Type-S)，已經可以看到搭載17英吋的觸控螢幕(圖 1-1)用以完全取代中控台的所有功能。Apple公司也於WWDC 2013(Worldwide Developers Conference)公佈將iOS系統結合汽車產業開發出全新的車用資訊娛樂系統-Apple CarPlay(如圖 1-2)，讓用戶可以透過此系統完全的整合行動裝置，並將行動秘書Siri的功能帶入車內。Google也正在開發一個以Android為架構的車用系統 - Open Automotive Alliance (OAA)，此計畫參與者包含Audi, GM, Honda, Hyundai 以及 Nvidia 等知名企業。



圖 1-1 Tesla Model-S 2012 IVIS



圖 1-2 Apple CarPlay

由各大行動裝置軟體及硬體開發商大力投入車用資訊娛樂系統的開發來看，發展車用資訊娛樂介面將會是未來市場主要趨勢。本研究希望可以在越來越複雜的互動介面中，考量使用者需求，讓駕駛者在駕駛汽車的同時也可以擁有良好的使用者經驗，並確保安全無虞，發揮人機介面的最大功效。

1-2 研究目的

Klaue et al. (2006) 總結有 78% 的車禍事故及 93% 的後部追撞事故，都是因為駕駛者的分心所導致，此研究更指出這些車禍之中，有 33% 是由於操作次要任務時分心所造成。在道路駕駛的同時要藉由車用資訊娛樂系統執行次要任務，必定會使駕駛者分心增加事故的風險。

本研究希望藉由良好的設計減少視覺及心理的需求，減少分心的狀況進而降低事故的發生機率。藉由使用性評估方法評估介面對於使用者的影響，將車介面開發訂立設計規範，減少開發的時間，提升觸控介面的使用性與安全性，確保道路駕駛安全。本研究目的如下：

- (1) 蒐集兩款市售車原廠資訊娛樂系統的介面進行分析
- (2) 提出針對車用資訊娛樂系統介面的使用性評估方法
- (3) 求得不同介面設計對於操作績效的影響
- (4) 驗證本研究新介面設計之操作績效

1-3 研究範圍與限制

本研究範圍與限制如下：

- (1) 其他與實際道路駕駛相關功能：導航操作，倒車顯影、環景偵測、夜視系統等功能，不在本研究範圍之內。
- (2) 目前車用資訊系統大多為觸控螢幕與實體按鈕搭配，本研究為了研究觸控介面之使用性，因此以觸控介面實驗為主，不考慮實體按鈕。
- (3) 目前市面上之車用資訊系統尺寸不一。本研究使用 7.9 吋觸控螢幕作為實驗設備，其他尺寸之顯示設備不列入實驗範圍。
- (4) 本研究實驗採用 22 吋 LED 螢幕作為顯示道路畫面之設備。

1-4 研究架構

本研究共分為五章探討(圖 1-3)，第一章說明車用資訊娛樂系統觸控介面設計之研究背景、動機、目的與研究上的範圍與限制；第二章分別就車用資訊娛樂系統、人機互動介面、使用性評估、車道變換測試，進行相關文獻探討；第三章說明本研究的實驗方法以及車用資訊娛樂系統觸控介面的相關現況；第四章進行驗證樣本設計與驗證實驗結果，完成車用資訊娛樂系統觸控介面之創新設計與評估；第五章結論、相關後續研究方向與建議。

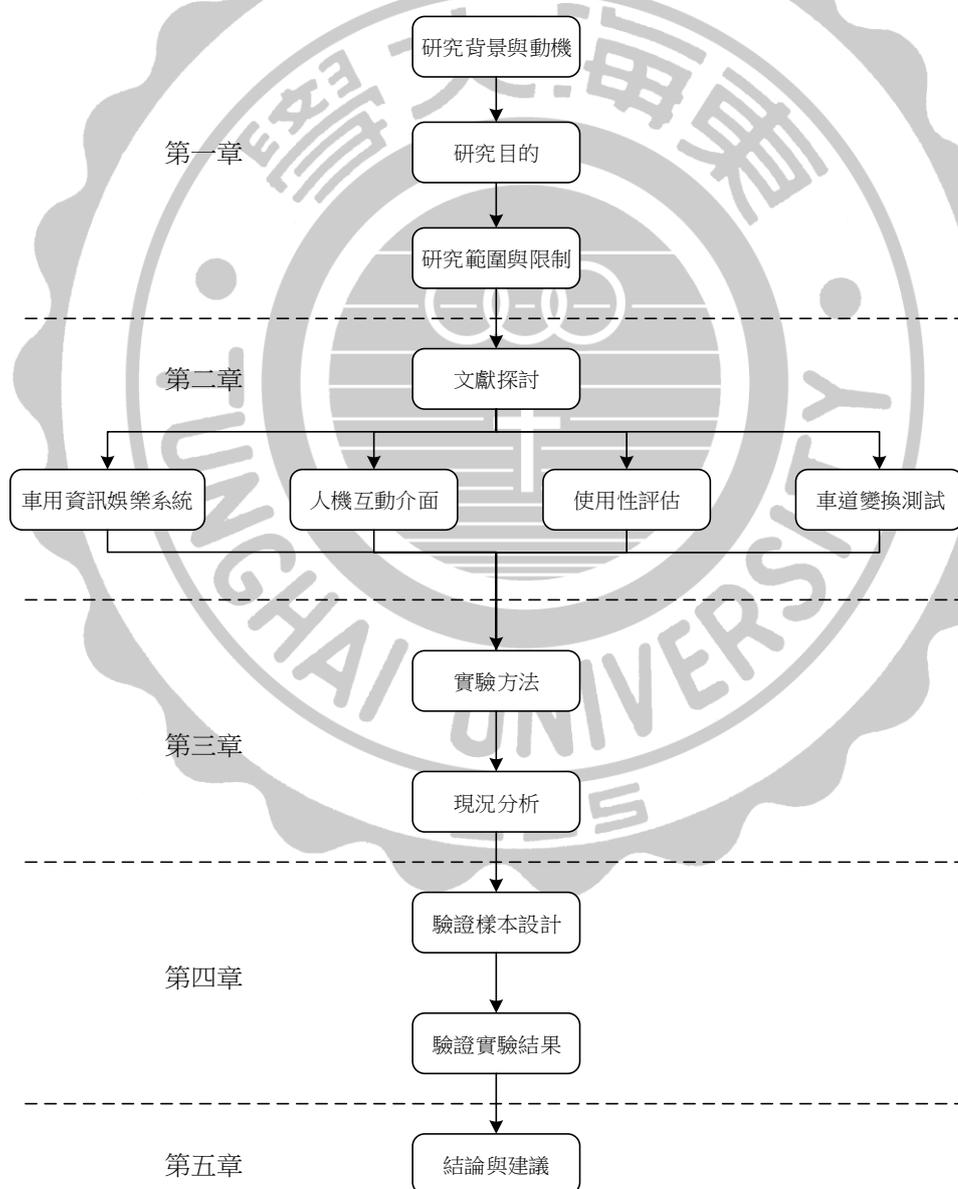


圖 1-3 研究架構圖

第二章 文獻探討

本研究以道路駕駛使用車用資訊系統之安全性為主軸，藉由分析汽車駕駛行為與觸控介面之行為，讓車用觸控介面的使用性與安全性提高，作為日後針對車用介面設計之參考。本章節包含：(1)車用資訊娛樂系統、(2)人機互動介面、(3)使用性評估及(4)車道變換測試。蒐集參考相關文獻研究與實驗方法，應用於本研究之中。

2-1 車用資訊娛樂系統

車用資訊系統(In-vehicle information system, IVIS)原本開發的背景，是可以藉由提供即時道路資訊幫助駕駛減少行車的時間，並且警告道路潛在的風險(May et al., 2005)。然而隨著市場的需求，車用資訊系統慢慢整合許多汽車電子化科技，影音娛樂應用功能以及行動通訊功能，而發展出車用資訊娛樂系統(IVIS)，其中 infotainment 是資訊(information)與娛樂(entertainment)兩個字的組合，具備多媒體影音功能，車用電話，導航及車輛功能調整等等功能，並發展出許多不同的介面。

2-1-1 發展現況

目前車用資訊娛樂系統在全球約有約六千六百萬輛的汽車搭載，市場總產值在 2013 年達到三千六百三十億美元(Mark, 2015)。目前市場主要分為外部連結(Externally Connected)、嵌入連結(Embedded Connect)及車後市場平台(Aftermarket Platforms)等三種。

外部連結意指需與智慧型手機連線操作，在螢幕上顯示智慧型手機的使用畫面(圖 2-1)，並透過方向盤上的控制按鈕與螢幕操作程式進行互動，目前有 Apple

CarPlay，MirrorLink 與 Android Auto 等技術。



圖 2-1 Mirror Link 與 SONY 合作的車用資訊娛樂系統

(from www.mirrorlink.com/)

嵌入連結意即汽車原廠(Original Equipment Market, OEM)所搭載的系統，各家車廠出廠大多配備有原廠系統，在配置上大致分為觸控螢幕搭配按鈕配置(如：Ford MyFord Touch 系統)及螢幕搭配旋鈕配置(如：BMW iDrive 系統)，如圖 2-2。

Rydstrom et al. (2012) 研究兩種系統之間操作的差異性，指出在操作 MP3、收音機、音量調整等功能時，使用旋鈕介面的使用性勝於觸控介面，但是在輸入地址及電話號碼時的使用性則是觸控介面較優，因此這兩種系統各有優缺點。車後市場多為汽車改裝品，提供功能升級或者音響升級(如：Garmin, Parrot, SONY 及 Pioneer 等等)，讓對於原廠系統不滿意的使用者有升級的選項(圖 2-3)。



圖 2-2 BMW iDrive(from www.cooperbmw.co.uk/)



圖 2-3 Parrot RNB6 (from www.parrot.com/)

2-1-2 顯示器與位置

Wittmann(2006)針對不同位置A-G的螢幕擺設(圖2-4)，A於儀表板上方、B於儀表板、C於中控台與擋風玻璃中間位置、D於中控台上、E於中控台下方、F於駕駛正前方擋風玻璃下方、G位於照後鏡位置。透過執行駕駛與操作車內次要任務，紀錄受測者的道路偏移時間、平均反應時間並進行主觀評比，求得較適宜螢幕的擺設位置。依優劣順序分別為 $F > C > A > D > B > G$ 、E。位置A、C、F相較於其他位置，其距離與駕駛視野比較接近，前方變化或移動仍在視線範圍中，因此較易在操作次要任務的同時進行反應。其中F與道路的視野距離最小，因而在駕駛中造成有害的結果最小。但因資訊顯示會與外界環境路況重疊，並干擾外在刺激的辨識，因此建議A與C(接近擋風玻璃的位置)為較適當的顯示螢幕位置。

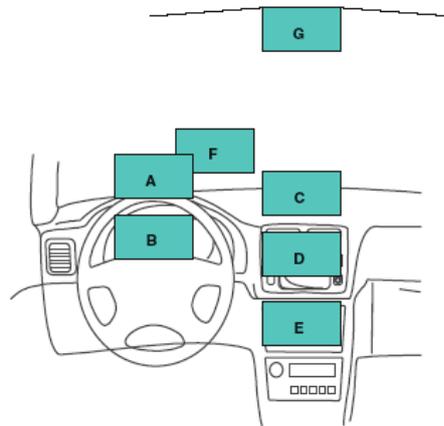


圖 2-4 七個顯示次要任務的螢幕位置

目前市面上常見的兩種資訊娛樂系統配置，在螢幕的擺設上亦有差異。搭配旋鈕的系統螢幕通常放置在圖 2-5 的 C 處，而觸控介面系統則放置於 D 處，係方便手指觸控操作的人因考量配置(Rydstrom et al., 2012)。



圖 2-5 不同操作方式的螢幕配置(from <http://www.autoevolution.com/>)

2-2 人機互動介面

美國計算機協會 ACM SIGCHI 對人機互動(Human-computer interaction, HCI) 所下的定義為：人機互動是一門涉及人類使用電腦系統的設計、評估、實作與周邊主要現象的研究學門。Kantowitz (1983)提出的人機互動模型(圖 2-6)，將人機互動分為三個部分：(1)人因；(2)介面；(3)電腦(裝置)。

在本章節文獻探討，將人機互動介面分為互動行為與互動介面兩部分。綜合以上可以了解人機互動介面在設計上的相關知識，加以運用到介面的設計開發中，並找出可以運用在汽車資訊娛樂系統觸控介面的相關研究。

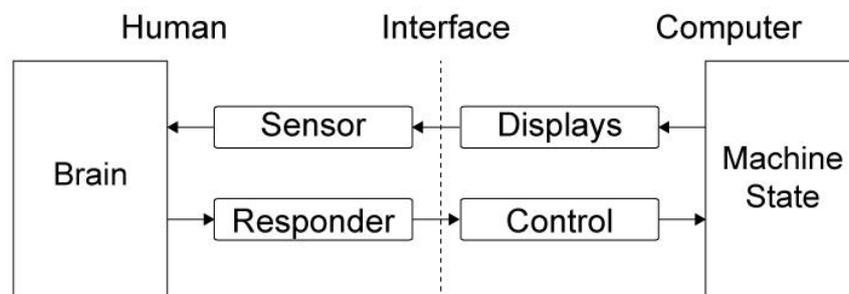


圖 2-6 人機互動模型(Kantowitz and Sorkin, 1983)

2-2-1 互動行為

互動行為在人機互動模型(圖 2-1)中是人類與介面之間的過程，介面使用者接收訊息並以介面作為媒介進行互動。由於任何的行為都需要時間去做出反應，因此在車上使用資訊娛樂系統的同時也伴隨著行車安全的疑慮，因此使用者(駕駛)的行為，都需要被完整的分析與討論。Card et al. (1983) 提出將人機互動行為分為人類感知輸入、知覺與動機輸出等三個階段，並提出人類處理程序模型 (The model human processor, MHP) 如圖 2-7。主要分類如下

1. 人類感知輸入(Human perceptual input)：接受感官刺激的過程。
2. 知覺(Cognition)：將刺激轉換成訊息，並決定適當反應。
3. 動作輸出(Motor output)：移動肢體去接觸目標執行任務。

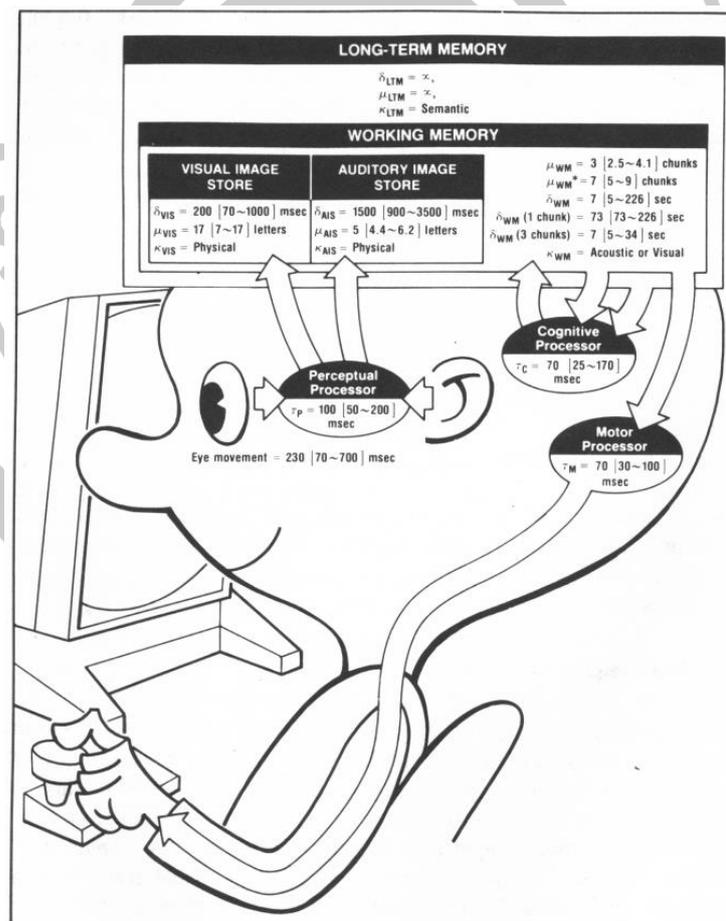


圖 2-7 人類處理程序模型(Card et al., 1983)

考量本研究主要在研究車用資訊娛樂系統與觸控介面設計，在觸控介面的設計上，因為沒有實體按鍵(按鈕、旋鈕及開關等等)配置，減少了觸覺的需求，視覺需求相對提高許多。因此在文獻探討中，關於人類感知輸入部分主要著重在視覺行為的文獻上。反應時間亦是衡量人類行為的一個重要指標，在各式的介面設計中，都希望使用者在操作介面時，可以提高使用性減少反應時間，讓使用者可以在越短的時間內達到有效的操作。因此本研究在互動行為下將分為視覺行為與反應時間兩部分。

(一)、視覺行為

人類利用五感接收外界刺激，其五感包含視覺、聽覺、味覺、嗅覺及觸覺等五種知覺，用以接收物理刺激。其中視覺是最重要的知覺，因為人類有 80% 的資訊來自於視覺(Asakawa and Takagi, 2007)。視覺反應從水晶體接收到光線開始，光線經由水晶體投射在視網膜上面，將可見光轉化為神經訊號傳送到大腦之後，便形成我們所看到的影像。

光線的特性主要為頻率(Frequency)與強度(Intensity)。頻率影響光線的色彩，色彩分布的範圍非常廣，而人類可見光範圍只分布在波長大約在 390nm 到 750nm 之間(圖 2-8)。強度影響的是光線的亮度，在單位面積中通過的數量越多越亮，發光強度(Luminous intensity)的單位為燭光($cd = lm / sr$)。

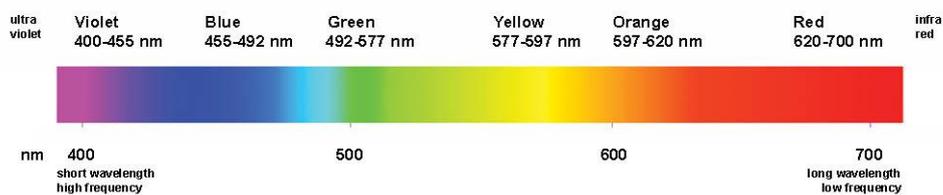


圖 2-8 可見光光譜

賴新喜(1991)對於駕駛者的視覺研究中指出，訊號的顏色、大小對人類視覺有所影響，訊號越大則駕駛的反應時間越短，訊號顏色為紅色及橘色則駕駛反應時間較短。

視覺的行為分為注視(Fixation)與掃視(Saccades)兩種，注視是眼睛平穩的看著一個目標持續一段時間，時間可長、可短，但通常至少需要 200 毫秒(ms)以上才算是注視。移動注視點到新的目標物中間的過程則稱為掃視，通常只有 30-120 毫秒之間。

研究眼睛動作最常使用掃描路徑(Scan path)的方法，分析在固定範圍內注視不同地方的路徑，圖 2-9 為分析使用者在瀏覽網頁時的掃描路徑，直線為掃視路徑，圓點是注視的地方，圓點越大則表示注視的時間越久 Goldberg & Hellfman (2010)。由分析視覺掃描路線的結果，可以提供網頁介面設計師一個可以參考的基準，眼睛動作通常依循平常閱讀的模式，目前大部分出版品為由左而右閱讀，因此眼睛動作會由左上至右上，再從左下到右下的動線移動(Ngo et al., 2002)。iOS 開發資料庫中的介面指南亦提到左上方適合放置重要的資訊(圖 2-10)。

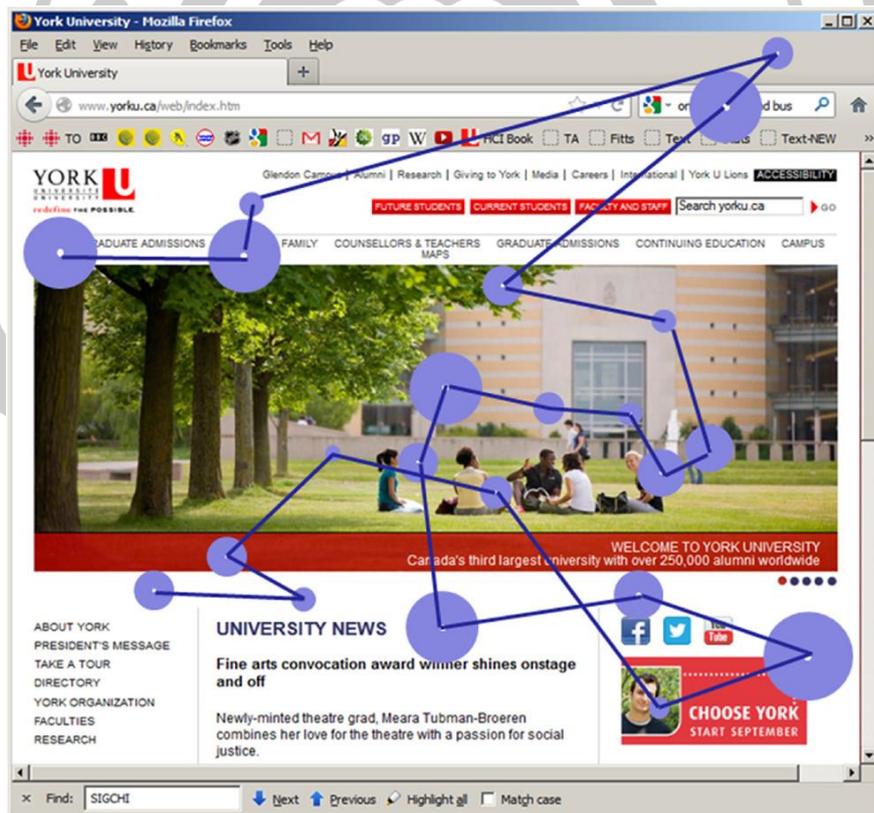


圖 2-9 使用者觀看網頁的掃描路徑(Goldberg & Hellfman, 2010)

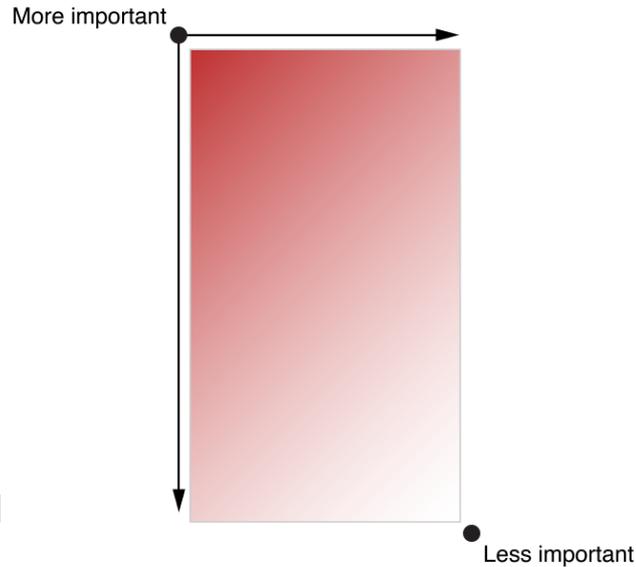


圖 2-10 介面重要性分布

從互動行為文獻探討中得知，視覺的基本行為模式與分析視覺行為的方法(掃描路徑)。在介面設計的過程中，設計師可以依照一般使用者視覺閱讀順序安排元件。介面重要性分布的概念，可以提供設計者一個安排元件的參考，使用或閱讀頻率高的元件(例如：手機狀態列)，應該盡量放置於上方，下方則放置使用頻率較低的元件。

(二)、反應時間

關於反應時間的定義，Card et al., (1983) 依據人類處理程序模型，提出反應時間公式(式 2-1)。此一公式將三階段程序模型的時間納入計算，其中包含一個感知的時間(t_p)，兩個知覺時間(t_c)與一個動機輸出的時間(t_m)。

$$\text{反應時間(reaction time)} = t_p + 2t_c + t_m \quad (2-1)$$

由(式 2-1)可以看出，反應時間是從接收刺激到做出回應之間延遲的時間。例如：聽到鈴聲而接起電話、開車時看到交通號誌而做出反應或洗澡時對於洗澡水的反應。雖然以上的例子都是接受外界的刺激，卻來自不同的感官刺激。不同感官刺激在反應時間上也有所不同，聽覺(150 毫秒)、視覺(200 毫秒)、嗅覺(300

毫秒)及觸覺(700 毫秒) (Bailey, 1996)，感知時間(t_p)便是在此階段所花費的時間。

知覺時間(t_c)是將外在刺激轉換成大腦可以理解訊息的過程，與使用者本身的心智模式(Mental Models)相關。Greca & Moreira (2000)定義心智模式是心裡用來對世界的情境或事件做用的模式，經由心智模式的運用能夠巧妙地瞭解和解釋現象，並且有根據地預測。根據過去的經驗來架構，並影響人們看事情的角度，不易察覺也不易改變。由於心智模式，人們對於外在世界運作的看法與價值觀，會影響日後人們接受刺激之後的理解，進而採取不同的反應。

動機輸出時間(t_m)，在這段時間藉由動作，人類得以與環境互動。人類大部份透過四肢去控制與操作物品，尤其以上半身為主。在 HCI 領域亦是如此，例如：使用鍵盤打字、移動滑鼠、握持手機及在觸控螢幕上點選與滑動等等行為，大都是以手部操作為主。其他與環境互動的方法，還有語音操控，甚至眼睛也可以當作操作媒介之一，日本相機大廠 CANON 於 1992 年就曾推出過可以使用眼球對焦的單眼反射式相機。

與介面及視覺相關的反應行為是視覺搜尋(Visual Search)，當使用者接收到一個具有很多資訊的介面，便會開始搜尋需要的項目。很明顯地，當項目數量越多使用者所花費在搜尋介面的時間就越多。視覺搜尋任務與目標數量有一線性關係，如(式 2-2) (Cockburn et al., 2007)，其中 N 是目標數量。

$$RT = 498 + 41 \times N \quad (\text{ms}) \quad (2-2)$$

Fitts (1954)對人類指向任一目標的動作建立了一個函數，如(式 2-3)，此函數預測了人類肢體移動到目標區域所需的時間，與目標區域的距離(D)及大小(W)之間的關係，時間與距離成正比、與大小成反比。移動到任意目標越遠，移動時間就越長，目標越小時間也會越長。至今仍被廣泛應用於 HCI 領域，非常具有參考價值。費茲定律(Fitt's Law)多用於指、點這兩種動作的概念模型，這兩個動

作是圖像使用者介面的主要操作行為，不論是用手指或者使用滑鼠都適用於費茲定律。

$$T = a + b \log_2 \left(1 + \frac{D}{W} \right) \quad (2-3)$$

藉由 Card et al., (1983)提出的人類處理程序模型與反應時間公式，可以將行為分類。Cockburn (2007)與 Fitts (1954)所提出的反應時間公式，設計者可以藉由介面設計改善反應時間。例如：減少單一頁面裡面的選項，或者將使用頻率高的按鈕放大，可以減少使用者的反應時間，以提高介面使用性。

2-2-2 互動介面

Garrett (2010)在使用者經驗元素(Elements of User Experience)一書中，將使用者經驗從抽象到具體分為五層(圖 2-11)：策略(strategy)、範圍(scope)、架構(structure)、骨架(skeleton)及表面(surface)。其中表面意指視覺設計，即是這一節所要討論的介面。本節文獻探討針對研究主題，將互動介面設計分類如下：

- (1) 介面設計原則：整理過往文獻關於互動介面的設計原則。
- (2) 介面元件：蒐集整理目前介面設計常用的元件(component)。
- (3) 介面配置：探討介面配置(layout)對於使用者的影響。
- (4) 觸控介面：針對觸控介面的設計需求。

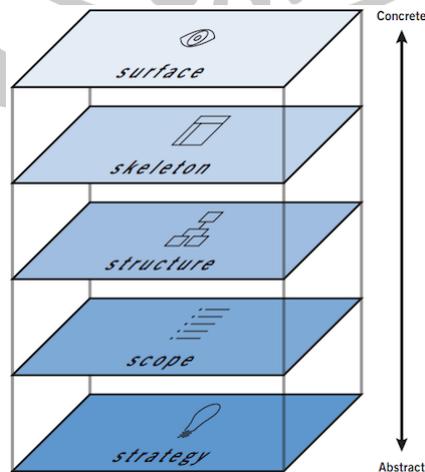


圖 2-11 使用者經驗框架圖(Garrett, 2010)

(一)、介面設計原則

Norman (1988)在其研究中，探討使用者與產品之間的關係，並從認知心理學的角度深入分析，將心理模式分為：設計模式、用戶模式和系統表象(圖 2-12)。介面做為使用者與電腦之間的媒介，設計者所要設計的就是將「系統表向」(介面)與「使用者模式」(心智模式)建立連結並影響其行為。

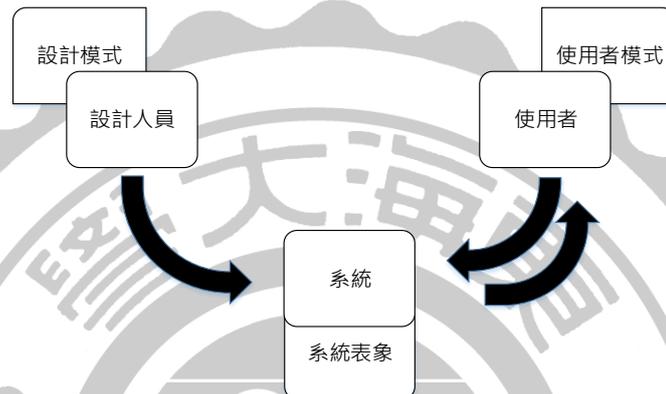


圖 2-12 心理模式的三個方面(Norman, 1988)

本研究整理 Norman (1988)與 Marcus (2001)提出的介面設計原則，皆是針對介面設計的基本定意與規範，亦可以應用於車用資訊娛樂系統的介面設計。其主要內容，如表 2-1。

表 2-1 介面設計原則

Norman (1988)	Marcus (2001)
1. 可視性(Visibility)： 使用者可以明確的知道如何操作。	1. 隱喻(Metaphor)： 透過文字、圖像、聲音和具體的經驗來傳達基本的概念，例如購物車、放大鏡，音符符號等圖像概念
2. 回饋(Feedback)： 完成動作後傳遞訊息通知，繼續完成下一步驟。	2. 心智模式(Mental Model)： 對於工作或休閒中的資料、功能、任務、角色的結構或組織
3. 限制(Constraints)： 利用物理性、邏輯性或文化性的限制，避免使用者做不正確的操作。	3. 導覽(Navigation)： 透過心智模式產生的動作，也就是經由內容和工具產生的動作，例如：對話框、選單、視窗等等
4. 對應關係(Mapping)： 控制輸入與結果應具有正確的對應關係。	4. 互動(Interaction)： 輸入或是輸出，包含回饋的訊息，例如：鍵盤的選項、滑鼠和麥克風等輸入設備
5. 一致性(Consistency)： 操作與使用元素應達成一致。	5. 外觀(Appearance)： 具體的特徵，例如：顏色、字體、聲音線索、語言表達模式等等皆為介面設計的一部分。
6. 預視性(Affordance)： 物體的外型或屬性讓使用者知道如何使用。	

針對車用資訊娛樂系統的介面設計原則，[Preis \(2000\)](#)提出介面設計原則有以下六點：(1)車內與車外資訊應個別顯示，並具一致性、(2)使用層級式選單、(3)個別的功能需具備一致性與組織性、(4)利用圖標減少選單結構、(5)介面的顯示需配合視覺的習慣及(6)駕駛與乘客使用的資訊入口不同

從以上六點針對車用資訊娛樂系統的設計原則，大多是由基本設計原則的規範所衍伸出來的參考。除了大方向的设计原則之外，[Blanco et al. \(2006\)](#) 針對車用資訊系統操作的介面研究中，將導航資訊經由表格、文字及圖文方式呈現。其中文字呈現導致實驗駕駛者的平均偏移次數偏高(圖 2-13)，因此在呈現多個資訊的時候應該避免過多的文字敘述。當有多個資訊需要選擇的時候，表格的呈現則

優於圖文的呈現。因此為了使介面使用性更好，反應時間更短，在後續的車用資訊介面設計上要避免過多的文字，並善加利用圖文字表格的顯示。

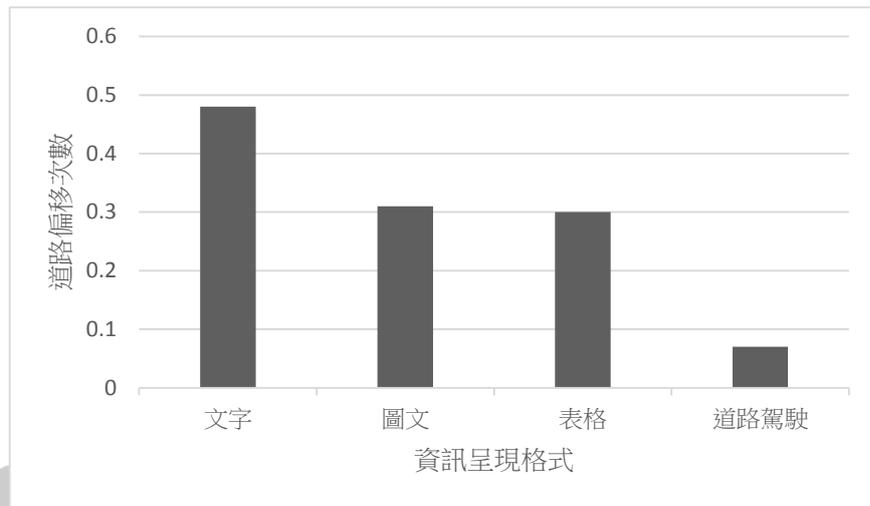


圖 2-13 資訊呈現與道路偏移次數關係圖(Myra et al., 2006)

Sanders & McCormick (1993)提出在設計文字顯示時，應考慮以下三種原則：

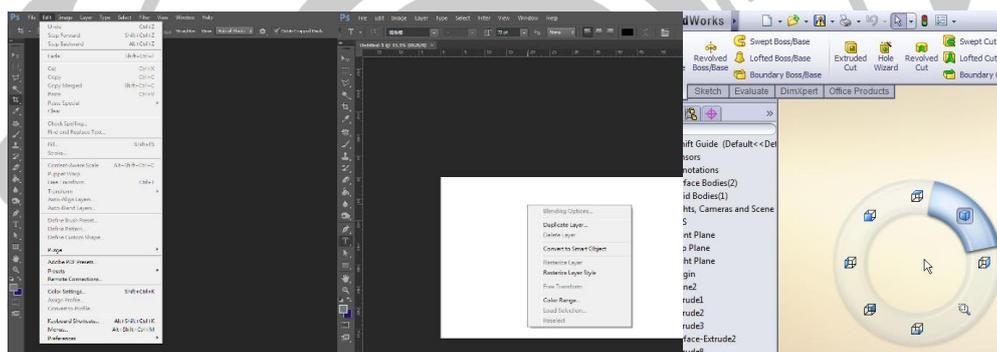
1. 能見性：文字與符號從背景分離的屬性。
2. 辨識性：文字之間分辨彼此的屬性，與字體形式，筆畫粗細等等因素相關。
3. 易讀性：只文字的排列組合，能夠使人解讀的屬性。與文字間隔，行列距離等等因素相關。

(二)、介面元件

目前市面上的系統介面，大多為圖像使用者介面(Graphical User Interface, GUI)的概念，此種概念的主要構成是 WIMP，其包含視窗(Window)、圖標(Icon)、選單(Menu)、指標(Pointing Device)，是目前主流作業系統所採用的四大互動元件。

WIMP 其中的選單，不僅在視窗介面的系統中扮演重要的角色，在其他非視窗介面的系統也非常重要。選單通常包含了以文字、符號與圖像等等組成的命令列表，使用者藉由指標點選以執行相關的程序。選單的類型大致上有以下三種：下拉式選單 (Pull-down menus)、彈出式選單 (Pop-up menus) 以及環形選單 (Pie menus) (圖 2-14) (Dix, 2005)。

選單是 WIMP 中重要的一個介面元件，資訊內容越來越複雜，會更需要可以化繁為簡的介面。Landauer & Nachbar (1985) 在不同的選單架構下，調查使用者操作觸控螢幕完成任務所需的時間，求得寬而淺(如:16x3)的選單優於窄而深(如:2x12)的選單設計。

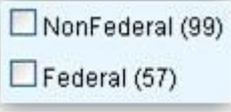
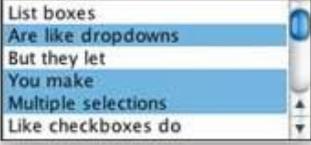
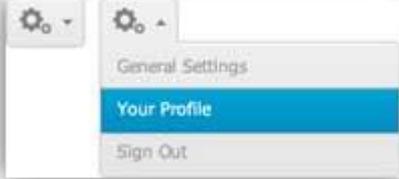
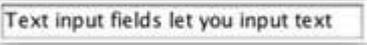


(a) 下拉式選單 (b) 彈出式選單 (Pop-up menus) (c) 環形選單

圖 2-14 選單分類

除了上述四個主要構成元件之外，目前介面設計還有其它元件用來與 WIMP 搭配，針對不同的功能需求設計組合，如表 2-2 所整理的使用者介面元素。

表 2-2 使用者介面元件整理表(www.usability.gov，研究者整理)

輸入控制 (Input Controls)		
按鈕 (button)	用文字、圖案等組合而成的單一動作按鈕。	
複選框 (checkbox)	使用者可以選取一個或多個選項，大多為縱向排列，當選項過多時也可以加入捲軸或多排組合。	
單選按鈕 (radio button)	只允許使用者選擇單一選項的按鈕組合。	
下拉式列表 (dropdown list)	同單選按鈕只允許選擇單一選項，下拉式設計可以節省空間。	
列表框 (list boxes)	同複選框允許選取多個選項，列表式設計方便容納更多選項。	
下拉式按鈕 (dropdown button)	按下之後會列出列表的按鈕，大部分都是互相關聯的按鈕組合。	
切換按鈕 (toggles)	允許使用者藉由點選按鈕改變狀態的設定，因為可以直接看到狀態，視覺上很容易辨別當下設定。	
文字輸入列 (text fields)	使用者可以輸入單行或多行文字的輸入列。	

導向元件(Navigational Components)

搜尋列
(search field)

使用者可以輸入關鍵字
搜尋相關的資訊。通常
會以單行文字輸入列與
搜尋按鈕組合搭配。



麵包屑
(breadcrumb)

使用者可以藉由麵包屑
顯示的頁面列，得知目
前在系統中的位置。

Home > Folder Index Page > Page You're On

分頁
(pagination)

分頁將內容切割分成多
頁，方便使用者直接前
往想要的分頁。



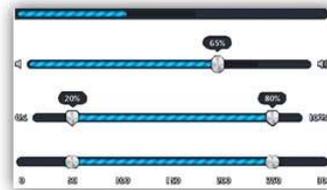
標籤
(tags)

標籤方便使用者直接選
取分類的章節，另外有
些標籤系統則是會將使
用者輸入的關鍵字直接
轉換成標籤。



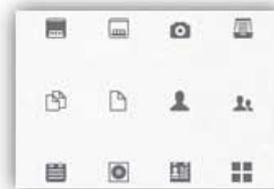
滑桿
(sliders)

滑桿(slider)亦稱作 track
bar，使用者可以藉由滑
動按鍵調整數值大小。



圖標
(icons)

圖標是一直覺的圖案影
像，用來協助使用者了
解系統的功能。



圖像轉向
(image carousel)

與分頁概念類似，以圖
片作為連結，使用者可
以瀏覽一系列的項目，
並直接選擇分頁。



資訊元件(Information Component)

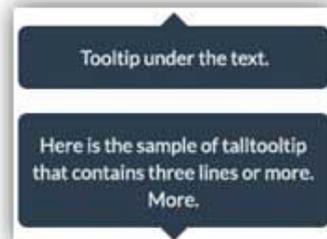
提醒 (notifications) 提醒通常與文字或圖標搭配，被用來標記更新的資料，例如未讀的訊息數量。



進度欄 (progress bars) 進度欄標示出使用者目前的進度，或是位於一系列步驟中哪一步驟。但是進度欄通常是不能點選的。



工具提示 (tool tips) 工具提告知使用者，目前所在頁面的資訊，例如不同按鍵的功能介紹。



訊息框 (message boxes) 提供訊息給使用者的小視窗，並在進行下一步驟之前強制使用者進行動作。



彈出視窗 (modal window) 要求使用者回到系統之前先進行動作。



(三)、介面配置

介面配置(Interface layout)，通常是指介面上的圖像配置，是介面設計中很重要的一部分，也是使用者首先會接觸到的視覺訊息。良好的介面配置可以有效引導使用者的視覺，更有效率的完成任務。

網格系統(Grid system)是一種利用垂直與水平軸相交所建立的二維結構，將介面配置分割成不同大小的單元(Units)，利用此系統設計整體的布局(圖 2-15)。網格系統可以用來規範元件與文字放置的位置，讓介面的配置更加整齊與一致。



圖 2-15 網格系統與配置範例

除了專注於使用性與功能性之外，近幾年介面設計由於使用者的喜好，慢慢開始強調美感在介面設計中的重要性(Liu, 2003)。Kurosu & Kashimura (1995) 首先提出美感對於介面配置的影響，在其研究中列出同樣功能，搭配不同設計的介面，結果發現使用者的主觀滿意度及使用性都與使用者的美感評價有高度相關。Lindgaard et al. (2006) 的研究更指出，使用者對於網頁的印象與喜好在第一眼看到網頁的 50 毫秒內就已經決定了。使用者對於網頁的印象大多是受到網頁的視覺美感影響。研究顯示使用者喜好排序，「高視覺喜好與低使用性」的網頁更勝於「低視覺喜好高使用性」的網頁。由以上的相關研究可以看出介面配置對於主觀滿意度具有明顯的相關性。

對於介面美感的量測主要有兩種方法，一種是藉由客觀方法求得使用者對於介面配置的視覺美感知覺，第二種是藉由問卷求得使用者對於介面配置的主觀感

受，問卷量測方法相較於量化分析比較簡單操作。

Ngo et al. (2002) 在其研究中發展出一套數學模型用以量測介面配置的美感，其中包含 14 種量測的項目：平衡(balance)、對稱(symmetry)、均衡(equilibrium)、統一(unity)、連續(sequence)、密度(density)、比例(proportions)、凝聚(cohesion)、簡單(simplicity)、規律(regularity)、簡約(economy)、同質化(homogeneity)、韻律(rhyme)及規矩(order)。利用此一模型輸入 57 個不同介面配置，利用多元回歸滿足使用者的主觀評價結果，並利用 *t* 檢定求出各項目的顯著性。其中「平衡」、「統一」與「連續」是其中經由實驗顯示是此模型中最為顯著的項目，亦為本研究採用介面配置美感評價之量化指標。

平衡性(Balance Measure, BM)被定義為分配圖片中視覺重量的特性。大物件相對於小物件重量越重。量測方法由水平及鉛直中心線分割介面成四區，進而計算其中物件的重量差異。

$$BM = 1 - \frac{|BM_{vertical}| + |BM_{horizontal}|}{2} \in [0,1] \quad (2-4)$$

$$BM_{vertical} = \frac{W_L - W_R}{\max(|W_L|, |W_R|)}$$

$$BM_{horizontal} = \frac{W_T - W_B}{\max(|W_T|, |W_B|)}$$

$$w_j = \sum_i^{n_j} a_{ij} d_{ij}, j = L, R, T, B \quad (2-5)$$

其中 $BM_{vertical}$ 與 $BM_{horizontal}$ 分別代表鉛直與水平方向的平衡，LRTB 為左、右、上、下的簡稱， a_{ij} 代表物件的面積， d_{ij} 代表物件中心線與介面中心線的距離，計算範例請參閱附錄 A。

統一性(Unity Measure, UM)會讓視覺有物件合而為一的效果，可以透過使用

相近尺寸的物件並減少物件間的距離與空白處達到統一性的效果。

$$UM = \frac{|UM_{form}| + |UM_{space}|}{2} \in [0,1] \quad (2-6)$$

$$UM_{form} = 1 - \frac{n_{size} - 1}{n}$$

$$UM_{space} = 1 - \frac{a_{layout} - \sum_i^n a_i}{a_{frame} - \sum_i^n a_i} \quad (2-7)$$

a_i 、 a_{layout} 及 a_{frame} 是物件、配置及框架的面積， n_{size} 代表有幾種不同的面積， n 則是在框架上的物件數量，計算範例請參閱附錄 A。

連續性(Sequence Quadrant Measure, SQM)藉由設計手法安排物件的配置，進而引導視覺掃描路徑。如文獻探討中所提到一樣，眼睛動作會由左上至右上，再從左下到右下的動線移動。連續性的量測是求得介面中的物件是否有依循閱讀習慣所配置。

$$SQM = 1 - \frac{\sum_j |q_j - v_j|}{8} \in [0,1], j = UL, UR, LL, LR \quad (2-8)$$

$$\{q_{UL}, q_{UR}, q_{LL}, q_{LR}\} = \{4, 3, 2, 1\}$$

$$v_j = \begin{cases} 4 & \text{if } w_j \text{ is the largest in } w \\ 3 & \text{if } w_j \text{ is the 2nd largest in } w \\ 2 & \text{if } w_j \text{ is the 3rd largest in } w \\ 1 & \text{if } w_j \text{ is the smallest in } w \end{cases} \quad j = UL, UR, LL, LR \quad (2-9)$$

其中

$$w_j = q_j \sum_i^{n_j} a_{ij}, j = UL, UR, LL, LR$$

$$w = \{w_{UL}, w_{UR}, w_{LL}, w_{LR}\} \quad (2-10)$$

UL 、 UR 、 LL 及 LR 分別代表左上、右上、左下及右下等四個區域， a_{ij} 代表物件 i 在象限 j 中的面積，每一個皆有其重量 q ，計算範例請參閱附錄 A。

(四)、觸控介面

Canny (2006)指出”User Free”是目前 HCI 領域的研究目標。經由自然使用者介面(Natural User Interfaces, NUIs)，使用者可以使用對話，動作等自然的表現手法完成與電腦的互動，目標是降低介面的難度與增進介面的使用效率(Cross, 1999)。

由於觸控介面架構的不同，操作方式是用手指配合手勢進行操作。WIMP 架構很明顯的是針對滑鼠操作所開發，此種操作方式並不全然適用於利用手勢操作的觸控介面。因為手指的觸控相對於滑鼠的準確度是比較低的，對於比較陌生的使用者而言，WIMP 介面是非直覺而且複雜的。

觸控式螢幕的按鍵並不像實體按鍵一樣可以利用觸覺進行互動，因此按鍵的大小會影響使用者的操作，Hirokazu & Masatoshi (2003)指出 90%的受測者在操作觸控螢幕時，手指落點都位於中央正方形的區域內，無論目標尺寸多大，受測者的選取範圍都集中在 $12mm*12mm$ 內。iOS 開發資料庫則建議程式開發者將按鈕設計至少 $44*44 px$ 以上。

Wang et al. (2013) 針對市面上主要三大手機作業系統：Apple iOS、Google Android 和 Windows Mobile 進行介面設計元素的分類統計，此三種系統廣為市場使用者所接受，因此其介面設計及風格都具有其指標性，其結果如圖 2-16

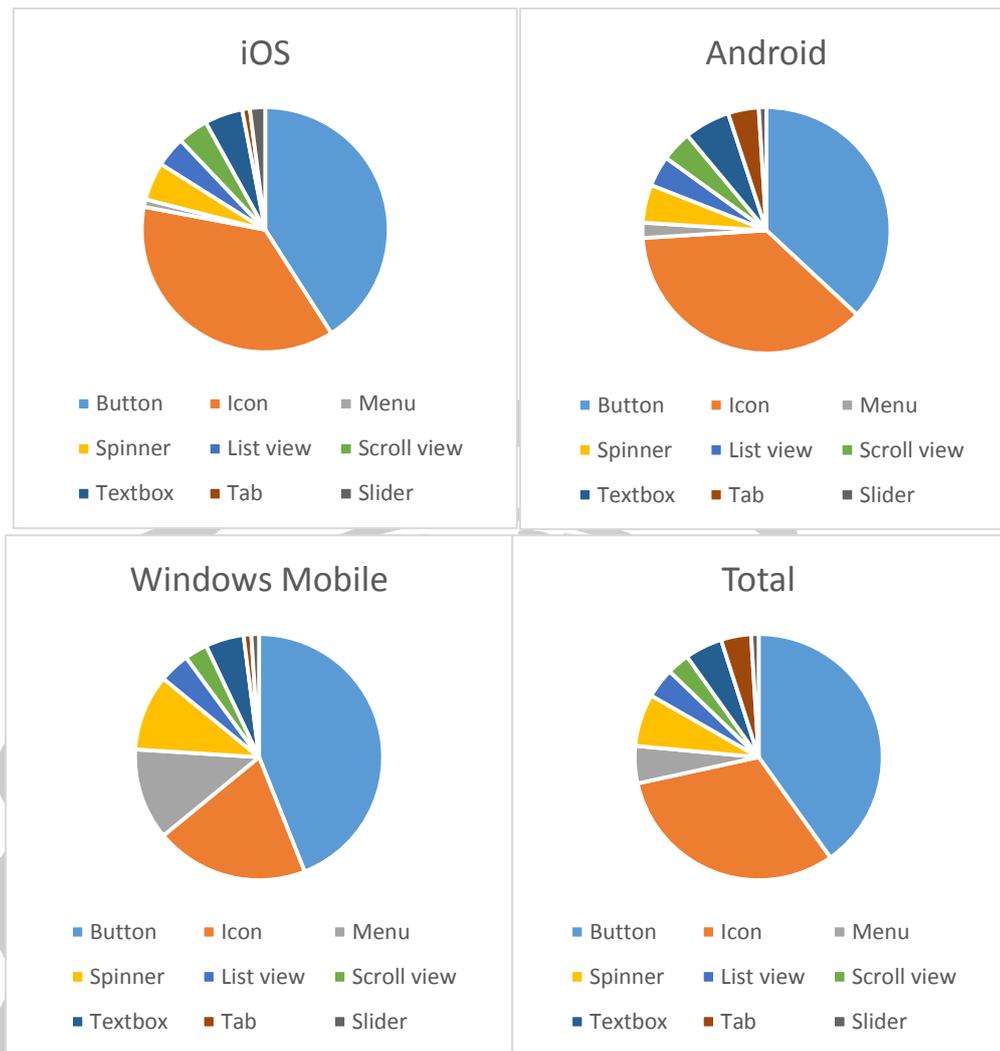


圖 2-16 各平台手機介面設計元素的使用頻率 (Wang et al., 2013)

根據統計結果，在各個不同系統上使用頻率最為頻繁的是按鈕(Button)以及圖標(Icon)，典型介面元素的 WIMP 中的選單(Menu)在 iOS 及 Android 則明顯低於 Window Mobile 介面(13%)。由此可見 PWIG 架構已經漸漸在將以觸控介面為主的手機、平板市場中，慢慢取代傳統指標的 WIMP 介面，PWIG 分別為：

- (1) 頁面/框架(Page/Frame): 此一概念與 WIMP 中的視窗(Window)概念相似，也是觸控介面的核心元素，與視窗不同的是其可以藉由手勢操作，也可以圖標與按鈕等介面元素組織在其下。
- (2) 小工具(Widget)：小工具包括許多不同功能的元件，例如：文字方塊，選擇清單，滑桿等等。整合各種類型的小工具在觸控介面中，將可以使

介面更為豐富且操作更為便利。

(3) 圖標/按鈕(Icon/Button)：雖然這兩種元素都是 WIMP 中的概念，但是因為其直接操作的特性符合觸控介面的原則，因此仍然是很重要的元素。圖標與按鈕不同的是，圖標可以藉由符號的語意去傳達更多的資訊，而按鈕只是一種可以反應操作的控制元素。

(4) 手勢(Gesture)：觸控介面中最重要的互動元素，手勢操作主要分成觸控(Touch)以及滑動(Slide)兩種，藉由不同的多點組合可以完成不同的操作。因為手勢每個人日常生活中都會用到，善用手勢的操作可以使得觸控介面的操作更為自然與直覺。

2-3 使用性評估

使用性評估方法(Usability evaluation methods, UEMs)是求得使用性的方法與過程，當使用性的特性定義之後，便可以藉由 UEM 求得使用性的量化資料，在產品的開發過程中作為使用性的參考依據。

Hartson (2003)指出，使用性評估方法能協助專家發現使用性問題(Usability problem)提早預測真實的問題，可以提早排除問題並降低影響，而這些問題將會影響到使用者表現及滿意度。Ferre et al. (2001) 提出「使用性評估流程(The usability process)」如圖 2-17，將使用性實驗分為分析階段(Analysis phase)、設計階段(Design phase)與使用性評估(Usability evaluation)等三個階段。

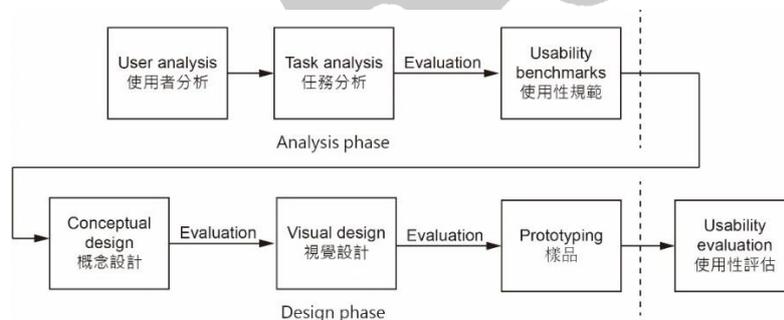


圖 2-17 使用性評估流程(Ferre et al., 2001)

使用性的定義由 Nielsen (1994) 在可用性工程一書中將使用性分為：(1)學習性、(2)有效性、(3)使用者保留程度、(4)錯誤率及(5)滿意度等五種(表 2-3)，此書並提到九種使用性評估方法(表 2-4)，研究者可以根據不同的實驗需求選擇適當的評估方法。

表 2-3 使用性定義(Nielsen, 1994)

使用性	定義
學習性(Learnability)	更容易地學習系統的主要功能並完成工作，通常藉由量測一般使用者完成任務的時間，再與專家完成任務的時間相比較。
有效性(Efficiency)	在單位時間裡使用者使用此系統可以完成任務的數量及使用者完成任務的最快速度。當一個系統的使用性越好，使用者便可以更快的完成任務。
使用者記憶性 (User retention over time)	反映使用者在經過一段沒有使用的時間之後，使用者對於系統的熟悉度如何。
錯誤率(Error rate)	此一屬性顯示使用者在完成任務中所發生的失誤次數，越好的使用性會有更少的失誤次數，失誤將會導致有效性及使用者滿意度的降低。
滿意度(Satisfaction)	顯示使用者對於系統的滿意程度。

本研究希望藉由使用性評估實驗求得使用者績效，因此主要藉由客觀的有效性、錯誤率以及主觀的滿意度，建立使用者之評量標準。學習性因為需要藉由一段時間的操作學習，並與專家比較，並不是本研究之主要目的，因此不納入評量標準。使用者記憶性亦是一長時間的量測，而本實驗著重於受測者當下的表現績效，因此亦不納入評量。

表 2-4 使用性評估方法(Nielsen, 1994)

方法	適用階段	受測者	優點	缺點
啟發式評估法 (Heuristic Evaluation)	設計初期 反覆設計	6-10 位專家	可以發現使用性問題，並記錄專家所發現的問題	排除一般使用者，因此容易忽略基本的問題
績效量測法 (Performance Measures)	分析測試	10 人以上	量化資料，容易比較結果	無法發現各別使用性問題
放聲思考法 (Thinking Aloud)	反覆設計 架構評估	3-5 人	可以明確指出使用者的問題，亦是相對便宜的測試	使用者會不自然地操作，專家也很難用言語表現
觀察法 (Observation)	工作分析 系統完成後之研究	3 人以上	可以顯現使用者真實的使用狀況，提出有效的建議	很難約定時間，缺乏有經驗者控制
問卷法 (Questionnaires)	工作分析系統 完成後之研究	30 人以上	可以發現使用者較喜歡的主題，容易反覆調查	需要引導 (防止誤解)
訪談法 (Interviews)	工作分析	5 人	靈活的，可深入探討看法與經驗	比較花費時間，且難以分析與比較
焦點團體法 (Focus Groups)	工作分析 使用者參與階段	每組 6-9 人	自發性的反應及主動的小組討論	難以分析，有效性較低
實際使用紀錄法 (Logging Actual Use)	最終測試系統 完成後之研究	20 人以上	可發現較高層次的使用問題，可以連續進行	分析大量的資料會侵犯使用者隱私
使用者回饋法 (User Feedback)	系統完成後	數百人	可以持續追蹤使用者需求與觀點上的改變	需要特別的組織來掌握使用者的回應

Andreas (2005)進一步將使用性評估方法分為檢查方法(inspection method)與測試方法(test method)兩種，兩者的差異在於是否需要使用者參與，兩種方法的比較表格如表 2-5。

表 2-5 使用性評估比較表(Andreas, 2005)

	檢查方法				測試方法	
	啟發評估	認知演練	行為分析	放聲思考	觀察	問卷
適用階段	皆可	皆可	設計階段	設計階段	測試階段	皆可
時間需求	低	中	高	高	中	低
使用者	無	無	無	3 位 以上	20 位 以上	30 位 以上
評估者需求	3 位 以上	3 位 以上	1 至 2 位	1 位	1 位以上	1 位
設備需求	低	低	低	高	中	低
專家需求	中	高	高	中	高	低
介入	無	無	無	是	是	無

本研究參考 Nielsen (1994) 所提出的使用性評估方法，考量本研究的目的，求得使用者的客觀表現績效與主觀感受。其中績效量測法，適用於分析測試階段，並方便取得量化資料進行後續的統計分析，是本研究所採用的使用性評估方法。

一個具有良好使用性的介面，不單單只是針對視覺上的美觀去設計，也必須考慮系統的其他部分。例如：一個系統必須提供連續且即時的反饋給使用者，開發者就必須考慮到系統的運算時間，讓系統可以持續傳送即時狀態到介面給予使用者。針對不同使用需求的介面，對於使用性的要求也會不同。在本研究中，針對車用資訊系統介面所做的使用性評估，是藉由操作次要任務去評估操作此一系統之使用性量化數據，並以安全為最高準則。

2-4 車道變換測試

車道變換測試(Lane Change Test, LCT)是一種被國際標準化組織(International Organization for Standardization, ISO)所定義的測量方法，目前被使用在 ISO 26022 (2010)之中作為量測駕駛者在駕駛中操作雙重任務的表現的方法，用以評估次要任務的影響。

LCT 實驗是 Mattes (2003)在 Daimler、Chrysler 與 BMW 合作的 Advanced Drive Attention Metrics (ADAM)計畫中所開發出來的實驗軟體與測試方法。LCT 實驗只需要一台電腦與螢幕(或投影機)，搭配遊戲方向盤及操作次要任務的裝置，便可以進行模擬實驗。此軟體建構在模擬駕駛的環境之中進行，軟體會提供駕駛任務操作，模擬真實的駕駛環境同時進行次要任務界面的操作。軟體將會紀錄與計算受測者的駕駛表現量化資料。此方法可以應用在車用資訊、通訊、娛樂與控制系統等等對於駕駛的影響性。不論是原廠搭載，或者車後市場的嵌入式裝置與隨身產品都可以當作次要任務的測量目標。

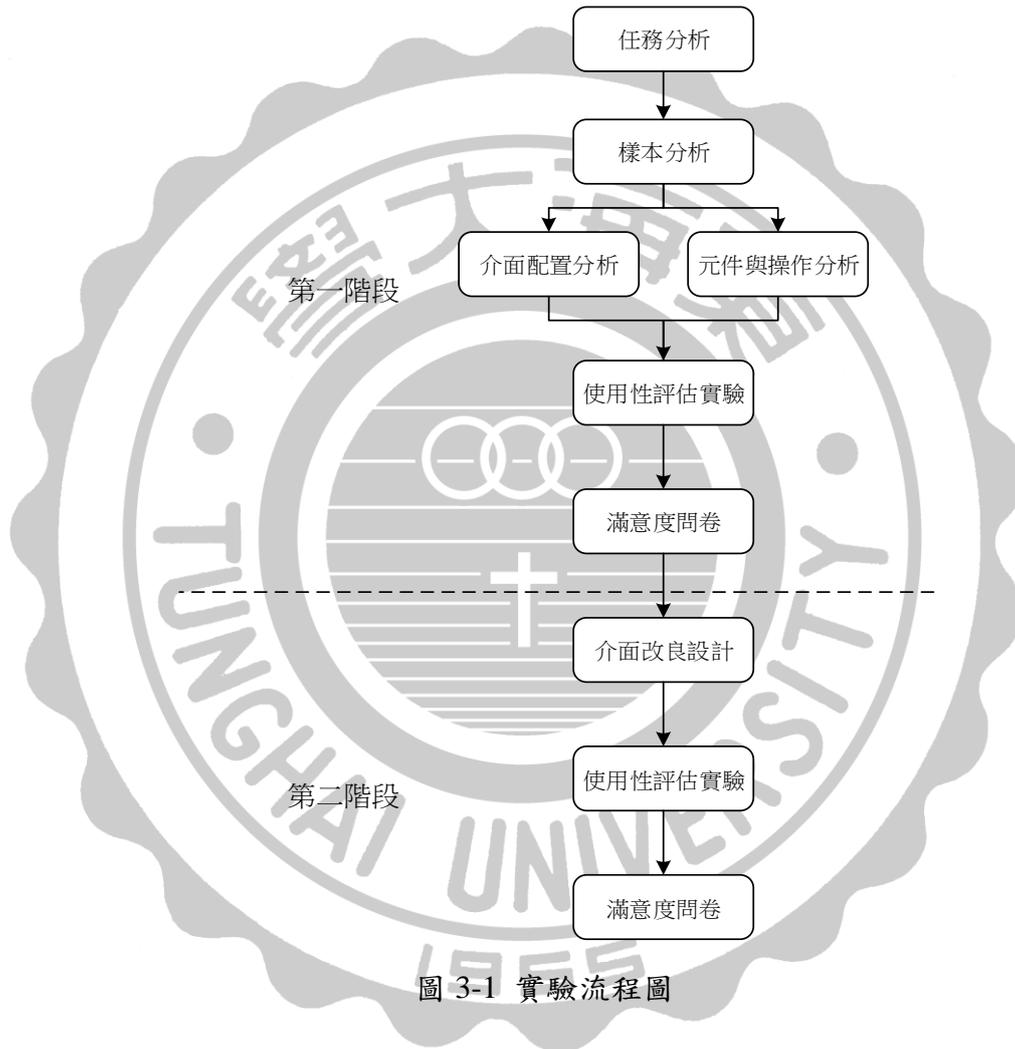


圖 2-18 模擬駕駛實驗畫面

雖然受測者面對螢幕與遊戲方向盤的人因配置與真實駕駛的感受會有差異，Breuer et al. (2003)於研究中指出，模擬駕駛所量測的次要任務表現與真實駕駛所量測的結果具有高度相關，因此 Mattes (2003)的研究在相關領域被引用超過 200 次，是一被廣泛使用且被相關研究接受的實驗方法，而本研究亦採用本模擬駕駛實驗作為求得使用性數據的實驗方法。

第三章 實驗方法與現況分析

本研究分為兩階段，第一階段蒐集兩款市售車用資訊娛樂系統介面進行分析，整合車用資訊介面使用性上的標準規範進行使用性評估實驗。根據樣本的評估結果，再進行第二階段新介面的設計與新介面的評估。實驗流程如圖 3-1 所示：



3-1 任務分析

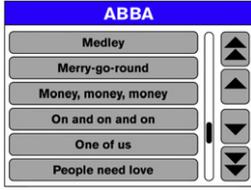
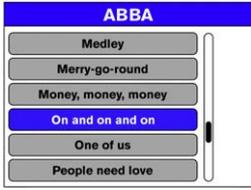
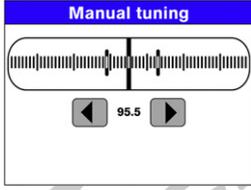
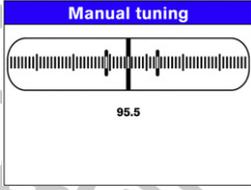
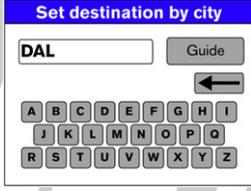
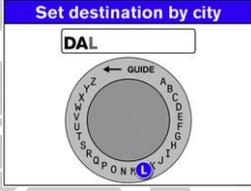
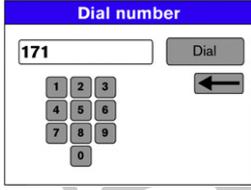
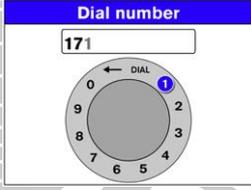
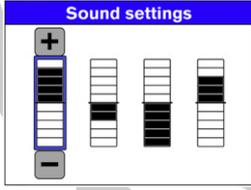
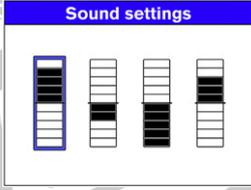
李宜燁(2007)針對傳統中控台的空調、音響與導航等三種操作項目研究，將操作行為分開並列出設計優先程度參考表(表 3-1)，分別給予「頻率等級」、「操作複雜度」及「負荷程度」等三個評價等級。

表 3-1 設計優先程度操作表(李宜燁，2007)

操作項目	頻率等級	操作複雜度	負荷程度
調整音響(收音機)音量	3	2	6
操作音響電源開關	3	2	6
操作 A/C 開關(冷氣開關)	3	2	6
調整風扇控制鈕(風量)	3	2	6
操作更換曲目功能按鍵	3	2	6
調整出風口風向按鍵或旋鈕	3	2	6
調整溫度控制鈕	2	2	4
操作進氣選擇開關 (車內-循環/車外-換氣)	2	2	4
切換音響/資訊系統模式 (導航、CD 撥放、收音機)	2	2	4
操作 CD 換片機	2	2	4
調整收音機到指定特殊頻道	2	5	10
操作收音機頻道掃描搜尋功能	1	2	2
設定收音機記憶頻道	1	5	5
音響聲音調整(音響效果)	1	5	5
恆溫式空調開啟(AUTO)	2	2	4
恆溫式空調開關(OFF)	2	2	4
操作選單式/階層式功能	2	5	10

Rydstrom et al. (2012)比較觸控與旋鈕介面在不同任務的表現，針對 MP3 列表、調整電台頻率、輸入導航地址、撥出電話及音響調整等五大功能做實驗分析(表 3-2)。

表 3-2 功能與介面解釋比較(Rydstrom et al., 2012)

功能	觸控介面		旋鈕介面	
	圖像	描述	圖像	描述
MP3 列表		48 首歌按照字母排序，單箭頭一次移動一首曲目，雙箭頭一次移動六首曲目。		48 首歌按照字母排序，標注框移到第二或倒數第二首時會移動曲目。
FM 收音機頻率調整		訊號強的電台已經標注起來，長按箭頭會快速滑到訊號強的電台。		訊號強的電台已經標注起來，使用旋鈕調整
導航系統輸入地址		使用 ABC 排序的鍵盤，搭配刪除鍵與導航鍵。		字母繞著圓形依序排列，並在其中放入導航與刪除鍵。
輸入電話		標準電話排序的數字鍵，搭配刪除鍵與撥號鍵。		數字繞著圓形依序排列，並加入撥出鍵與刪除鍵。
音量調整		搭配加減按鍵，操作中的項目會以框架標記。		使用旋鈕調整，操作中的項目會以框架標記，撥動旋鈕切換項目。

李宜燁(2007)在其研究中指出國人甚少使用車用電話，因此使用撥號功能將不列入實驗範圍，而輸入導航地址並不適合於駕駛行為中進行，在本實驗中亦不納入實驗範圍。考量本研究比較不同介面設計對於操作的使用性研究，因此著眼在操作頻率比較高的行為，考量到選單架構的問題，本研究將切換功能這個動作也加入其中，「切換到音響功能」與「切換到空調功能」兩個項目也加入評估項目之中。

綜合以上分析，本研究的任務操作，主要分為兩大類：1.音響、2.空調。子項目為切換音響功能、切換曲目、調整音量、切換至空調功能，調整空調風量、切換空調出風口方向、調整空調溫度等七項。其關係圖，如表 3-3。

表 3-3 實驗任務分類表

音響操作	切換至音響功能
	切換曲目
	調整音量
空調操作	切換至空調功能
	調整空調風量
	切換空調出風口方向
	調整空調溫度

3-2 樣本分析

在樣本分析中僅針對音響操作與空調操作中所需要操作的介面進行分析。本研究將介面分為兩個部分分析：

- (1) 介面配置
- (2) 元件與操作分析。

本研究根據 AutoGuide.com 於 2014 年所選出的 Top 10 Infotainment System，於其中挑選搭載觸控介面的系統作為樣本分析，挑選出其中兩款原廠搭載的車用資訊娛樂系統介面：MyFord Touch 及 Uconnect。此兩款具備完整的觸控介面，不同於 Audi、Mercedes Benz 及 BMW 等系統需要搭配旋鈕介面，因此以此兩款作為樣本分析。MyFord Touch 隸屬於 Ford Motor Company；Uconnect 隸屬於 Fiat-Chrysler Automobiles (FCA)；。根據上海汽車集團(SAIC)統計 2013 年全球市占率分別為 5.3%與 7.8%，皆是全球前十大汽車集團。

(一)、MyFord Touch

由福特(Ford)與微軟(Microsoft)共同開發出來的車用資訊系統，為 8 吋大小的觸控螢幕，800*480 px。可以在螢幕上操作音響、空調、座椅、導航及行動

電話等，搭配 Ford Sync 的語音操作功能，可以完成音響，電話及導航等功能。此系統於 2010 年首次於美國消費性電子展(Consumer Electronic Show, CES)亮相，介面如圖 3-2：



圖 3-2 MyFord Touch 介面

(二)、Uconnect

此系統裝載於 CHRYSLER、DODGE、MASERATI、FIAT 與 JEEP 等隸屬於 FCA 汽車集團下的廠牌。本研究選取的樣本為 Uconnect® 8.4AN 版本，搭配 8.4 吋大小的觸控螢幕，640 px * 480 px。可以在螢幕上控制音響、空調、座椅、導航及行動電話，搭配語音輸入系統。其主要介面如圖 3-3：



圖 3-3 Uconnect 介面

3-2-1 介面配置分析

介面配置是使用者首先會經由視覺接收到的資訊，再經由知覺下達行為的指令，因此本研究設定其為樣本分析的第一步。在本階段會先就兩款介面的配置與功能分析，再將介面分區並計算元件區塊的尺寸，進一步根據 Ngo et al. (2002) 所提出的數學模型分析，分析其平衡性、統一性與連續性求得量化數據。

(一) MyFord Touch

MyFord Touch 介面配置將畫面切成四個區塊，並以不同顏色代表四種不同的功能選單(圖 3-4)。狀態列位在鉛直中心線的上方，顯示時間與車外溫度等資訊。鉛直中心線下方是資訊鍵、首頁鍵與設定鍵。在首頁中四個分區會顯示各自的資訊，將全部資訊顯示於螢幕上，這樣的設計可以避免使用其他功能時，而無法看到其他功能的資訊。切換到特定功能後畫面中間便是功能頁，其他功能選單則分散其他三個角落。圖 3-5 為 MyFord Touch 空調介面配置分區圖。



圖 3-4 MyFord Touch 主頁面配置分區圖



圖 3-5 MyFord Touch 空調介面配置分區圖

圖 3-6 為空調控制的配置細部說明，此介面功能頁配置分區有八區，由上而下有：(1) 左邊溫度調整；(2) 開關；(3) 右邊溫度調整；(4) 椅座加熱送風及方向盤加熱功能；(5) 出風口方向；(6) 風量大小；(7) 椅座加熱送風；(8) 其他設定(車內循環、A/C 開關及擋風玻璃出風等功能)。「溫度調整」與「椅座通風加熱」分為左右兩邊，「出風口方向」與「風量大小」組合配置於中間位置。



圖 3-6 MyFord Touch 空調控制細部配置說明

圖 3-7 為音響控制的配置圖，此介面功能頁配置分區有四區，由左而右有：(1) 撥放來源；(2) 歌曲資訊(封面與歌名)與撥放狀態(時間)；(3) 撥放控制(撥放、暫停、下一首及上一首)；(4) 撥放設定(循環與隨機撥放)。

音響控制與空調控制的配置差異比較明顯且分區較少，空調控制介面大多為 2x2 的排列組合搭配橫向排列的配置，此介面則是左右兩邊縱向排列的配置與中間橫向排列的配置。



圖 3-7 MyFord Touch 音響控制配置圖

(二) Uconnect

Uconnect 介面配置由上而下分為三大區：狀態列、功能頁與功能選單(圖 3-8)。狀態列常駐於介面上方，顯示時間溫度等狀態，功能選單常駐於介面下方，使用者切換功能的時候不用回到主選單便可以進行切換功能的動作。中間占大部分面積為功能頁，會隨著功能切換而改變。



圖 3-8 Uconnect 配置分區圖

圖 3-9 為空調控制的配置圖，由圖可以看出在空調功能頁的配置分區有六區，由上而下有：(1)其他設定(車內循環、A/C 開關及擋風玻璃出風等功能)；(2)左邊溫度調整；(3) 出風口方向；(4)右邊溫度調整；(5)椅座加熱送風及方向盤加熱功能；(6)風量大小及開關。「溫度調整」配置分為左右兩邊，並以縱向排列，正中間配置面積最大為「出風口方向」，「椅座加熱送風」的配置面積最小。

與 MyFord Touch 較為不同的是「溫度調整」的配置面積明顯比較大並以縱向排列，「風向切換」面積也較大。「椅座通風及加熱」以快捷按鈕代替以切換到 Control 功能，配置分區的方式也較為不同。



圖 3-9 Uconnect 空調控制配置圖

圖 3-10 為音響控制的配置圖，由圖可以看出在音響功能頁的配置分區有五區，由上而下有：(1)撥放設定(循環與隨機撥放)；(2)撥放狀態；(3)撥放來源；(4)歌曲資訊(封面與歌名)；(5)其他設定；(6)撥放控制(撥放、暫停、下一首及上一首)。音響控制的配置大致與空調控制雷同，上下兩列橫向排列的配置，左右兩邊各有一列縱向排列的配置。



圖 3-10 Uconnect 音響控制配置

了解兩個介面的設計之後，參考 Altaboli (2011) 的作法，進行介面上的配置分區(圖 3-11)，將相鄰的按鍵或文字分為一區，以介面左下方端點為原點，測量各個分區的座標與尺寸(表 3-4)。最後根據 Ngo et al. (2002) 所提出的數學模型分析其平衡性、統一性與連續性。



(a) MyFord Touch

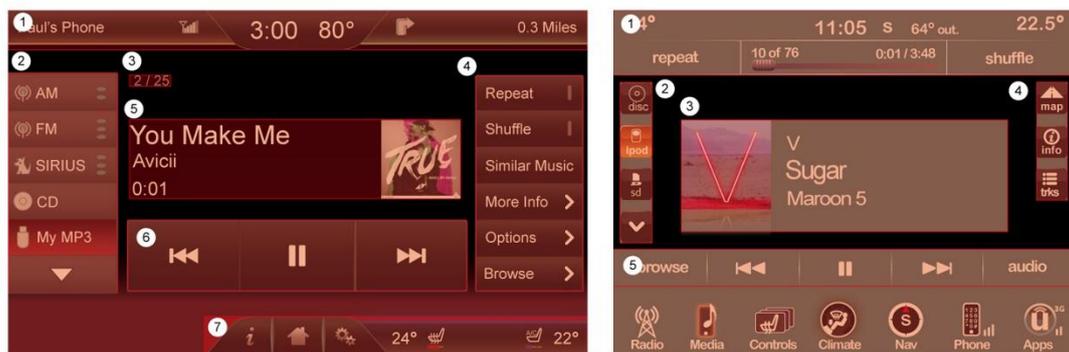
(b) Uconnect

圖 3-11 樣本空調介面配置分區示意圖

表 3-4 空調介面配置屬性表(單位：像素(px))

	配置分區	X	Y	寬度	高度
MyFord Touch (800x480)	1	0	425	800	55
	2	22	331	168	50
	3	360	353	80	50
	4	610	331	168	50

	5	22	183	168	118
	6	218	183	170	118
	7	412	183	170	118
	8	610	183	168	118
	9	130	83	540	60
	10	0	0	526	55
	11	716	5	79	50
Uconnect (640x480)	1	0	390	640	90
	2	13	167	83	206
	3	128	233	386	93
	4	537	167	83	206
	5	236	161	168	36
	6	0	0	640	147



(a) MyFord Touch

(b) Uconnect

圖 3-12 樣本音響介面配置分區示意圖

表 3-5 音響介面配置屬性表(單位：像素(px))

	配置分區	X	Y	寬度	高度
MyFord Touch (800x480)	1	0	425	800	55
	2	0	89	151	306
	3	168	375	57	16
	4	645	90	148	300
	5	170	213	460	110
	6	165	90	470	100
	7	274	0	526	55

Uconnect (640x480)	1	0	390	640	90
	2	10	157	44	223
	3	94	172	450	155
	4	585	217	44	164
	5	0	0	640	147

表 3-6 配置美感一覽表(計算內容參閱附錄 B)

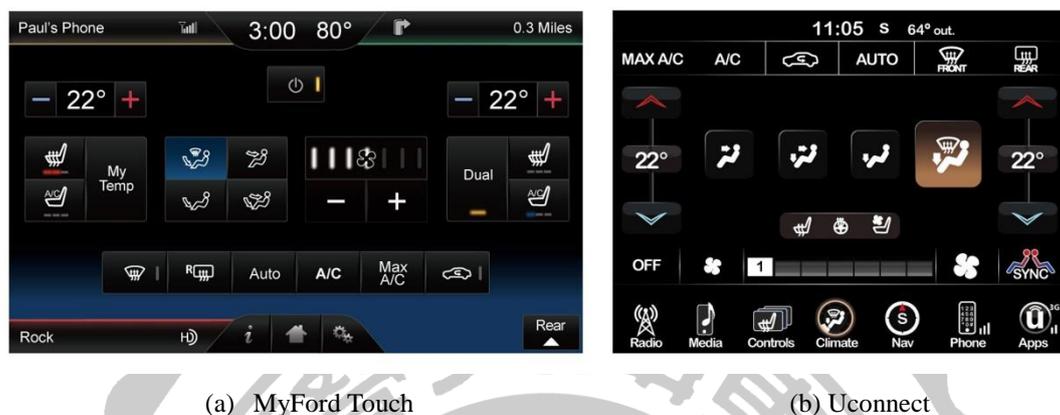
空調介面		
	Myford Touch	Uconnect
平衡性	0.78	0.86
統一性	0.23	0.18
連續性	1.00	1.00
音響介面		
	Myford Touch	Uconnect
平衡性	0.89	0.78
統一性	0.18	0.22
連續性	1.00	1.00

經由計算之後，得到兩款介面的配置美感，如表 3-6。空調介面的「平衡性」，「Uconnect」(0.86)優於「MyFord Touch」(0.78)，「統一性」，「MyFord Touch」(0.23)優於「Uconnect」(0.18)，「連續性」則一樣都是 1.00。整體而言在空調介面的配置上，「Uconnect」的配置美感優於「MyFord Touch」。

音響介面的「平衡性」則是由「MyFord Touch」(0.89)高於「Uconnect」(0.78)，「統一性」，「Uconnect」(0.22)略高於「MyFord Touch」(0.18)，「連續性」則一樣都是 1.00。由於「統一性」與「連續性」無明顯差異，「平衡性」則具有明顯差異，因此在音響介面的配置上「MyFord Touch」配置美感優於「Uconnect」。

3-2-2 元件與操作

配置會影響使用者視覺感受，元件則會傳達資訊給使用者並影響操作的行為。根據不同功能需求分配元件，如同傳統介面針對不同的操作搭配按鈕種類一樣。



(a) MyFord Touch

(b) Uconnect

圖 3-13 介面示意圖

在本研究的兩個樣本中，操作元件大部分皆為按鈕(Button)結合切換按鈕(Toggles)，只有 Uconnect 介面上部分功能有滑桿(Slider)。因此在操作上大部份功能是使用手指觸控(Touch)螢幕進行操作，滑動(Slide)操作較少。

在按鈕的設計上，兩介面大都搭配圖標(Icon)設計。Uconnect 在上方及下方功能列採用扁平化設計(Flat design)，中間的按鈕則是外凸(Outset)的仿立體設計，利用亮暗的變化營造立體感。MyFord Touch 介面的按鈕也是屬於外凸設計，但是光線的亮暗變化比較細微。

表 3-7 元件設計比較表

	MyFord Touch	Uconnect
外凸 按鈕	未選取狀態	未選取狀態
	選取狀態 (回饋)	選取狀態



當按鈕選取之後，兩款介面按鈕的高光處會從上方改成下方，形成內嵌(Inset)的立體效果，並套上有彩度的顏色當作回饋，提醒使用者此按鈕現在是處於被選取的狀態。MyFord Touch 介面部分按鈕除沒有從立體的光影變化及顏色變化作為回饋，而是加入高亮度及彩度燈光作為回饋手法。

選單按鈕設計上，Uconnect 選單按鈕為圖標搭配文字的組合，MyFord Touch 介面的選單按鈕在主畫面時為大範圍區域選取，在特定功能頁面時，選單按鈕僅有文字辨識置於角落。

3-3 使用性評估實驗

本實驗使用 Adobe illustrator CS6 繪製前述兩介面，並使用 Marvel 軟體 (<https://marvelapp.com/resources/>) 建構出可以運作的汽車資訊娛樂介面進行模擬實驗操作。本研究採用「績效率量測法」評估使用者在車道變換測試實驗中操作介面樣本之使用性量化數據，用以求得使用性評估結果。本實驗主要的使用性評估規範，如表 3-8。

表 3-8 本研究實驗之使用性評估分類

使用性評估分類	評估項目
有效性	任務完成時間
錯誤率	車道偏差值
滿意度	介面使用性量表 使用者介面滿意度調查問卷

3-3-1 使用性規範

根據 Nielsen (1994) 對於使用性的定義，考慮到本研究實驗目標為車用資訊娛樂介面，主要目的為求得使用者表現績效，因此將定義使用性評估主要分為以下三種不同的面向：

(一)、有效性(Efficiency)

針對介面的使用性規範最主要的一個項目便是「任務完成時間」(Task completion time)，此標準被廣泛使用在量測介面使用性的有效性(ISO/TR 16982, 2002)。使用者在此系統之下可以越快完成任務則表示對於這個任務而言，這個系統是具有高度有效性的(Jordan, 1998)。

(二)、錯誤率(Error rate)

除了上述幾項次要任務的量測項目之外，駕駛的主要任務便是必須要專注於前方的道路並維持方向盤與速度的控制，才能確保駕駛的安全性，根據 Engstrom et al.(2005)指出在駕駛途中的視覺負擔，會導致駕駛者在方向盤的控制上造成路線偏移，而需要不斷去反轉修正方向盤，修正的次數越多表示因為視覺行為所造成的駕駛錯誤是越多的。本研究利用 LCT (Lane change test)軟體所量測出來的車道偏差值(Lane deviation)作為錯誤率的評估標準。

(三)、滿意度(Satisfaction)

Shackel (1991) 認為使用者所認定的使用性可分為功能上的主觀性評估與使用上的客觀有效性，因此除了藉由實驗蒐集使用者操作任務的客觀表現之外，也必須得知使用者本身的主觀性評估結果。

本研究針對介面使用性的評估量表，主要有以下兩種：

(1) 介面使用性量表(System Usability Scale, SUS)

用以量測主觀使用性評估，由 [John Brooke\(1996\)](#)所開發出來，廣泛應用於量測硬體、軟體、電信設備及網頁等相關產品與服務。操作任務結束後，請受測者立即根據實驗過程的自我感受直覺地填寫問卷，不需要思考太多。問卷採用正反面交叉詢問技巧，總共 10 題，每題有 5 個選項分別從非常同意到非常不同意，透過受測者所選擇的選項，奇數題的分數由左至右為 0 到 4，偶數題得分則用 5 扣掉其原始分數。最後將各題的得分數相加，再乘以 2.5 便可得到總分。

(2) 使用者介面滿意度調查問卷(Questionnaire for User Satisfaction, QUIS)

用於評估使用者在使用人機介面時的主觀滿意度，由美國馬里蘭大學人機互動實驗室所提出([Chin et al.,1988](#))。目前開發到 7.0 的版本，此版本包含十二項分類。本研究選取「學習性」、「介面呈現」、「介面用詞與資訊」與「整體反應」等四項進行滿意度調查。請受測者依照使用感受勾選九階尺度量表。

3-3-4 實驗任務

本階段每位受測者皆要操作兩款模擬介面進行使用性評估，為避免受測者因為操作的前後順序影響實驗結果，一半受測者先操作 Uconnect 介面，另一半則先操作 Myford Touch 介面。

由於實驗樣本介面設計上沒有音量調整的功能，在市售車上是以實體旋鈕操作，因此在本實驗任務操作中必須將此任務刪除。本實驗的任務操作的順序，如 [表 3-9](#) 所示，在實驗實施過程中會由研究者從旁以口述的方式提示受測者任務內容。

表 3-9 任務分類表

任務內容		任務目的
任務 1	調整空調溫度	求得「溫度調整」功能在不同的配置與元件對於使用性的影響
任務 2	調整空調風量	求得「空調風量」功能在不同的配置與元件對於使用性的影響
任務 3	切換至音響功能	透過功能的切換，了解不同的功能選單配置對於使用性的影響
任務 4	切換曲目	求得「切換曲目」功能在不同的配置與元件對於使用性的影響
任務 5	切換至空調功能	透過功能的切換，了解不同的功能選單配置對於使用性的影響
任務 6	調整出風口方向	求得「出風口方向」功能在不同的配置與元件對於使用性的影響

3-3-2 實驗對象

本研究依據至少一年駕駛經驗的標準，挑選 10 位有實際駕駛經驗的使用者進行使用性評估實驗，由於 [Nielsen\(1993\)](#) 指出績效率測法的評估以 10 位以上才能累積有效的數據，且必須擁有駕照與一年以上上路經驗，並於實驗前發放基本資料調查問卷，於實驗後填寫滿意度問卷，完整問卷請參閱附錄 C。

本次實驗樣本數 10 人，駕駛經驗至少一年以上，皆為 20~35 歲的青年使用族群，有 50% 至少每月開車一次(圖 3-14)，其中有 8 位觸控式汽車資訊娛樂系統的使用經驗，使用經驗有 50% 為一年內，30% 為一至三年(圖 3-15)。

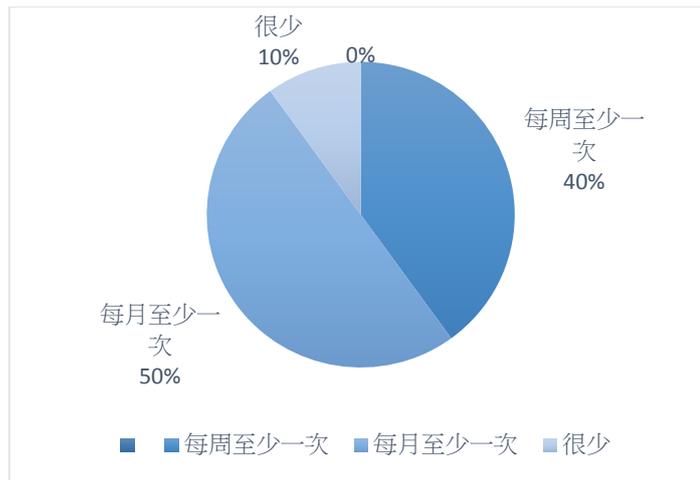


圖 3-14 受測者駕駛頻率統計

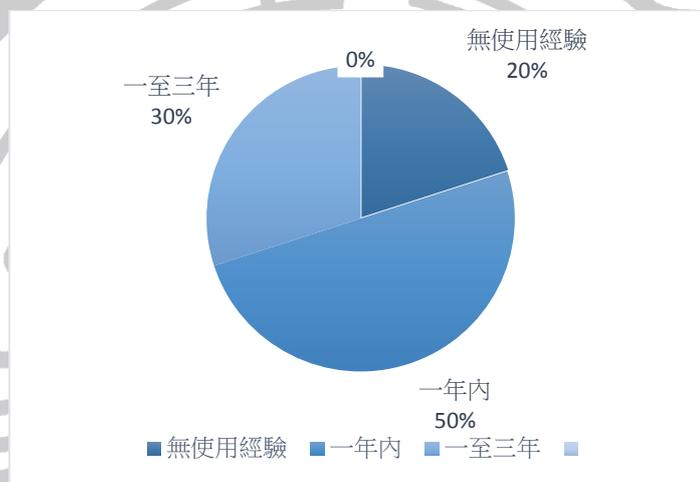


圖 3-15 受測者使用 IVIS 經驗統計

3-3-3 實驗設備

Burnett (2009)對於車用互動介面實驗方法的分類主要如表 3-10 所示。目前比較常見的實驗方法，主要分為道路實驗(on-road experience)與模擬實驗(simulator experience)兩種實驗方法，兩者各有其優缺點。道路實驗可以讓實驗對象在真實的環境下操作，但是成本比較昂貴，且會有不可控制之外在變因干擾，但也是最能忠實反映駕駛回饋的方法。

表 3-10 車用互動介面實驗方法分類(Burnett, 2009)

分類	項目
操作環境	道路實驗、軌道測試、模擬測試、實驗室實驗等等
任務操作	多重任務、單一任務、沒有特定任務等等
實驗數據	駕駛表現、次要任務表現

根據 ISO 16673 (2007)指出，實驗室環境下的模擬實驗因為其封閉的特性可以達成環境的一致性，並可以控制不同的變因，求得穩定而可靠的實驗數據。Rodrigues (2009)亦表示模擬實驗具有其必要性，因為有些數據在道路駕駛上非常難以量測與分析，而模擬實驗的結果也可以做為道路實驗的參考。本研究考量到無法在封閉的道路上進行實驗，並且需要使用攝影機收集使用者的操作績效數據，故採用模擬實驗。

模擬實驗的實驗設備亦有不同，部分實驗將市售量產車輛搬入實驗室並搭配投影機，投射道路畫面進行實驗(Rydstrom, 2012; Blanco, 2006; Burnett, 2009; Rodrigues, 2009; 李宜燁, 2007)，也有使用遊戲方向盤搭配投影機與液晶螢幕呈現道路畫面進行實驗(Mitsopoulos-Rubens et al., 2011; Sodnik et al., 2008; 楊家豪, 2007; 洪振耀, 2010)。

使用車輛作為實驗器材可以提供擬真的人因環境，但相對的需要龐大的室內空間以容納下整台車輛。考量到可行性，本研究採購 Logitech G27 力回饋賽車方向盤，搭配方向盤車架提供比較接近實際車輛的人因環境，實驗軟體使用 LCT 軟體。本研究實驗設備有：

1. Logitech G27 力回饋賽車方向盤：模擬道路駕駛狀況。
2. Apple iPad mini：呈現車用資訊娛樂系統觸控介面。
3. 22 吋 LED 螢幕：顯示道路駕駛畫面。
4. Lane Change Test 軟體：測量駕駛路線的變化與任務時間(圖 3-18)。
5. 攝影機一台：紀錄使用者操作過程。

模擬本國所採用的左駕車配置，觸控螢幕放置於桌面上，方向盤右側與排檔桿對齊(圖 3-16)。右前方攝影機記錄操作介面過程(圖 3-17)，同時由施測者從旁操作筆記型電腦，告知任務內容並根據受測者反應標記操作時間。



圖 3-16 實驗設備配製



圖 3-17 前方攝影機畫面

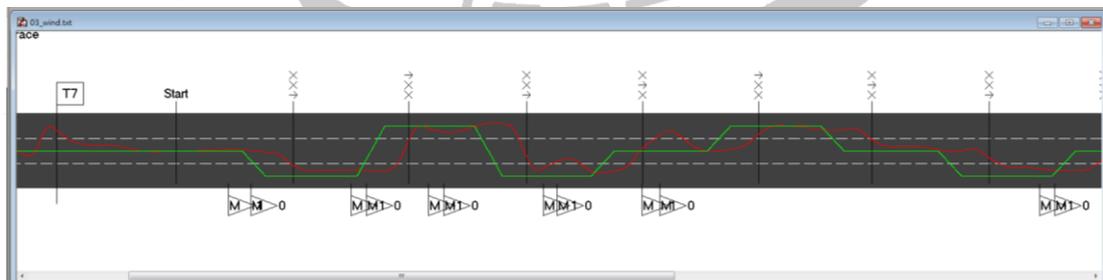


圖 3-18 受測者駕駛路線記錄

3-3-5 實驗內容

1. 請受測者將座位與螢幕調整至舒適的位置。
2. 填寫受測者基本資料。
3. 向受測者介紹實驗操作方法與注意事項。
4. 任務開始之前讓受測者練習操作與熟悉介面，再進行施測。操作「單圈駕駛操作」，受測者只需要專心完成畫面上的駕駛任務，而不用操作其它實驗任務。
5. 介面任務操作在施測的過程中，需要反覆操作 10 次，以求得單一任務操作的平均數據，實驗任務操作順序，如表 3-11。
6. 填寫介面使用性量表(SUS)與使用者介面滿意度調查問卷(QUIS)。
7. 實驗完成。

在任務操作進行中，施測者會從一旁用口述方式告知操作內容，例如：「提高溫度三度」、「風量調高兩級」、「切換到空調介面」、「切到下兩首」及「出風口方向調整至腳的方向」等敘述方法告知，而操作範圍皆控制在 ± 3 之內。

表 3-11 實驗任務操作順序

介面一	
任務 1	單圈駕駛操作
任務 2	調整空調溫度
任務 3	調整空調風量
任務 4	切換至音響與空調頁面
任務 5	切換前後曲目
任務 6	調整出風口方向
介面二	
任務 1	調整空調溫度
任務 2	調整空調風量
任務 3	切換至音響與空調頁面
任務 4	切換前後曲目
任務 5	調整出風口方向
任務 6	單圈駕駛操作

3-4 第一階段實驗結果

為了評估兩款介面的使用性，藉由使用性評估實驗取得十位使用者的操作績效，並依各個次要任務的實驗結果藉由統計分析是否具有顯著差異。兩介面的變數分析使用雙尾 T 檢定(Two-tailed t-test)，包含三組數據則使用單因子變異數分析(One-Way Analysis Of Variance, ANOVA)。本實驗分析中顯著水準，一律為 $\alpha = 0.05$ 。

3-4-1 「有效性」評估結果

有效性的評估數據包含「任務完成時間」。本階段使用 SPSS 進行成對樣本 t 檢定，求得兩介面的統計值與分析有效性是否具有顯著差異性。

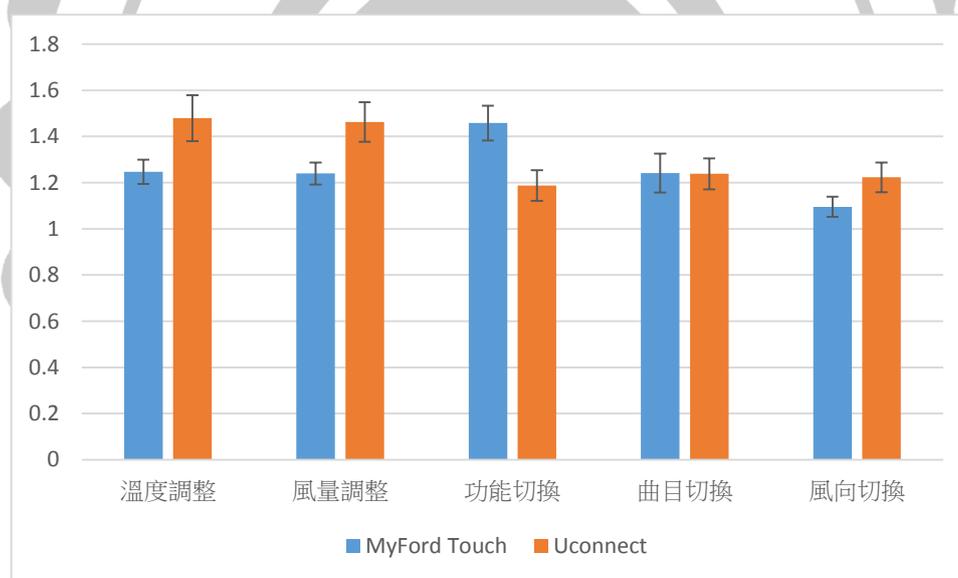


圖 3-19 任務完成時間長條圖(單位:秒)

表 3-12 任務完成時間統計表(單位:秒)

	介面	平均數	標準差	平均數的標準誤	顯著性
溫度調整	MFT	1.25	.165	.05	0.013
	UC	1.48	.31	.10	
風量調整	MFT	1.24	.15	.05	0.022
	UC	1.46	.27	.09	

功能切換	MFT	1.46	.24	.08	0.010
	UC	1.19	.21	.07	
曲目切換	MFT	1.24	.27	.08	0.963
	UC	1.24	.21	.07	
風向切換	MFT	1.10	.14	.04	0.79
	UC	1.22	.20	.064	

將實驗績效(任務完成時間)由 SPSS 軟體進行 t 檢定，依照五項任務比較兩介面數據，描述性統計結果如表 3-12(詳細數據請參閱附件 D)，兩介面實驗績效長條圖如圖 3-19。

「溫度調整」：「MyFord Touch」(M=1.25, Sd=0.16)；「Uconnect」(M=1.48, Sd=0.31)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.013<0.05，兩介面在任務完成時間的比較達到顯著差異性。在操作「溫度調整」任務時「MyFord Touch」的任務完成時間明顯少於「Uconnect」。

「風量調整」：「MyFord Touch」(M=1.24, Sd=0.15)；「Uconnect」(M=1.46, Sd=0.27)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.022<0.05，兩介面在任務完成時間的比較達到顯著差異性。在操作「風量調整」任務時「MyFord Touch」的任務完成時間明顯少於「Uconnect」。

「功能切換」：「MyFord Touch」(M=1.46, Sd=0.24)；「Uconnect」(M=1.19, Sd=0.21)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.010<0.05，兩介面在任務完成時間的比較達到顯著差異性。在操作「功能切換」任務時「Uconnect」的任務完成時間明顯少於「MyFord Touch」。

「曲目切換」：「MyFord Touch」(M=1.24, Sd=0.27)；「Uconnect」(M=1.24, Sd=0.21)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.963>0.05，兩介面在任務完成時間的比較未達到顯著差異性。兩介面在操作「曲目切換」任務時任務完成時間並無明顯差異。

「風向切換」：「MyFord Touch」(M=1.10, Sd=0.14)；「Uconnect」(M=1.22, Sd=0.20)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.79>0.05，兩介面在任務完成時間的比較未達到顯著差異性。兩介面在操作「風向切換」任務時任務完成時間並無明顯差異。

在有效性評估下，「MyFord Touch」在「溫度調整」與「風量調整」兩項任務的操作表現較優。「Uconnect」則在「功能切換」任務的操作表現較優。

3-4-2 「錯誤率」評估結果

藉由 LCT 軟體所量測出的車道偏差值作為錯誤率的評估數據。本階段使用 SPSS 進行單因子變異數分析(ANOVA)，統計單純駕駛的數據(Baseline)與兩組介面之間的錯誤率是否具有顯著差異性。

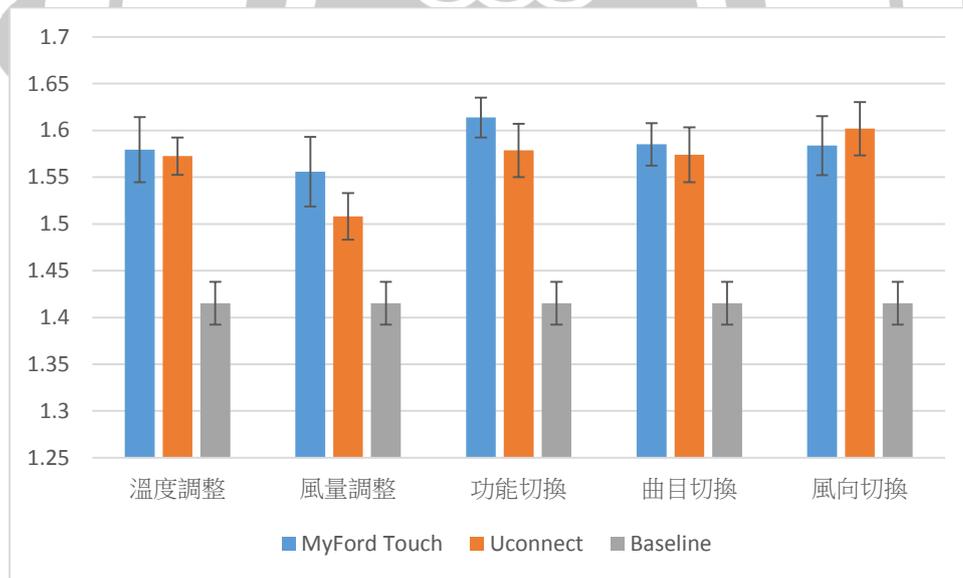


圖 3-20 車道偏差值長條圖(單位:公尺)

表 3-13 車道偏差值描述性統計(單位:公尺)

	介面	平均數	標準差	標準誤
單純駕駛		1.42	0.10	0.02
溫度調整	MFT	1.58	0.11	0.03
	UC	1.57	0.06	0.02
風量調整	MFT	1.56	0.11	0.04
	UC	1.51	0.08	0.02
功能切換	MFT	1.61	0.07	0.02
	UC	1.58	0.09	0.03
曲目切換	MFT	1.59	0.07	0.02
	UC	1.57	0.09	0.03
風向切換	MFT	1.58	0.10	0.03
	UC	1.60	0.09	0.03

將實驗績效(車道偏差值)由 SPSS 軟體進行單因子變異數分析，依照五項任務比較兩介面數據與單純駕駛(M=1.42, Sd=0.10)的差異性，描述性統計結果如表 3-13(詳細數據請參閱附件 D)，兩介面與單純駕駛的數據長條圖如圖 3-20。

「溫度調整」：「MyFord Touch」(M=1.58, Sd=0.11)；「Uconnect」(M=1.57, Sd=0.06)，經過單因子變異數分析所求得的組間顯著性 P 值=0.000<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 3-14)。進行 LSD 事後檢定(表 3-15)求得「單純駕駛」與「MyFord Touch」具有顯著差異性(P=0.000<0.05)，「單純駕駛」與「Uconnect」亦具有顯著差異性(P=0.000<0.05)。兩介面之間的车道偏差值則無明顯差異性(P=0.873>0.05)。

表 3-14 溫度調整-單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.317	2	.158	16.148	.000
組內	.363	37	.010		
總和	.679	39			

表 3-15 溫度調整-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_TEMP	-.16409*	.03742	.000	-.2399	-.0883
	UC_TEMP	-.15714*	.03742	.000	-.2330	-.0813
MFT_TEMP	baseline	.16409*	.03742	.000	.0883	.2399
	UC_TEMP	.00695	.04321	.873	-.0806	.0945
UC_TEMP	baseline	.15714*	.03742	.000	.0813	.2330
	MFT_TEMP	-.00695	.04321	.873	-.0945	.0806

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

「風量調整」：「MyFord Touch」(M=1.56, Sd=0.12)；「Uconnect」(M=1.51, Sd=0.08)，經過單因子變異數分析所求得的組間顯著性 P 值=0.002<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 3-16)。進行 LSD 事後檢定(表 3-17)求得「單純駕駛」與「MyFord Touch」具有顯著差異性(P=0.001<0.05)，「單純駕駛」與「Uconnect」亦具有顯著差異性(p=0.023<0.05)。兩介面之間的车道偏差值則無明顯差異性(P=0.301>0.05)。

表 3-16 風量調整-單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.148	2	.074	7.174	.002
組內	.381	37	.010		
總和	.528	39			

表 3-17 風量調整-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_WIND	-.14053*	.03928	.001	-.2201	-.0609
	UC_WIND	-.09292*	.03928	.023	-.1725	-.0133
MFT_WIND	baseline	.14053*	.03928	.001	.0609	.2201
	UC_WIND	.04761	.04536	.301	-.0443	.1395
UC_WIND	baseline	.09292*	.03928	.023	.0133	.1725
	MFT_WIND	-.04761	.04536	.301	-.1395	.0443

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

「功能切換」：「MyFord Touch」(M=1.61, Sd=0.07)；「Uconnect」(M=1.58, Sd=0.09)，經過單因子變異數分析所求得的組間顯著性 P 值=0.000<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 3-18)。進行 LSD 事後檢定(表 3-19)求得「單純駕駛」與「MyFord Touch」具有顯著差異性(P=0.000<0.05)，「單純駕駛」與「Uconnect」亦具有顯著差異性(p=0.000<0.05)。兩介面之間的车道偏差值則無明顯差異性(P=0.40>0.05)。

表 3-18 功能切換-單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.333	2	.167	19.632	.000
組內	.314	37	.008		
總和	.647	39			

表 3-19 功能切換-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_FUNCTION	-.19839*	.03568	.000	-.2707	-.1261
	UC_FUNCTION	-.16334*	.03568	.000	-.2356	-.0910
MFT_FUNC TION	baseline	.19839*	.03568	.000	.1261	.2707
	UC_FUNCTION	.03505	.04120	.400	-.0484	.1185
UC_FUNC TION	baseline	.16334*	.03568	.000	.0910	.2356
	MFT_FUNCTION	-.03505	.04120	.400	-.1185	.0484

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

「曲目切換」：「MyFord Touch」(M=1.59, Sd=0.07)；「Uconnect」(M=1.57, Sd=0.09)，經過單因子變異數分析所求得的 P 值=0.000<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 3-20)。進行 LSD 事後檢定(表 3-21)求得「單純駕駛」與「MyFord Touch」具有顯著差異性(P=0.000<0.05)，「單純駕駛」與「Uconnect」亦具有顯著差異性(p=0.000<0.05)。兩介面之間的车道偏差值則無明顯差異性(P=0.791>0.05)。

表 3-20 曲目切換-單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.270	2	.135	15.466	.000
組內	.324	37	.009		
總和	.594	39			

表 3-21 曲目切換-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_SONG	-.16985*	.03622	.000	-.2432	-.0965
	UC_SONG	-.15869*	.03622	.000	-.2321	-.0853
MFT_SONG	baseline	.16985*	.03622	.000	.0965	.2432
	UC_SONG	.01116	.04182	.791	-.0736	.0959
UC_SONG	baseline	.15869*	.03622	.000	.0853	.2321
	MFT_SONG	-.01116	.04182	.791	-.0959	.0736

「風向切換」：「MyFord Touch」(M=1.58, Sd=0.10)；「Uconnect」(M=1.60, Sd=0.10)，經過單因子變異數分析所求得的 P 值=0.000<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 3-22)。進行 LSD 事後檢定(表 3-23)求得「單純駕駛」與「MyFord Touch」具有顯著差異性(P=0.000<0.05)，「單純駕駛」與「Uconnect」亦具有顯著差異性(p=0.000<0.05)。兩介面之間的車道偏差值則無明顯差異性(P=0.684>0.05)。

表 3-22 風向切換-單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.317	2	.158	16.148	.000
組內	.363	37	.010		
總和	.679	39			

表 3-23 風向切換-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_DIRECTI ON	-.16836*	.03834	.000	-.2460	-.0907
	UC_DIRECTIO N	-.18653*	.03834	.000	-.2642	-.1088
MFT_DIRECTI ON	baseline	.16836*	.03834	.000	.0907	.2460
	UC_DIRECTIO N	-.01817	.04427	.684	-.1079	.0715
UC_DIRECTIO N	baseline	.18653*	.03834	.000	.1088	.2642
	MFT_DIRECTI ON	.01817	.04427	.684	-.0715	.1079

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

3-4-3 「滿意度」評估結果

在結束 LCT 實驗之後，請受測者依照自己在實驗中操作的感受填寫「介面使用性量表」與「使用者互動滿意度問卷」作為滿意度的評估數據。本階段使用 SPSS 進行 *t* 檢定，分析兩組介面的滿意度是否具有顯著差異性。

(一) 介面使用性量表(SUS)

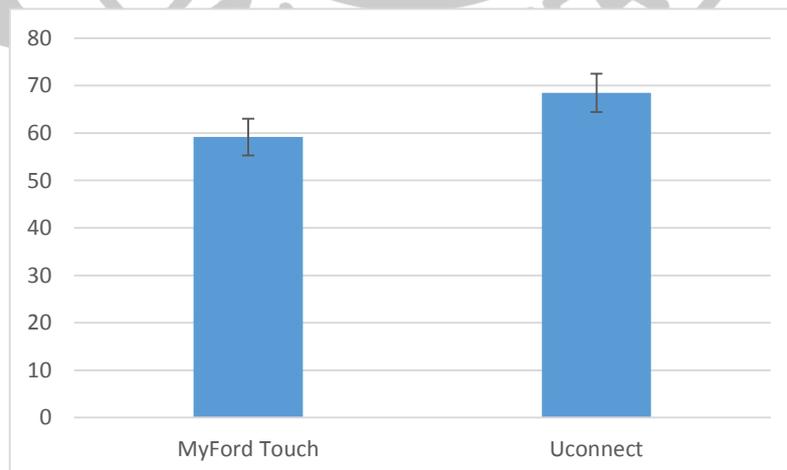


圖 3-21 介面使用性量表長條圖

表 3-24 SUS 統計表

	介面	平均數	標準差	平均數的標準誤	顯著性
介面使用 性量表	MFT	59.15	12.16	3.84	0.047
	UC	68.50	12.76	4.03	

由表 3-24 可看出，兩介面分數表現「Uconnect」(M=68.50, Sd=12.76)，「MyFord Touch」(M=59.15, Sd=12.16)，經過 *t* 檢定所求得的 P 值=0.047<0.05，達到顯著差異性。因此兩介面之 SUS 滿意度「Uconnect」明顯優於「MyFord Touch」。比較長條圖，如圖 3-21(詳細數據請參閱附件 F)。

(二) 使用者互動滿意度(QUIS)

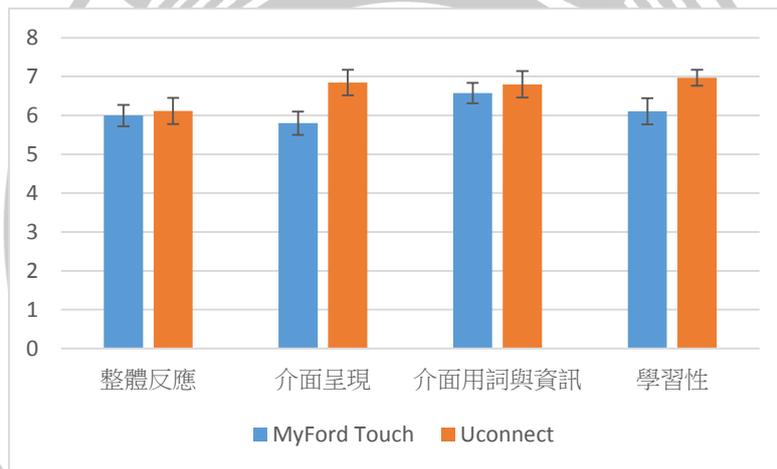


圖 3-22 使用者互動滿意度長條圖

表 3-25 使用者互動滿意度統計表

	介面	平均數	標準差	平均數的標準誤	顯著性
整體反應	MFT	6.00	0.88	0.28	0.737
	UC	6.12	1.07	0.34	
介面呈現	MFT	5.80	0.96	0.30	0.003
	UC	6.85	1.04	0.33	
介面用詞與資訊	MFT	6.58	0.83	0.26	0.434
	UC	6.80	1.08	0.34	
學習性	MFT	6.11	1.06	0.34	0.020
	UC	6.97	0.65	0.21	

本研究之 QUIS 問卷包含四部分；(1)整體反應、(2)介面呈現、(3)介面用詞與資訊與(4)學習性。由 SPSS 軟體進行 t 檢定結果，如表 3-25(詳細數據請參閱附件 F)，比較長條圖，如圖 3-22。

「整體反應」：「MyFord Touch」(M=6.00, Sd=0.87)；「Uconnect」(M=6.12, Sd=1.07)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.737>0.05。兩介面在「整體反應」的滿意度未達到顯著差異性。

「介面呈現」：「MyFord Touch」(M=5.80, Sd=0.96)；「Uconnect」(M=6.85, Sd=1.04)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.003<0.05。兩介面在「介面呈現」的滿意度達到顯著差異性。「Uconnect」明顯優於「MyFord Touch」。

「介面用詞與資訊」：「MyFord Touch」(M=6.58, Sd=0.83)；「Uconnect」(M=6.80, Sd=1.08)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.434>0.05。兩介面在「介面用詞與資訊」的滿意度未達到顯著差異性。

「學習性」：「MyFord Touch」(M=6.11, Sd=1.06)；「Uconnect」(M=6.97, Sd=0.21)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.02<0.05。兩介面在「學習性」的滿意度達到顯著差異性。「Uconnect」明顯優於「MyFord Touch」。

兩介面之 QUIS 問卷滿意度，「Uconnect」在「介面呈現」與「學習性」的滿意度明顯優於「MyFord Touch」。「整體反應」與「介面用詞與資訊」滿意度，兩介面則無顯著差異性存在。

3-4-4 前測結果歸納

由本章的樣本分析到使用性評估實驗，所求得的數據有以下：(1)美感評價、(2)有效性、(3)錯誤率及(4)滿意度，藉由實驗數據的分析與比較，由研究者整理出以下初步結果與建議。

(一) 美感評價與客觀有效性關聯

Kurosu & Kashimura(1995)研究指出，使用者的主觀滿意度及使用性都與使用者的美感評價有高度相關。本研究在美感評價的比較中，空調介面的「平衡性」分數「Uconnect」(0.86)高於「MyFord Touch」(0.77)；「統一性」分數「MyFord Touch」(0.23)高於「Uconnect」(0.18)。

然而在有效性的客觀操作評價中，「MyFord Touch」於空調介面中的「溫度調整」與「風量調整」操作評價優於「Uconnect」。顯示使用者在駕駛過程中操作車用資訊娛樂系統時，高美感評價不等同於高有效性，因此介面美感對於客觀操作影響有限。

(二) 美感評價與主觀滿意度相關性

SUS 量表結果顯示受測者普遍覺得「Uconnect」使用起來的滿意度優於「MyFord Touch」，QUIS 問卷結果顯示「Uconnect」在「介面呈現」與「學習性」這兩個項目的滿意度明顯優於「MyFord Touch」。本研究美感評價中，兩款介面在不同功能介面分數各有高低，而滿意度問卷又是針對整個系統介面做評比，因此難以看出兩者的相關性，仍需藉由後續實驗針對單一介面設計進行驗證。

(三) 客觀有效性對主觀滿意度相關性

即便在有效性實驗中「MyFord Touch」的任務完成時間較少，但是在滿意度調查中「Uconnect」仍然獲得較高的分數，可能與受測者本身感受較不明顯有關係，因為任務完成時間雖然具有顯著差異，但其實際差距不到一秒。但在道路駕駛時，一秒的分心也會造成事故的發生，仍需後續實驗探討其相關性。

(四) 車道偏差值數據分析

經由錯誤率的實驗數據分析，證實當受測者一邊駕駛一邊操作次要任務時，車道偏差值確實與「單純駕駛」的表現具有非常顯著的差異性。但是操作本研究兩款不同的介面樣本時，兩者的車道偏差值則沒有顯著差異性，這表示此兩款介

面所造成駕駛的分心程度接近相同。

(五) 選單按鈕與有效性之相關性

本研究實驗結果顯示，受測者操作「功能切換」任務的績效，「Uconnect」的任務完成時間明顯少於「MyFord Touch」。

「Uconnect」的選單設計常駐於介面下方，能迅速在下方找到其他功能選項。

「MyFord Touch」的選單設計分兩種，一是回到主頁面再切換，或者於功能介面中於另外三個角落找到選項按鈕(圖 3-23)。在本研究實驗中，受測者在操作切換「MyFord Touch」功能時，都直接觸控角落按鈕切換功能，而非回到主頁面再做切換。

「Uconnect」選單按鈕設計採圖標搭配文字，按鈕大小為 $91*96\text{ px}$ 。「MyFord Touch」選單按鈕僅搭配文字與顏色做區隔，配置分散於角落，按鈕大小為 $315*48\text{ px}$ 。

Martin (1988)研究亦指出在觸控螢幕的按鈕設計，方型按鈕是最佳的型式。因此造成「MyFord Touch」選單按鈕有效性較差的原因有以下：(1)位置分散造成視覺搜尋的時間較久、(2)高度狹小而造成點選效率較差及(3)僅搭配文字作為提示，績效較搭配圖標差。



(a)MyFord Touch

(b)Uconnect

圖 3-23 選單按鈕設計比較

(六) 相對性按鈕與有效性之相關性

本研究受測者操作「溫度調整」與「風量調整」的績效，「MyFord Touch」的任務完成時間明顯少於「Uconnect」。

「MyFord Touch」進行「溫度調整」的元件為橫向的按鈕組合(168*50 px)，按鈕大小 43*50 px，右邊配置紅色「+」圖標，左邊配置「-」圖標，中間顯示目前溫度作為回饋資訊。

「Uconnect」作為溫度調整的元件為縱向的按鈕與滑桿組合(83*206 px)，按鈕大小 83*44 px，上面搭配紅色向上圖標，下面搭配藍色向下圖標，滑桿大小 83*40 px，滑桿上標示溫度作為回饋資訊。

兩者按鈕大小皆大於 44*44 px 的規範，成使用性較差的原因有可能是按鈕距離的遠近所影響，或者縱向及橫向排列也會有影響，將在後續實驗驗證。

「MyFord Touch」進行「風量調整」的元件為橫向的進度欄與按鈕組合(170*118 px)，上方進度欄作為風量等級回饋，下方配置左右兩個按鈕上面有白色「+」「-」圖標，按鈕大小 85*60 px。

「Uconnect」進行「風量調整」的元件亦為進度欄與按鈕組合(445*50 px)，左右兩邊配置按鈕搭配風扇圖標，按鈕大小 87*50 px，中間進度欄作為風量等級回饋。

兩者皆為橫向的元件組合，視覺感受的按鈕大小「Uconnect」較大，根據費茲定律，按鈕越大反應時間越短，但是本研究實驗顯示「MyFord Touch」表現較佳，因此與「溫度調整」得到同樣的假設：相對性按鈕距離的遠近所造成的影響。



(a) MyFord Touch

(b)Uconnect

圖 3-24 相對性按鈕設計比較

(七) 任務過於簡單

由於本實驗所實驗的操作任務屬於操作頻率較高、複雜程度也較低的次要任務。加上在實驗過程，施測者會直接告知受測者溫度應該提高幾度，而造成受測者在操作過程會有明確的操作次數提示，使任務過於簡單。因此在後續實驗中溫度調整任務應該改成告知「度數」，如「請切到 28 度」。切換功能任務在此階段只在兩功能中做切換也過於簡單，因此後續實驗建議改成全部功能切換都納入考量。曲目切換則應改成告知歌名，提高任務操作難度。

第四章 驗證實驗與結果分析

本階段驗證實驗根據第三章現況分析實驗結果，僅針對空調控制介面重新設計評估，使用 Adobe Photoshop CS6 設計兩款介面（A, B 兩款）作為比較樣本，並再次進行使用性評估實驗，統計與分析兩款介面的實驗結果。希望可以藉由介面設計手法達到使用性與滿意度的明顯差異性，以驗證本研究的論述。

4-1 驗證樣本設計

驗證實驗預期介面 A 具有高美感評價、高使用性與高滿意度；B 介面則為低美感評價、低使用性與低滿意度。依據第一階段實驗結果作為控制變因進行設計，設計流程分有介面設定、選單設計、相對性按鈕設計等三階段，最後進行介面配置分析求得兩介面之美感評價分數。

4-1-1 介面設定

此階段為了避免過多的變因影響實驗結果，兩款介面皆採用 1024*768 px 的尺寸進行設計。在介面色彩的選擇上，盡量使用「黑」、「灰」、「白」等中性色，不使用過多顏色，避免受測者本身對於顏色的主觀喜好影響滿意度。

使用深灰色(333335)搭配放射漸層作為介面背景，以藍色(#296d98)作為選取按鈕的回饋提示，另外使用藍色(#10b5d7)與紅色(d7080a)作為溫度調整的提示，以顏色及「+」「-」符號作為隱喻。

中文字型採用「微軟正黑體」，英文字型採用專門為螢幕顯示所設計的「Neue Helvetica」字型，大部分按鈕字體大小為 28pt，少數搭配圖標文字使用 12pt。為了與深色背景做區別，字體在一般狀態皆為白色(ffffff)，特定按鈕上如處於被選取的狀態則為藍色(#296d98)，呼應 Sanders & McCormick(1993)所提的能見性、辨識性與易讀性等文字設計規範。

4-1-2 選單設計

根據第一階段實驗結果，選單按鍵在有效性上有顯著差異性，為了避免按鈕之大小與圖標文字等因素對結果造成影響，在設計階段中，兩介面的按鈕大小皆設定為 256*160 px，且使用相同的圖標與文字搭配。

選單按鈕利用內陰影與上方高光部分，營造光線由上方往下照的外凸立體感，當按鈕處於被選取的狀態時以藍色(#296d98)填滿並改成上方內陰影營造內嵌效果作為回饋(圖 4-1)。

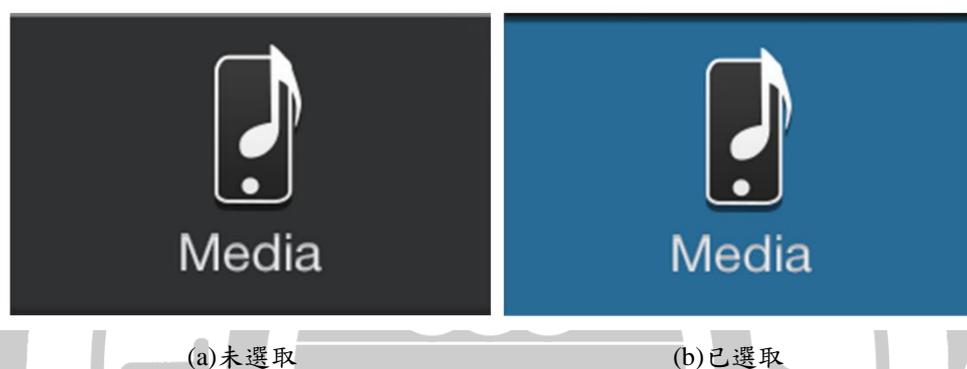


圖 4-1 選單按鈕設計

驗證實驗將選單簡化成四項：音樂、空調、導航及電話。根據第一階段實驗結果，將介面 A 選單製於介面下方(高有效性)，介面 B 則置於介面四個角落(低有效性)。而後進行實驗驗證選單按鈕配置對於使用性的影響(圖 4-2)。

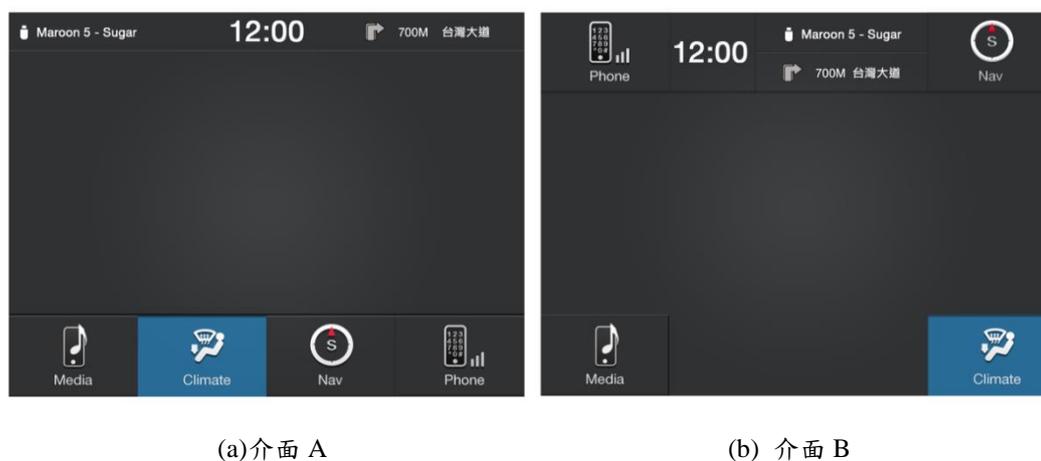


圖 4-2 選單按鈕配置

4-1-3 相對性按鈕設計

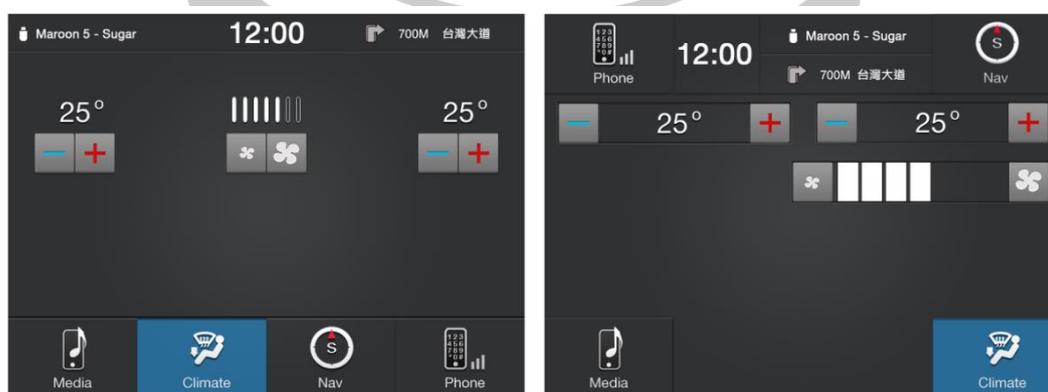
「溫度調整」與「風量調整」兩項次要任務在第一階段的有效性中有顯著差異性，在驗證實驗中兩介面的按鈕皆為 $80 \times 80 \text{ px}$ ，並使用相同的圖標。

相對性按鈕在設計上使用下方內陰影為按鈕增添厚度，搭配顏色漸層營造光線由上方往下照的外凸立體感，並於下方加上外陰影讓按鈕立體感更明顯。溫度調整按鈕右邊按鈕搭配紅色(d7080a)「+」圖標，左邊按鈕搭配藍色(#10b5d7)「-」圖標，風量調整按鈕亦以右大左小的一致性搭配淺灰色(e7e6e7)風扇圖標，並為圖標使用上方內陰影，營造內嵌效果(圖 4-3)。



圖 4-3 相對性按鈕設計

驗證實驗欲針對相對性按鈕之間的距離進行驗證，設定兩介面按鈕皆為橫向排列，置於介面上方。介面 A 的按鈕組合較為緊密(高有效性)，介面 B 的按鈕組合則距離 300 px 與 350 px (低有效性)。溫度的數字大小皆為 56 pt ，介面 A 的溫度與風量回饋置於按鈕上方，藉此避免在操作觸控介面的同時因為手指及手掌阻礙視線。介面 B 的溫度與風量回饋則置於按鈕之間(圖 4-4)，



(a) 介面 A

(b) 介面 B

圖 4-4 溫度調整與風量大小配置

4-1-4 美感評價

完成「選單設計」與「相對性按鈕設計」兩部分控制變因之後，最後將其他功能完成設計，考量對於美感評價分數的影響。介面 A 盡量維持上下及左右重量平衡的設計，元件的配置亦盡量集中；介面 B 則藉由設計造成重量不平衡的效果，元件配置分散，以設計手法達到預期的美感評價分數差異性。

介面 A 將其他設定按鈕放置於介面上方，藉此平衡上下的重量；介面 B 將其他設定按鈕放置於介面下方，讓介面看起來較為整齊，但造成上下重量過於平衡，仍需要後續其他配置達到重量失衡的結果(圖 4-5)。



圖 4-5 其他設定配置

風向調整按鈕放置於介面 A 的中心線上，平衡介面左右兩邊的重量，上緣貼近中線減少重量的影響。介面 B 放置於介面右側，讓重量集中(圖 4-6)。



圖 4-6 風向調整設定配置

椅座通風加熱的圖標搭配提示圖案標示等級，與溫度調整採用相同配色，以紅色(d7080a)與藍色(#10b5d7)作為提醒，而按鈕本身沒有特別設計外框，僅以圖標代替按鈕，因此亦沒有立體外凸或內嵌的效果。介面 A 配置於左右兩側達到左右重量平衡，與溫度調整按鈕達成一致性的配置。介面 B 集中放置於介面左側，重量較右側輕(圖 4-7)。



(a) 介面 A

(b) 介面 B

圖 4-7 完整介面配置

完成兩個介面的設計之後，參考 [Altaboli \(2011\)](#) 的作法，進行介面上的配置分區，將相鄰的按鍵或文字分為一區。再使用 [Ngo et al. \(2002\)](#) 所提出的數學模型分析，分析其平衡性、統一性與連續性。



(a) 介面 A

(b) 介面 B

圖 4-8 介面配置分區示意圖

表 4-1 介面配置屬性表(單位：像素(px))

	配置分區	X	Y	寬度	高度
介面 A	1	0	692	1024	146
	2	52	450	160	156
	3	432	450	160	156
	4	812	450	160	156
	5	85	186	94	240
	6	232	242	560	140
	7	845	186	94	240
	8	0	0	1024	166
介面 B	1	0	608	1024	160
	2	26	510	464	82
	3	534	510	464	82
	4	36	216	96	244
	5	183	216	96	244
	6	490	390	512	84
	7	420	216	582	148
	8	0	0	1024	160

表 4-2 配置美感一覽表(計算內容參閱附錄 G)

	介面 A	介面 B
平衡性	0.98	0.92
統一性	0.50	0.30
連續性	1.00	1.00

驗證實驗介面樣本美感評價結果如表 4-2，研究者藉由介面設計的手法，將介面 A 美感評價分數大於介面 B 的預期結果。介面 A 平衡性(0.98)大於介面 B(0.92)，介面 A 統一性(0.50)亦大於介面 B(0.30)，連續性則皆為 1.0 沒有差異。

4-2 使用性評估實驗

使用 Marvel 軟體(<https://marvelapp.com/resources/>)，將前面所設計之介面，建構出可以運作的汽車資訊娛樂介面進行模擬實驗操作。使用「績效率測法」評估使用者在模擬的環境中操作表現，獲得有效性及錯誤率的客觀數據。

4-2-1 實驗任務

本階段每位受測者皆要操作兩款模擬介面進行使用性評估，為避免受測者因為操作的前後順序影響實驗結果，一半受測者先操作 A 介面，另一半則先操作 B 介面。任務僅針對「溫度調整」、「風量調整」與「功能切換」等三項任務進行使用性評估實驗作為驗證。

表 4-3 驗證實驗任務分類表

	任務內容	任務目的
任務 1	調整空調溫度	求得「溫度調整」功能在不同的配置與元件對於使用性的影響
任務 2	調整空調風量	求得「空調風量」功能在不同的配置與元件對於使用性的影響
任務 3	切換功能	透過功能的切換，了解不同的功能選單配置對於使用性的影響

4-2-2 實驗對象

本次實驗樣本數 10 人，男女各半，挑選標準為駕駛經驗至少一年以上，受測者皆為 20~30 歲的青年使用族群，有 40% 至少每周開車一次(圖 4-9)，其中有 6 位有觸控式汽車資訊娛樂系統的使用經驗，有 40% 完全沒有使用經驗(圖 4-10)，沒有經驗的受測者較第一階段多。

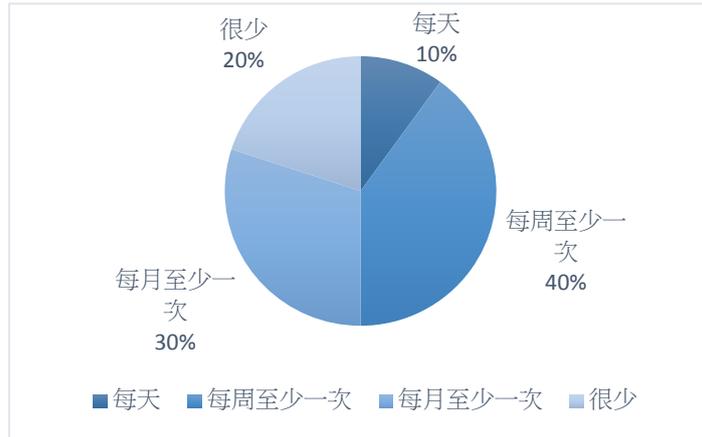


圖 4-9 受測者駕駛頻率統計

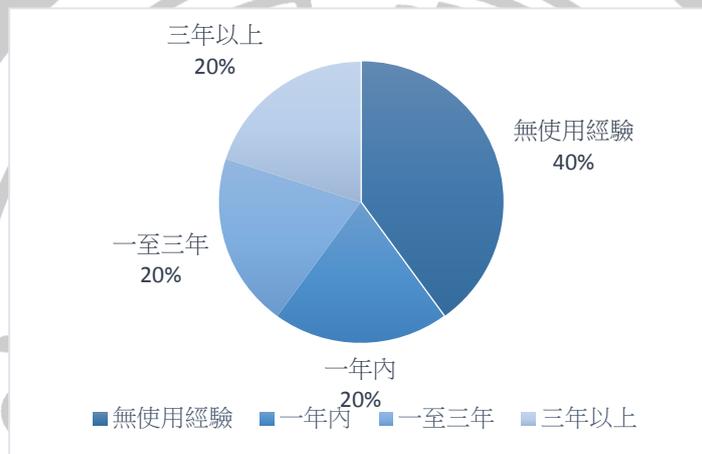


圖 4-10 受測者使用 IVIS 經驗統計

4-2-3 實驗設備

本階段實驗設備同第一階段實驗所使用的設備，與第一階段不同之處在於攝影機擺放位置從前方改到後方拍攝，藉此可以拍攝使用者操作介面的完整過程：

1. Logitech G27 力回饋賽車方向盤：模擬道路駕駛狀況。
2. Apple iPad mini：呈現車用資訊娛樂系統觸控介面。
3. 22 吋 LED 螢幕：顯示道路駕駛畫面。
4. Lane Change Test version 軟體：測量駕駛路線的變化與任務時間
5. 攝影機一台：從後方紀錄使用者操作過程。

4-2-4 實驗內容

1. 請受測者將座位與螢幕調整至舒適的位置。
2. 填寫受測者基本資料。
3. 向受測者介紹實驗操作方法與注意事項。
4. 任務開始之前讓受測者練習操作與熟悉介面，再進行施測。操作「單圈駕駛操作」，受測者只需要專心完成畫面上的駕駛任務，而不用操作其它實驗任務。
5. 介面任務操作在施測的過程中，需要反覆操作 10 次，以求得單一任務操作的平均數據，實驗任務操作順序，如表 4-3。
6. 填寫介面使用性量表(SUS)與使用者介面滿意度調查問卷(QUIS)。
7. 實驗完成。

在本階段實驗，施測者依然會從旁以口述方式告知操作內容，但是在溫度調整任務，會改成明確接到指定度數，而非如第一階段實驗告知要提高幾度。在操作功能切換任務時，四個選單按鈕皆會操作到，而不僅限於兩功能間切換，藉此提高任務難度，提高實驗結果的顯著差異性。

表 4-4 驗證實驗任務操作順序

介面一	
任務順序	任務內容
任務 1	單圈駕駛操作
任務 2	調整空調溫度
任務 3	調整空調風量
任務 4	功能切換

介面二	
任務順序	任務內容
任務 1	調整空調溫度
任務 2	調整空調風量
任務 3	功能切換
任務 4	單圈駕駛操作

4-3 第二階段實驗結果

本階段驗證實驗結果，與第一階段一樣使用雙尾 T 檢定(Two-tailed t-test)作為統計分析方法，三組數據的實驗結果則使用單因子變異數分析(One-Way Analysis Of Variance, ANOVA)。本實驗分析中顯著水準一律為 $\alpha=0.05$ 。

4-2-1 「有效性」評估結果

有效性的評估數據包含「任務完成時間」。使用 SPSS 進行成對樣本 t 檢定，求得兩介面的統計值與分析有效性是否具有顯著差異性。

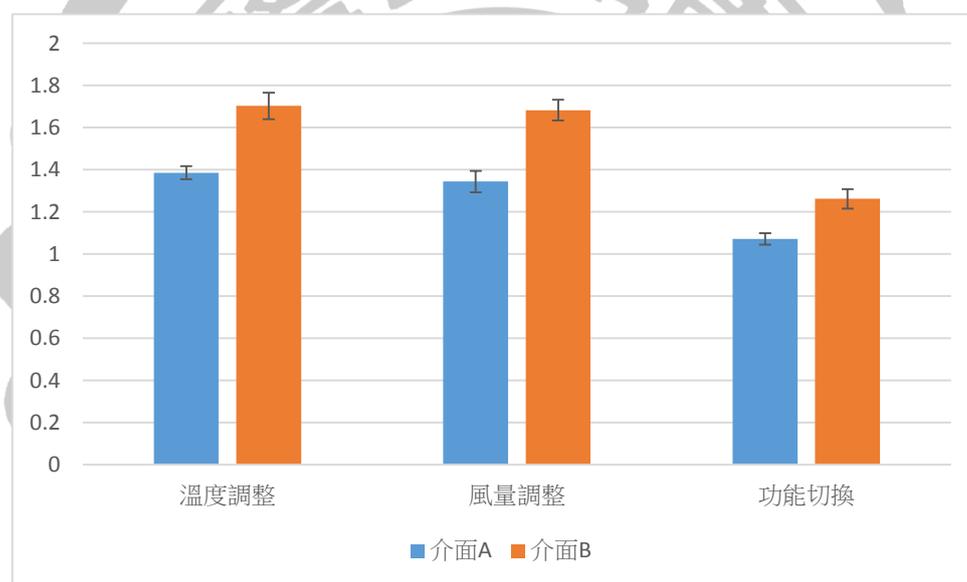


圖 4-11 任務完成時間長條圖(單位:秒)

表 4-5 任務完成時間統計表(單位:秒)

	介面	平均數	標準差	平均數的標準誤	顯著性
溫度調整	介面 A	1.38640	.099593	.031494	0.001
	介面 B	1.70260	.197646	.062501	
風量調整	介面 A	1.34430	.160226	.050668	0.002
	介面 B	1.68330	.155932	.049310	
功能切換	介面 A	1.07240	.084700	.026784	0.016
	介面 B	1.26170	.146109	.046204	

有效性數據由 SPSS 軟體進行 t 檢定，統計結果如表 4-5(詳細數據請參閱附件 H)，兩介面的比較長條圖如圖 4-11。

「溫度調整」：「介面 A」(M=1.39, Sd=0.10)；「介面 B」(M=1.70, Sd=0.20)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.001<0.05，兩介面在任務完成時間的比較達到顯著差異性。在操作「溫度調整」任務時「介面 A」的任務完成時間明顯少於「介面 B」。

「風量調整」：「介面 A」(M=1.34, Sd=0.16)；「介面 B」(M=1.68, Sd=0.16)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.002<0.05，兩介面在任務完成時間的比較達到顯著差異性。在操作「風量調整」任務時「介面 A」的任務完成時間明顯少於「介面 B」。

「功能切換」：「介面 A」(M=1.07, Sd=0.08)；「介面 B」(M=1.26, Sd=0.15)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.016<0.05，兩介面在任務完成時間的比較達到顯著差異性。在操作「功能切換」任務時「介面 A」的任務完成時間明顯少於「介面 B」。

4-2-2 「錯誤率」評估結果

藉由 LCT 軟體所量測出的車道偏差值作為錯誤率的評估數據。使用 SPSS 進行單因子變異數分析(ANOVA)，統計單純駕駛的數據(Baseline)與兩組介面之間的錯誤率是否具有顯著差異性。

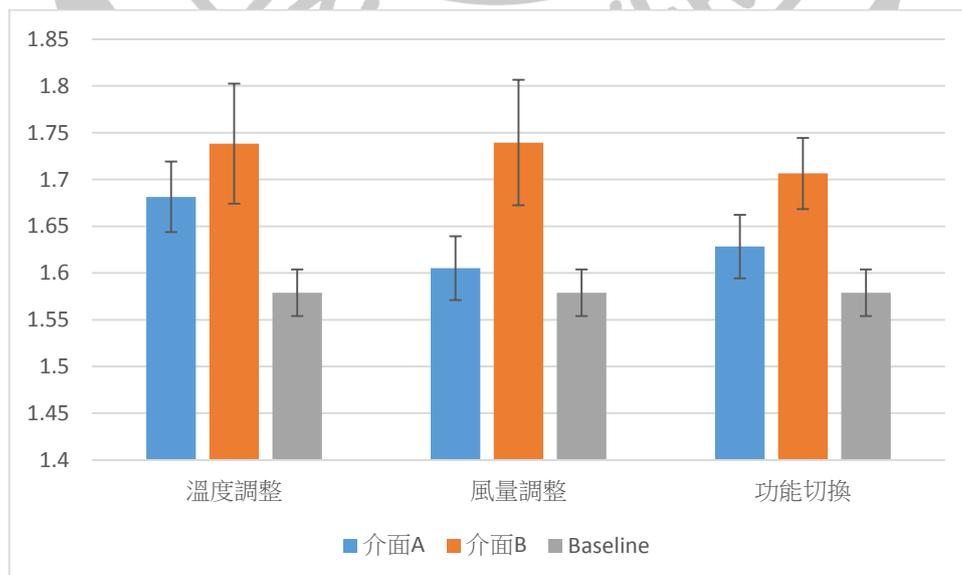


圖 4-12 車道偏差值長條圖(單位:公尺)

表 4-6 車道偏差值描述性統計(單位:公尺)

	介面	平均數	標準差	標準誤
單純駕駛		1.5788	.10838	.02486
溫度調整	介面 A	1.6854	.11808	.03734
	介面 B	1.7383	.20332	.06430
風量調整	介面 A	1.6051	.10796	.03414
	介面 B	1.7394	.21186	.06700
功能切換	介面 A	1.6282	.10776	.03408
	介面 B	1.7064	.12004	.03796

錯誤率數據由 SPSS 軟體進行單因子變異數分析，依照三項任務比較兩介面數據與單純駕駛(M=1.579, Sd=0.11)的差異性，描述性統計結果如表 4-5(詳細數據請參閱附件 I)。

「溫度調整」:「介面 A」(M=1.69, Sd=0.12);「介面 B」(M=1.74, Sd=0.20)，經過單因子變異數分析所求得的組間顯著性 P 值=0.015<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 4-6)。進行 LSD 事後檢定(表 4-7)求得「單純駕駛」與「介面 A」不具有顯著差異性(P=0.06>0.05)，「單純駕駛」與「介面 B」具有顯著差異性(P=0.006<0.05)。「介面 A」與「介面 B」之間則不具有顯著差異性(P=0.404>0.05)。

表 4-7 溫度調整-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.187	2	.093	4.737	.015
組內	.709	36	.020		
總和	.896	38			

表 4-8 溫度調整-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	介面 A	-.10659	.05483	.060	-.2178	.0046
	介面 B	-.15957*	.05483	.006	-.2708	-.0484
介面 A	baseline	.10659	.05483	.060	-.0046	.2178
	介面 B	-.05298	.06276	.404	-.1803	.0743
介面 B	baseline	.15957*	.05483	.006	.0484	.2708
	介面 A	.05298	.06276	.404	-.0743	.1803

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

「風量調整」：「介面 A」(M=1.61, Sd=0.11)；「介面 B」(M=1.74, Sd=0.21)，經過單因子變異數分析所求得的組間顯著性 P 值=0.020<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 4-8)。進行 LSD 事後檢定(表 4-9)求得「單純駕駛」與「介面 A」不具有顯著差異性(P=0.64>0.05)，「單純駕駛」與「介面 B」具有顯著差異性(P=0.006<0.05)。「介面 A」與「介面 B」之間亦具有顯著差異性(P=0.041<0.05)。

表 4-9 風量調整-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.175	2	.088	4.382	.020
組內	.720	36	.020		
總和	.896	38			

表 4-10 風量調整-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	介面 A	-.02630	.05526	.637	-.1384	.0858
	介面 B	-.16063*	.05526	.006	-.2727	-.0486
介面 A	baseline	.02630	.05526	.637	-.0858	.1384
	介面 B	-.13433*	.06326	.041	-.2626	-.0060
介面 B	baseline	.16063*	.05526	.006	.0486	.2727
	介面 A	.13433*	.06326	.041	.0060	.2626

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

「功能切換」：「介面 A」(M=1.63, Sd=0.11)；「介面 B」(M=1.71, Sd=0.12)，經過單因子變異數分析所求得的組間顯著性 P 值=0.021<0.05，表示三者存在顯著差異性(表 4-10)。進行 LSD 事後檢定(表 4-11)求得「單純駕駛」與「介面 A」不具有顯著差異性(P=0.263>0.05)，「單純駕駛」與「介面 B」具有顯著差異性(P=0.006<0.05)。「介面 A」與「介面 B」之間則不具有顯著差異性(P=0.125>0.05)。

表 4-11 功能切換-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.107	2	.053	4.319	.021
組內	.446	36	.012		
總和	.553	38			

表 4-12 功能切換-車道偏差值 LSD 事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	介面 A	-.04946	.04347	.263	-.1376	.0387
	介面 B	-.12762*	.04347	.006	-.2158	-.0395
介面 A	baseline	.04946	.04347	.263	-.0387	.1376
	介面 B	-.07816	.04976	.125	-.1791	.0228
介面 B	baseline	.12762*	.04347	.006	.0395	.2158
	介面 A	.07816	.04976	.125	-.0228	.1791

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

4-2-3 「滿意度」評估結果

(一) 介面使用性量表(SUS)

以「介面使用性量表」與「使用者互動滿意度問卷」作為滿意度的評估數據。

使用 SPSS 進行 t 檢定，分析兩組介面的滿意度是否具有顯著差異性。

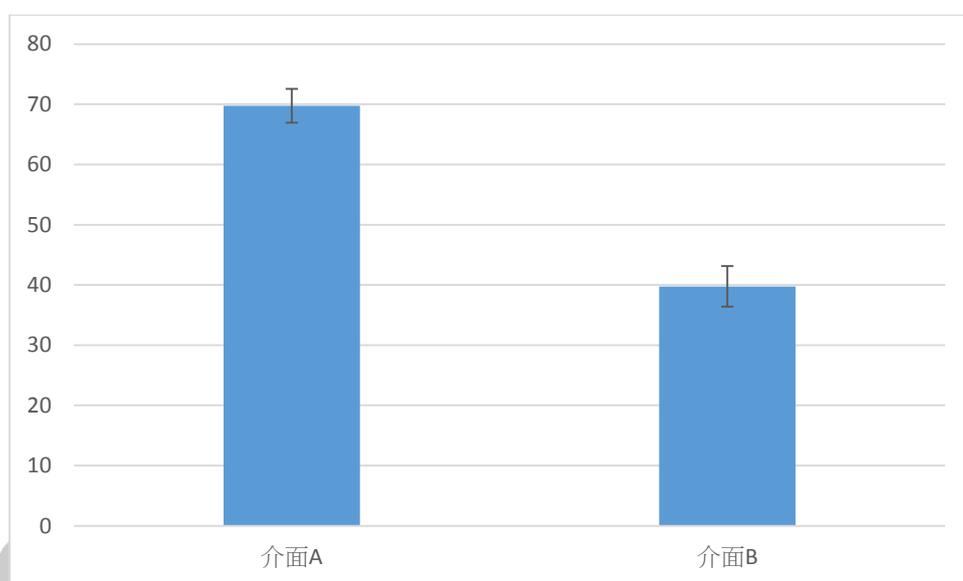


圖 4-13 介面使用性量表長條圖

表 4-13 SUS 統計表

	介面	平均數	標準差	平均數的標準誤	顯著性
介面使用 性量表	介面A	69.75	8.93262	2.82474	0.000
	介面B	39.75	10.63602	3.36341	

兩介面分數表現「介面 A」(M=69.75, Sd=8.93),「介面 B」(M=39.75, Sd=10.64), 經過 t 檢定所求得的 P 值=0.000<0.05, 達到顯著差異性。因此兩介面之 SUS 滿意度「介面 A」明顯優於「介面 B」。(詳細數據請參閱附件 J)

(二) 使用者互動滿意度(QUIS)

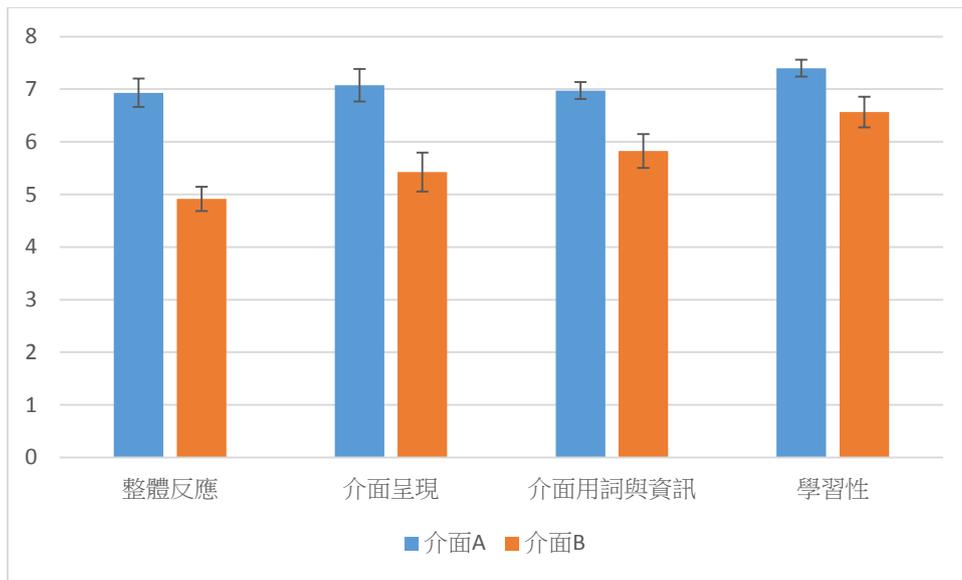


圖 4-14 使用者互動滿意度長條圖

表 4-14 使用者互動滿意度統計表

	介面	平均數	標準差	平均數的標準誤	顯著性
整體反應	介面 A	6.9300	.84816	.26821	0.000
	介面 B	4.9160	.74225	.23472	
介面呈現	介面 A	7.0750	.97218	.30743	0.001
	介面 B	5.4250	1.16100	.36714	
介面用詞與資訊	介面 A	6.9750	.51975	.16436	0.002
	介面 B	5.8250	1.01414	.32070	
學習性	介面 A	7.4000	.49815	.15753	0.003
	介面 B	6.5670	.91696	.28997	

(詳細數據請參閱附件 F)

「整體反應」：「介面 A」(M=6.93, Sd=0.85)；「介面 B」(M=4.92, Sd=0.74)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.000<0.05。兩介面在「整體反應」的滿意度達到顯著差異性。「介面 A」明顯優於「介面 B」。

「介面呈現」：「介面 A」(M=7.08, Sd=0.97)；「Uconnect」(M=5.43, Sd=1.16)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.001<0.05。兩介面在「介面呈現」的滿意度達到顯著差異性。「介面 A」明顯優於「介面 B」。

「介面用詞與資訊」：「介面 A」(M=6.98, Sd=0.52)；「介面 B」(M=5.83, Sd=1.01)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.002<0.05。兩介面在「介面用詞與資訊」的滿意度達到顯著差異性。「介面 A」明顯優於「介面 B」。

「學習性」：「介面 A」(M=7.40, Sd=0.50)；「介面 B」(M=6.57, Sd=0.92)，經過 t 檢定所求得的 P 值=0.003<0.05。兩介面在「學習性」的滿意度達到顯著差異性。「介面 A」明顯優於「介面 B」。

4-2-4 後測結果歸納

有效性評估受測者操作的任務完成時間，「介面 A」在「溫度調整」、「風量調整」及「功能切換」等三項任務的任務完成時間確實少於「介面 B」，且達到顯著差異性。顯示選單配置與按鈕配置的差異確實會對任務完成時間造成顯著影響。因此選單集中放置於介面下方與相對性按鈕配置靠近，藉由驗證實驗證實，可以有效減少駕駛操作任務的時間。

錯誤率評估受測者駕駛的車道偏差值，「介面 A」在「風量調整」任務的道路偏差小於「介面 B」，且達到顯著差異性。顯示使用「介面 A」的風量調整按鈕配置，相對於「介面 B」不僅可以減少任務完成時間，更可以減少駕駛分心的程度，減少車道偏差。在「溫度調整」及「功能切換」兩項任務中，兩介面的車道偏差值並沒有達到明顯的差異性。

主觀滿意度藉由 SUS 量表分數顯示，受測者普遍感受「介面 A」優於「介面 B」，且達到顯著差異性。QUIS 滿意度分數亦顯示，「介面 A」在「整體反應」、「介面呈現」、「介面用詞與資訊」與「學習性」的滿意度皆明顯優於「介面 B」。且達到顯著差異性。

第五章 結論與建議

透過本研究兩階段使用性評估實驗之結果提出研究結論，並提出建議。期許本研究之成果可以針對車用資訊娛樂介面提出設計建議，減少開發的時間，提升觸控介面的使用性與安全性，減少分心的狀況進而降低事故的發生機率，確保道路駕駛安全。

5-1 研究結論

本研究透過第一階段蒐集兩款功能完整的 OEM 車用資訊娛樂系統(MyFord Touch, Uconnect)，求出可能影響車用資訊娛樂介面使用性的因素，並運用於第二階段的介面設計，確實在驗證實驗達到預期目標。介面 A 具有高美感評價、高使用性與高滿意度；B 介面為低美感評價、低使用性與低滿意度。並得到以下結論。

5-1-1 選單按鈕設計與有效性之相關性

驗證實驗介面的選單按鈕尺寸相同，設計風格一致，兩介面唯一的變因只有配置位置的差異。介面 A 集中放置於介面下方，介面 B 則固定放置於介面四個角落。實驗結果顯示，受測者在介面 A 操作任務的完成時間少於介面 B，並且達到顯著差異性。

由實驗結果得知：「選單按鈕集中放置於介面下方，相較於放置於介面角落，確實可以有效減少駕駛操作任務的時間」。設計師在設計車用介面的過程中，為了簡化選單結構要將選單常駐於介面時，可以優先考慮集中按鈕的配置手法，避免利用角落配置。

5-1-2 相對性按鈕設計與有效性之相關性

在按鈕尺寸相同且設計風格一致的前提之下，介面 A 在溫度調整與風量調整等兩項任務的完成時間少於介面 B，且達到顯著差異性。顯示相對性按鈕配置的距離差異確實會對任務完成時間造成顯著影響。

由實驗結果得知：「相對性按鈕橫向集中配置，相較於橫向的分散配置，確實可以有效減少駕駛操作任務的時間」。未來設計室在設計相對性的按鈕配置時，應該盡量避免過於分散，以集中視線範圍，降低任務操作時間。

5-1-3 相對性按鈕設計與錯誤率之相關性

除了有效性的差異之外，介面 A 在風量調整任務的道路偏差亦小於介面 B，且達到顯著差異性。由實驗結果得知：「使用介面 A 的風量調整按鈕配置，相對於介面 B 不僅可以減少任務完成時間，更可以減少駕駛分心的程度，減少車道偏差」。

5-1-4 美感評價、客觀使用性與主觀滿意度之相關性

依據第一階段實驗結果作為控制變因進行設計的介面，確實在驗證實驗達到預期目標。介面 A 具有高美感評價、高使用性與高滿意度；B 介面為低美感評價、低使用性與低滿意度。

由驗證實驗得知，介面達到高美感評價與高客觀使用性，受測者的主觀感受亦會給介面高滿意度的評價，反之亦然。因此設計師在開發測試階段時，可以透過美感評價的手法與客觀使用性評估實驗，確保未來使用者在使用過程中，也會給予介面高主觀滿意度。

5-2 後續建議

在本研究過程中，發現仍有許多限制，尚未能完整考量並及時改進。故在此提出以下建議，希望作為未來相關研究之參考建議。

5-2-1 重新調查使用者使用習慣

本研究的任務分析參考李宜燁(2007)與Rydstrom et al. (2012)的研究而擬定。前者是針對傳統中控台的使用習慣調查，在車用資訊娛樂系統漸漸成為為主流的現在來看，使用者操作任務的習慣必定會有差異。後者的任務主要作為比較觸控介面與旋鈕介面的，並非以使用頻率較高的任務作為挑選標準，因此建議後續研究可以針對車用資訊娛樂系統的使用習慣重新調查。

5-2-2 針對高齡使用者的研究

因為高齡者比較不適應觸控介面，且由於身體機能上的改變，反應時間及動作時間都不及青壯年使用者迅速。雖然車用資訊娛樂系統搭配觸控介面可以提供更多有彈性的操作空間，但是並不一定適合高齡使用者，因此可以針對高齡者的使用需求進行車用觸控介面的研究。

5-2-3 加入視覺相關數據

任務完成時間並非在道路駕駛中唯一的量測項目，因為在道路駕駛中操作汽車資訊系統屬於次要任務，實驗需要考慮到其操作過程對於駕駛行為、視覺行為的影響程度(Rydstrom, 2012)，對於視覺需求最廣泛的量測項目為在車內駕駛時注視螢幕的「視覺偏移次數」(Number of glances)與「視覺偏移時間」(Duration of glance)(ISO 15007-1, 2002)，當駕駛者注視螢幕的次數越多、時間越長，也代表這個次要任務介面操作是越困難的(Victor et al., 2005)。

汽車工程師學會(Society of Automotive Engineers, SAE) 針對駕駛的視覺需求提出 15 秒規則(15-Second Rule)，意指駕駛在移動的交通工具上，必須在視覺偏移時間 15 秒內完成單一任務，單一任務的視覺偏移時間大於 15 秒的話是具有危險性且失敗的介面設計。此規則亦被美國汽車製造業聯盟(Alliances of Automobile Manufacturers, AAM)所採用，而日本汽車製造業聯盟(Japan Alliances of Manufacturers Automobile, JAMA)更指出在螢幕上操作的視覺偏移時間必須小於 7.5 秒(JAMA, 2004)。

本研究因為沒有量測視覺數據相關儀器，無法蒐集視覺動線的變化及計算視覺偏移時間等數據，後續研究如果經費充裕或有量測視覺數據的儀器，建議將視覺相關數據加入研究分析，作為客觀的實驗數據之一。

5-2-4 增加樣本並分類設計差異

本研究的實驗樣本為市售原廠車用資訊娛樂系統介面，在實驗中只選取兩款樣本進行實驗比較，實驗範圍比較侷限。建議日後相關研究可以先定義實驗任務類型，再廣泛收集市售介面，針對不同任務進行介面分類。如此便可以增加參考樣本數，並較為完整的比較不同介面設計。

參考文獻

1. Altaboli, A., & Lin, Y. (2011). Investigating effects of screen layout elements on interface and screen design aesthetics. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2011, 5.
2. Bailey, R. (1996). *Human Performance Engineering: Design High Quality Professional User Interfaces for Computer Products, Applications and Systems*: Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ.
3. Blanco, M., Biever, W. J., Gallagher, J. P., & Dingus, T. A. (2006). The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 895-906.
4. Breuer, J., Bengler, K., Heinrich, C., & Reichelt, W. (2003). Development of advanced driver attention metrics (ADAM). In *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future. Proceedings of the 50th-Anniversary Conference of the GfA and the XVII Annual ISOES Conference in Munich*, 37-40.
5. Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
6. Burnett, G. E., Lawson, G., Donkor, R., & Kuriyagawa, Y. (2013). Menu hierarchies for in-vehicle user-interfaces: Modelling the depth vs. breadth trade-off. *Displays*, 34(4), 241-249.
7. Burnett, G. E., & Porter, J. M. (2001). Ubiquitous computing within cars: designing controls for non-visual use. *Human-Computer Studies*, 55, 521-531.
8. Canny, J. (2006). The future of human-computer interaction. *Queue*, 4(6), 24-32.
9. Card, S. K., Newell, A., & Moran, T. P. (1983). *The psychology of human-computer interaction*. NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
10. Chang, D., Dooley, L., & Tuovinen, J. E. (2002). *Gestalt theory in visual screen design: a new look at an old subject.*, The Seventh world conference on computers in education conference on Computers in education: Australian topics-Volume 8.5-12.
11. Chin, J. P., Diehl, V. A., & Norman, K. L. (1988, May). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM. 213-218.
12. Cockburn, A., Gutwin, C., & Greenberg, S. (2007, April). A predictive

- model of menu performance. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. ACM. 627-636.
13. Derboven, J., De Roeck, D., & Verstraete, M. (2012). Semiotic analysis of multi-touch interface design: The MuTable case study. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(10), 714-728.
 14. Ferré, X., Juristo, N., Windl, H., & Constantine, L. (2001). Usability basics for software developers. *IEEE software*, 18(1), 22-29.
 15. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47(6), 381.
 16. Garrett, J. J. (2010). *Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. Pearson Education.
 17. Goldberg, J. H., & Helfman, J. I. (2010, March). Visual scanpath representation. In *Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications*. ACM, 203-210.
 18. Greene, J., & Haidt, J. (2002). How (and where) does moral judgment work? *Trends in cognitive sciences*, 6(12), 517-523.
 19. Hartson, R. (2003). Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 315-338.
 20. Holzinger, A. (2005). Usability engineering methods for software developers. *Communications of the ACM*, 48(1), 71-74.
 21. ISO 15007-1. (2002). Road vehicles- Measurement of driver visual behavior with respect to transport information and control system- Part 1: Definitions and parameters.
 22. ISO 16673. (2007). Road vehicles- Ergonomic aspects of transport information and control systems – Occlusion method to assess visual demand due to the use of in- Vehicle systems.
 23. ISO 16982. (2002). Ergonomic of human- System interaction- Methods supporting human- Centred Design.
 24. ISO 26022. (2010). Road vehicles- Ergonomic aspects of information and control systems- Simulated lane change test to assess in-vehicle secondary task demand.
 25. Iwase Hirokazu, & Kitaoka Masatoshi. (2003). Effects of target shape on the operational characteristics of a touch screen. *人間工学*, 39(6), 300-307.
 26. JAMA (Japanese Automobile Manufacturers Association). (2004). Guidelines for in-vehicle display systems (version 3).
 27. Jordan, P. W. (1998). *An introduction to usability*: CRC Press.
 28. Kantowitz, B. H., & Sorkin, R. D. (1983). *Human factors: Understanding*

- people-system relationships* (pp. 156-159). New York: Wiley.
29. Klauer, S. G., Dingus, T. A., Neale, V. L., Sudweeks, J. D., & Ramsey, D. J. (2006). The impact of driver inattention on near-crash/crash risk: an analysis using the 100-car naturalistic driving study data. Blacksburg, USA.
 30. Kurosu, M., & Kashimura, K. (1995, May). Apparent usability vs. inherent usability: experimental analysis on the determinants of the apparent usability. *In Conference companion on Human factors in computing systems*. ACM, 292-293.
 31. Landauer, T. K., & Nachbar, D. (1985). Selection from alphabetic and numeric menu trees using a touch screen: breadth, depth, and width. *ACM SIGCHI Bulletin*, 16(4), 73-78.
 32. Liu, Y. (2003). The aesthetic and the ethic dimensions of human factors and design. *Ergonomics*, 46(13-14), 1293-1305.
 33. Marcus, A. (2001). *Babyface design for mobile devices and the web*. Paper presented at the Proceedings.
 34. Mark, F. (2015, Jan). Automotive Infotainment & Telematics System Q1 2015- Market Overview. Retrieved March 27, 2015, from <http://www.strategyanalytics.com/>
 35. Martin, G. L. (1988). Configuring a numeric keypad for a touch screen. *Ergonomics*, 31(6), 945-953.
 36. Mattes, S. (2003). The lane-change-task as a tool for driver distraction evaluation. *Quality of Work and Products in Enterprises of the Future*, 57-60.
 37. May, A., Ross, T., & Osman, Z. (2005). The design of next generation in-vehicle navigation systems for the older driver. *Interacting with computers*, 17(6), 643-659.
 38. Mitsopoulos-Rubens, E., Trotter, M. J., & Lenné, M. G. (2011). Effects on driving performance of interacting with an in-vehicle music player: A comparison of three interface layout concepts for information presentation. *Applied Ergonomics*, 42(4), 583-591.
 39. Miyashita, H., Sato, D., Takagi, H., & Asakawa, C. (2007). *Making multimedia content accessible for screen reader users*. Paper presented at the Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A).
 40. Ngo, D. C. L., & Byrne, J. G. (2001). Application of an aesthetic evaluation model to data entry screens. *Computers in Human Behavior*, 17(2), 149-185.
 41. Ngo, D. C. L., Teo, L. S., & Byrne, J. G. (2002). Evaluating interface esthetics. *Knowledge and Information Systems*, 4(1), 46-79.

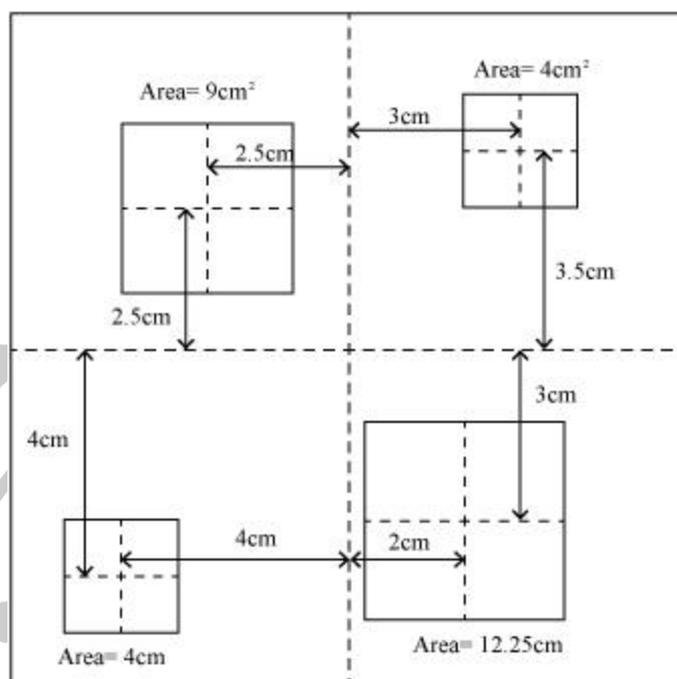
42. Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*: Elsevier.
43. Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*: Basic books.
44. Preis, R. (2001). *Analyses and design of efficient graph partitioning methods*. Universitat, Paderborn.
45. Prynne, K. (1995). *Tactile controls*. Automotive Interiors International, 30-36.
46. Rodrigues, D. C. M. (2009). *In-Vehicle Information Systems-related multiple task performance and driver behaviour: Comparison between different age groups*. Universidade Técnica de Lisboa.
47. Rydstrom, A., Brostrom, R., & Bengtsson, P. (2012). A comparison of two contemporary types of in-car multifunctional interfaces. *Applied Ergonomics*, 43.
48. Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1993). *Human factors in engineering and design*. New York, NY: McGraw-Hill Book Company.
49. Shackel, B., & Richardson, S. J. (1991). *Human factors for informatics usability*: Cambridge University Press.
50. Sodnik, J., Dicke, C., Tomažič, S., & Billingham, M. (2008). A user study of auditory versus visual interfaces for use while driving. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(5), 318-332.
51. Wang, F., Fan, Q., Deng, H., & Yin, J. B. (2013). PWIG-Interactive Paradigm of Direct Touch Interaction. *Advanced Materials Research*, 765, 1722-1725.
52. Wittmann, M., Kiss, M., Gugg, P., Steffen, A., Fink, M., Pöppel, E., & Kamiya, H. (2006). Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving. *Applied Ergonomics*, 37(2), 187-199.
53. 何吉哲 (2010), 嵌入式圖形化汽車儀表板的設計與實踐. 東華大學電機工程學系, 碩士論文。
54. 李宜燁 (2007), 轎車儀錶板操控介面之設計與評價研究. 大葉大學. 工業設計學系, 碩士論文。
55. 林郁菁 (2010), 使用者經驗與車用資訊娛樂系統觸控介面選單設計型式之研究, 台灣科技大學設計研究所, 碩士論文。
56. 洪振耀 (2010), 探討房車儀表板設計對駕駛者易視性與心智負荷之影響, 成功大學工業設計學系, 碩士論文。
57. 楊家豪 (2007), 車用數位儀表之設計研究與探討. 成功大學工業設計學系, 碩士論文。
58. 賴芸慧. (2012). 以一致性介面整合高鐵與台鐵售票機介面模式. 臺北科技大學創新設計研究所, 碩士論文。
59. 賴新喜, 薛澤杰, 陳國祥, 管偉生, 洪嘉永 (1991). 汽機車駕駛視覺

效應及人因工程安全性之研究，行政院國家科學委員會80年度專案研究報告，計畫編號：NSC-800415-E006-02。



附錄 A 介面配置美感分析計算範例

(1) 介面平衡性計算範例



平衡性計算範例圖

$$W_L = 9 \times 2.5 + 4 \times 4 = 38.5$$

$$W_R = 4 \times 3 + 12.25 \times 2 = 36.5$$

$$W_T = 9 \times 2.5 + 4 \times 3.5 = 36.5$$

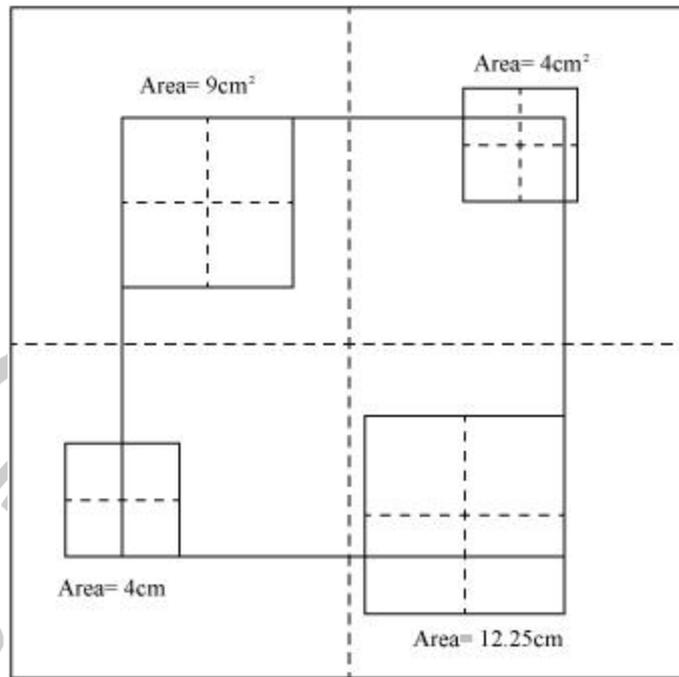
$$W_B = 4 \times 4 + 12.25 \times 3 = 52.75$$

$$BM_{horizontal} = \frac{(36.5 - 52.75)}{52.75} = 0.308$$

$$BM_{vertical} = \frac{(38.5 - 36.5)}{38.5} = 0.052$$

$$BM = 1 - \frac{(0.308 + 0.052)}{2} = 0.82$$

(2) 介面統一性計算範例



統一性計算範例圖

$$n_{size} = 3$$

$$n = 4$$

$$UM_{form} = 0.5$$

$$\text{面積總和} = \sum_i^n a_i = 9 + 4 + 4 + 12.25 = 29.25 \text{cm}^2$$

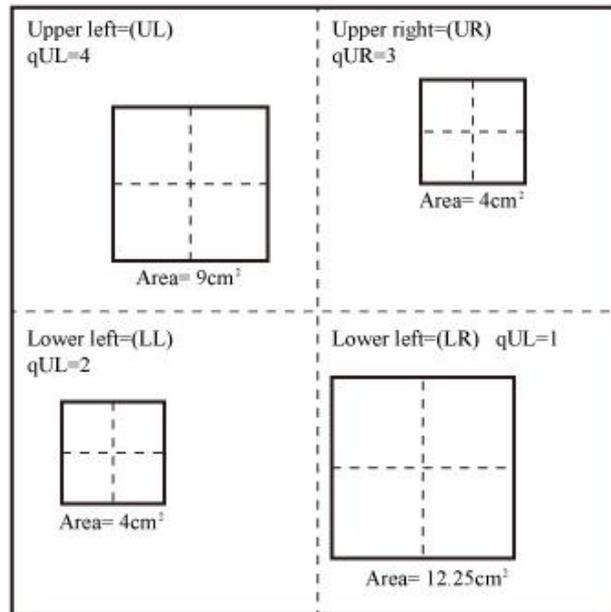
$$a_{layout} = 62.25 \text{cm}^2 \text{ (實線所包圍的區域)}$$

$$a_{frame} = 144 \text{cm}^2 \text{ (螢幕的全部範圍, } 24 \text{cm} \times 24 \text{cm)}$$

$$UM_{space} = 0.71$$

$$UM = \frac{(0.5 + 0.71)}{2} = 0.605$$

(2) 介面連續性計算範例



連續性計算範例圖

$$w_{UL} = q_{UL} \times a_{UL} = 4 \times 9 = 36 \quad v_{UL} = 4$$

$$(q_{UL} - v_{UL}) = (4 - 4) = 0$$

$$w_{UR} = q_{UR} \times a_{UR} = 3 \times 4 = 12 \quad v_{UR} = 3$$

$$(q_{UR} - v_{UR}) = 3 - 3 = 0$$

$$w_{LL} = q_{LL} \times a_{LL} = 2 \times 4 = 8 \quad v_{LL} = 1$$

$$(q_{LL} - v_{LL}) = 1 - 2 = -1$$

$$w_{LR} = q_{LR} \times a_{LR} = 1 \times 12.25 = 12.25 \quad v_{LR} = 2$$

$$(q_{LR} - v_{LR}) = 2 - 1 = 1$$

$$\sum_j |q_i - v_i| = 0 + 0 + 1 + 1 = 2$$

$$SQM = 1 - \left(\frac{2}{8}\right) = 0.75$$

附錄 B 第一階段介面配置美感分析計算範例

(1) MyFord Touch 空調介面平衡性

$$\begin{aligned}W_L &= 8400(294) + 19824(294) + 28560(97) + 28930(137) \\ &= 2469600 + 5828256 + 2770320 + 3963410 = 15031586\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_R &= 8400(294) + 28560(97) + 19824(294) + 3950(355.5) \\ &= 2469600 + 2770320 + 5828256 + 1404225 = 12472401\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_T &= 44000(207.5) + 2[8400(116)] + 3950(138) + 2[19824(2)] + 2[28560(2)] \\ &= 9130000 + 1948800 + 545100 + 79296 + 114240 = 11817436\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_B &= 10790(127) + 28930(217.7) + 3950(210) \\ &= 1370330 + 6292275 + 829500 = 8492105\end{aligned}$$

$$BM_h = \frac{11817436 - 8492105}{11817436} = 0.28$$

$$BM_v = \frac{15031586 - 12472401}{15031586} = 0.17$$

$$BM = 1 - \frac{0.28 + 0.17}{2} = 0.78$$

(2) MyFord Touch 空調介面統一性

$$n_{size} = 8$$

$$n = 11$$

$$UM_{form} = 1 - \frac{7}{11} = 0.36$$

$$a_{layout} = 773 \times 475 = 367175$$

$$a_{frame} = 480 \times 800 = 384000$$

$$UM_{space} = 1 - \frac{367175 - 205188}{384000 - 205188} = 1 - 0.91 = 0.09$$

$$UM = \frac{0.36 + 0.09}{2} = 0.23$$

(3) MyFord Touch 空調介面連續性

$$W_{UL} = 4(22000 + 8400 + 2000 + 10248 + 10370) = 212073$$

$$v_{UL} = 4$$

$$(q_{UL} - v_{UL}) = 4 - 4 = 0$$

$$W_{UR} = 3(22000 + 2000 + 8400 + 10370 + 10248) = 159054$$

$$v_{UR} = 3$$

$$(q_{UR} - v_{UR}) = 3 - 3 = 0$$

$$W_{LL} = 2(9576 + 9690 + 16200 + 22000) = 114932$$

$$v_{LL} = 2$$

$$(q_{LL} - v_{LL}) = 2 - 2 = 0$$

$$W_{LR} = 1(9690 + 9576 + 16200 + 6930 + 3950) = 46346$$

$$v_{LR} = 1$$

$$(q_{LR} - v_{LR}) = 1 - 1 = 0$$

$$\sum_j |q_i - v_i| = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$

$$SQM = 1 - \left(\frac{0}{8}\right) = 1$$

附錄 C 第一階段實驗問卷

各位參與本研究實驗的受測者，您好：

本實驗目的在於了解介面設計對於使用性的影響，藉由模擬駕駛操作觸控資訊介面完成任務，進而分析不同介面的使用績效作為日後設計與開發車用資訊介面的參考。本問卷分為兩部分：第一部份為受測者的基本資料，第二部份為實驗後的使用者介面滿意度調查。本問卷僅供碩士論文學術研究之用，絕不公開與外流，感謝您的參與與作答。

東海大學工業設計研究所

研究生 劉鴻諺

指導教授 王中行

敬上

第一部分：基本資料

1. 性別：男 女
 2. 年齡：_____歲
 3. 駕駛經驗：_____年
 4. 駕駛頻率：每天 每周至少一次 每月至少一次 很少
 5. 有使用過「觸控式汽車資訊娛樂系統」的經驗嗎？有 無
 6. 使用「觸控式汽車資訊娛樂系統」的經驗有多久？
無 一年內 一年至三年 三年以上
-

第二部分：LCT 模擬駕駛實驗

本階段實驗將需要在模擬駕駛的同時操作觸控資訊介面，首先會讓您練習駕駛以適應本系統，並協助您認識兩個介面系統的操作。在每一個任務開始之前，受測者會被告知任務並直接操作介面練習(不需要駕駛)。

最後進行模擬駕駛實驗，重複以上流程直到完成全部的任務。

(以下將由施測者填寫)

_____ 介面		
任務順序	任務內容	施測時間
任務 1	單圈駕駛操作	
任務 2	調整空調溫度	
任務 3	調整空調風量	
任務 4	切換至音響與空調頁面	
任務 5	切換前後曲目	
任務 6	調整出風口方向	

_____ 介面		
任務順序	任務內容	施測時間
任務 1	調整空調溫度	
任務 2	調整空調風量	
任務 3	切換至音響與空調頁面	
任務 4	切換前後曲目	
任務 5	調整出風口方向	
任務 6	單圈駕駛操作	

第三部分：使用者滿意度問卷

實驗介面一：

(1)SUS 系統使用性尺度評量表

請依據您在操作此系統時的感受於各題處打勾，謝謝您。

	非常 不同 意	不同 意	尚可	同意	非常 同意
1. 我認為我會願意頻繁地使用這個系統	<input type="checkbox"/>				
2. 我發現這個系統有多餘的設計，過於複雜	<input type="checkbox"/>				
3. 我認為這個系統是容易使用的	<input type="checkbox"/>				
4. 我認為我需要有人協助我才能使用這個系統	<input type="checkbox"/>				
5. 我發現這個系統將不同的功能整合得很好	<input type="checkbox"/>				
6. 我認為這個系統有太多不合理的 地方	<input type="checkbox"/>				
7. 我認為大家都能很快地學會使 用這個系統	<input type="checkbox"/>				
8. 我認為這個系統難以使用	<input type="checkbox"/>				
9. 使用此系統讓我覺得可以信賴	<input type="checkbox"/>				
10. 在開始使用此系統之前我需要 學習很多事物	<input type="checkbox"/>				

(2) QUIS 使用者介面滿意度調查問卷

請依據您在操作此系統時的感受於數字上畫圈，謝謝您。

一、整體反應

1.	糟糕的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	良好的
2.	挫折的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	滿足的
3.	乏味的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	吸引人的
4.	困難的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	容易的
5.	不適當的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	適當的
6.	死板的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	有彈性的

二、介面呈現

1. 介面上的文字	難以閱讀的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	容易閱讀的
2. 介面上的重點強調	沒幫助	1	2	3	4	5	6	7	8	9	有幫助
3. 介面上的資訊配置	沒邏輯性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	有邏輯性
4. 介面間的關聯性	困惑	1	2	3	4	5	6	7	8	9	清楚

三、介面用詞與資訊

1. 用詞與介面操作的關聯性	不符									符合
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2. 介面上的資訊	困惑									清楚
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3. 螢幕上資訊呈現的位置	不符									符合
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4. 系統會持續提醒當下狀況	從不									經常
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

四、學習性

1. 學習操作介面	困難									容易
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2. 熟悉介面所花費的時間	慢									快
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3. 記得操作指令與功能名稱	困難									容易
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4. 操作任務是直接的	從不									經常
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5. 完成任務的步驟	太多									剛剛好
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6. 完成任務的步驟合乎邏輯	從不									經常
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

實驗介面二：

(1)SUS 系統使用性尺度評量表

請依據您在操作此系統時的感受於各題□處打勾，謝謝您。

	非常 不同 意	不同 意	尚可	同意	非常 同意
1. 我認為我會願意頻繁地使用這個系統	<input type="checkbox"/>				
2. 我發現這個系統有多餘的設計，過於複雜	<input type="checkbox"/>				
3. 我認為這個系統是容易使用的	<input type="checkbox"/>				
4. 我認為我需要有人協助我才能使用這個系統	<input type="checkbox"/>				
5. 我發現這個系統將不同的功能整合得很好	<input type="checkbox"/>				
6. 我認為這個系統有太多不合理的地方	<input type="checkbox"/>				
7. 我認為大家都能很快地學會使用這個系統	<input type="checkbox"/>				
8. 我認為這個系統難以使用	<input type="checkbox"/>				
9. 使用此系統讓我覺得可以信賴	<input type="checkbox"/>				
10. 在開始使用此系統之前我需要學習很多事物	<input type="checkbox"/>				

(2) QUIS 使用者介面滿意度調查問卷

請依據您在操作此系統時的感受於數字上畫圈，謝謝您。

一、整體反應

1.	糟糕的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	良好的
2.	挫折的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	滿足的
3.	乏味的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	吸引人的
4.	困難的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	容易的
5.	不適當的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	適當的
6.	死板的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	有彈性的

二、介面呈現

1. 介面上的文字	難以閱讀的	1	2	3	4	5	6	7	8	9	容易閱讀的
2. 介面上的重點強調	沒幫助	1	2	3	4	5	6	7	8	9	有幫助
3. 介面上的資訊配置	沒邏輯性	1	2	3	4	5	6	7	8	9	有邏輯性
4. 介面間的關聯性	困惑	1	2	3	4	5	6	7	8	9	清楚

三、介面用詞與資訊

1. 用詞與介面操作的關聯性	不符									符合
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2. 介面上的資訊	困惑									清楚
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3. 螢幕上資訊呈現的位置	不符									符合
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4. 系統會持續提醒當下狀況	從不									經常
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

四、學習性

1. 學習操作介面	困難									容易
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
2. 熟悉介面所花費的時間	慢									快
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3. 記得操作指令與功能名稱	困難									容易
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
4. 操作任務是直接的	從不									經常
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5. 完成任務的步驟	太多									剛剛好
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6. 完成任務的步驟合乎邏輯	從不									經常
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

《誠摯感謝您配合本實驗施做與問卷填寫》

附錄 D 第一階段「有效性」統計結果

任務完成時間成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	MFT_TEMP	1.24680	10	.164711	.052086
	UC_TEMP	1.47941	10	.314290	.099387
成對 2	MFT_WIND	1.23937	10	.150461	.047580
	UC_WIND	1.46240	10	.271653	.085904
成對 3	MFT_FUNCTION	1.45809	10	.237600	.075136
	UC_FUNCTION	1.18704	10	.209829	.066354
成對 4	MFT_SONG	1.24139	10	.266803	.084370
	UC_SONG	1.23796	10	.210953	.066709
成對 5	MFT_DIRECTION	1.09544	10	.137717	.043550
	UC_DIRECTION	1.22286	10	.203336	.064300

任務完成時間成對樣本相關

		個數	相關	顯著性
成對 1	MFT_TEMP 和 UC_TEMP	10	.668	.035
成對 2	MFT_WIND 和 UC_WIND	10	.384	.273
成對 3	MFT_FUNCTION 和 UC_FUNCTION	10	.302	.397
成對 4	MFT_SONG 和 UC_SONG	10	.577	.081
成對 5	MFT_DIRECTION 和 UC_DIRECTION	10	.339	.338

任務完成時間成對樣本檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 下界	信賴區間 上界			
溫度調整	-.232617	.238293	.075355	-.403081	-.062152	-3.087	9	.013
風量調整	-.223030	.255033	.080648	-.405470	-.040591	-2.765	9	.022
功能切換	.271046	.265338	.083907	.081235	.460857	3.230	9	.010
曲目切換	.003430	.225301	.071247	-.157741	.164601	.048	9	.963
風向切換	-.127417	.203309	.064292	-.272855	.018022	-1.982	9	.079

附錄 E 第一階段「錯誤率」統計結果

溫度調整-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	20	1.4153	.10253	.02293	1.3673	1.4633	1.24	1.56
MFT_TEMP	10	1.5794	.11019	.03485	1.5006	1.6582	1.42	1.80
UC_TEMP	10	1.5724	.06357	.02010	1.5270	1.6179	1.45	1.66
總和	40	1.4956	.12440	.01967	1.4558	1.5354	1.24	1.80

溫度調整-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.258	2	.129	13.831	.000
組內	.345	37	.009		
總和	.604	39			

溫度調整-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_TEMP	-.16409*	.03742	.000	-.2399	-.0883
	UC_TEMP	-.15714*	.03742	.000	-.2330	-.0813
MFT_TEMP	baseline	.16409*	.03742	.000	.0883	.2399
	UC_TEMP	.00695	.04321	.873	-.0806	.0945
UC_TEMP	baseline	.15714*	.03742	.000	.0813	.2330
	MFT_TEMP	-.00695	.04321	.873	-.0945	.0806

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

風量調整-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	20	1.4153	.10253	.02293	1.3673	1.4633	1.24	1.56
MFT_WIND	10	1.5558	.11784	.03727	1.4715	1.6401	1.44	1.77
UC_WIND	10	1.5082	.07880	.02492	1.4518	1.5646	1.36	1.66
總和	40	1.4737	.11637	.01840	1.4364	1.5109	1.24	1.77

溫度調整-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.148	2	.074	7.174	.002
組內	.381	37	.010		
總和	.528	39			

溫度調整-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_WIND	-.14053*	.03928	.001	-.2201	-.0609
	UC_WIND	-.09292*	.03928	.023	-.1725	-.0133
MFT_WIND	baseline	.14053*	.03928	.001	.0609	.2201
	UC_WIND	.04761	.04536	.301	-.0443	.1395
UC_WIND	baseline	.09292*	.03928	.023	.0133	.1725
	MFT_WIND	-.04761	.04536	.301	-.1395	.0443

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

功能切換-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	20	1.4153	.10253	.02293	1.3673	1.4633	1.24	1.56
MFT_FUNCTION	10	1.6137	.06792	.02148	1.5651	1.6623	1.44	1.67
UC_FUNCTION	10	1.5786	.08994	.02844	1.5143	1.6430	1.45	1.76
總和	40	1.5057	.12883	.02037	1.4645	1.5469	1.24	1.76

功能切換-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.333	2	.167	19.632	.000
組內	.314	37	.008		
總和	.647	39			

功能切換-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_FUNCTION	-.19839*	.03568	.000	-.2707	-.1261
	UC_FUNCTION	-.16334*	.03568	.000	-.2356	-.0910
MFT_FUNCTION	baseline	.19839*	.03568	.000	.1261	.2707
N	UC_FUNCTION	.03505	.04120	.400	-.0484	.1185
UC_FUNCTION	baseline	.16334*	.03568	.000	.0910	.2356
	MFT_FUNCTION	-.03505	.04120	.400	-.1185	.0484

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

曲目切換-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	20	1.4153	.10253	.02293	1.3673	1.4633	1.24	1.56
MFT_SONG	10	1.5851	.07181	.02271	1.5338	1.6365	1.45	1.70
UC_SONG	10	1.5740	.09274	.02933	1.5076	1.6403	1.45	1.75
總和	40	1.4974	.12341	.01951	1.4580	1.5369	1.24	1.75

曲目切換-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.270	2	.135	15.466	.000
組內	.324	37	.009		
總和	.594	39			

曲目切換-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_SONG	-.16985*	.03622	.000	-.2432	-.0965
	UC_SONG	-.15869*	.03622	.000	-.2321	-.0853
MFT_SONG	baseline	.16985*	.03622	.000	.0965	.2432
	UC_SONG	.01116	.04182	.791	-.0736	.0959
UC_SONG	baseline	.15869*	.03622	.000	.0853	.2321
	MFT_SONG	-.01116	.04182	.791	-.0959	.0736

風向切換-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	20	1.4153	.10253	.02293	1.3673	1.4633	1.24	1.56
MFT_DIRECTION	10	1.5837	.09967	.03152	1.5123	1.6550	1.42	1.77
UC_DIRECTION	10	1.6018	.09036	.02858	1.5372	1.6665	1.48	1.72
總和	40	1.5040	.13196	.02086	1.4618	1.5462	1.24	1.77

風向切換-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.317	2	.158	16.148	.000
組內	.363	37	.010		
總和	.679	39			

風向切換-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	MFT_DIRECTION	-.16836*	.03834	.000	-.2460	-.0907
	UC_DIRECTION	-.18653*	.03834	.000	-.2642	-.1088
MFT_DIRECTION	baseline	.16836*	.03834	.000	.0907	.2460
	UC_DIRECTION	-.01817	.04427	.684	-.1079	.0715
UC_DIRECTION	baseline	.18653*	.03834	.000	.1088	.2642
	MFT_DIRECTION	.01817	.04427	.684	-.0715	.1079

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

附錄 F 第一階段「滿意度」統計結果

sus成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	MFT	59.1500	10	12.15650	3.84422
	UC	68.5000	10	12.75844	4.03457

sus 成對樣本相關

		個數	相關	顯著性
成對 1	MFT 和 UC	10	.471	.170

sus成對樣本相關

		成對變數差異			t	自由度	顯著性
		平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間 下界 上界		(雙尾)
MFT-UC		09.35000	12.82586	4.05589	-18.52507 -.17493	-2.305	9 .047

QUIS成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	MFT 整體反應	5.9997	10	.87370	.27629
	UC 整體反應	6.1180	10	1.06613	.33714
成對 2	MFT 介面呈現	5.8000	10	.95598	.30231
	UC 介面呈現	6.8500	10	1.03548	.32745
成對 3	MFT 介面用詞與資訊	6.5750	10	.82538	.26101
	UC 介面用詞與資訊	6.8000	10	1.07884	.34116
成對 4	MFT 學習性	6.1090	10	1.06379	.33640
	UC 學習性	6.9680	10	.65091	.20584

QUIS成對樣本相關

		個數	相關	顯著性
成對 1	MFT整體反應 和 UC整體反應	10	.395	.259
成對 2	MFT介面呈現 和 UC介面呈現	10	.654	.040
成對 3	MFT介面用詞與資訊 和 UC介面用詞與資訊	10	.611	.060
成對 4	MFT學習性 和 UC學習性	10	.447	.195

任務完成時間成對樣本檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	95% 信賴區間				
				差異的 下界	上界			
整體反應	-.11830	1.07905	.34123	-.89021	.65361	-.347	9	.737
介面呈現	-1.05000	.83166	.26300	-1.64494	-.45506	-3.992	9	.003
介面用詞 與資訊	-.22500	.86963	.27500	-.84709	.39709	-.818	9	.434
學習性	-.85900	.96743	.30593	-1.55106	-.16694	-2.808	9	.020



附錄 G 第二階段介面配置美感分析計算範例



(1) 介面 A 平衡性

$$W_L = (160 \times 156)(380) + (94 \times 240)(380) = 18057600$$

$$W_R = (160 \times 156)(380) + (94 \times 240)(380) = 18057600$$

$$W_T = (1024 \times 146)(311) + 3[(160 \times 156)(144)]$$

$$= 46495744 + 10782720 = 57278464$$

$$W_B = 2[(94 \times 240)(78)] + (560 \times 140)(72) + (1024 \times 166)(381)$$

$$= 3519360 + 5644800 + 51165184 = 60329344$$

$$BM_h = \frac{57278464 - 60329344}{60329344} = -0.05$$

$$BM_v = 0$$

$$BM = 1 - \frac{0.05}{2} = 0.98$$

(2) 介面 A 統一性

$$n_{size} = 5$$

$$n = 8$$

$$UM_{form} = 1 - \frac{5-1}{8} = 0.5$$

$$a_{layout} = 854 \times 768 = 655872$$

$$a_{frame} = 1024 \times 768 = 786432$$

$$UM_{space} = 1 - \frac{655872 - 517888}{786432 - 517888} = 1 - 0.51 = 0.49$$

$$UM = \frac{0.5 + 0.49}{2} = 0.5$$

(3) 介面 A 連續性

$$W_{UL} = 4(74752 + 12480 + 24960 + 3948) = 464560$$

$$V_{UL} = 4$$

$$(q_{UL} - v_{UL}) = 4 - 4 = 0$$

$$W_{UR} = 3(74752 + 12480 + 24960 + 3948) = 348420$$

$$V_{UR} = 3$$

$$(q_{UR} - v_{UR}) = 3 - 3 = 0$$

$$W_{LL} = 2(39200 + 84992 + 18612) = 285608$$

$$V_{LL} = 2$$

$$(q_{LL} - v_{LL}) = 2 - 2 = 0$$

$$W_{LR} = 1(39200 + 84992 + 18612) = 142804$$

$$(q_{LR} - v_{LR}) = 1 - 1 = 0$$

附錄 H 第二階段「有效性」統計結果

任務完成時間成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	A_TEMP	1.38640	10	.099593	.031494
	B_TEMP	1.70260	10	.197646	.062501
成對 2	A_WIND	1.34430	10	.160226	.050668
	B_WIND	1.68330	10	.155932	.049310
成對 3	A_FUNCTION	1.07240	10	.084700	.026784
	B_FUNCTION	1.26170	10	.146109	.046204

任務完成時間成對樣本相關

		個數	相關	顯著性
成對 1	A_TEMP 和 B_TEMP	10	.136	.709
成對 2	A_WIND 和 B_WIND	10	-.238	.508
成對 3	A_FUNCTION 和 B_FUNCTION	10	-.506	.135

任務完成時間成對樣本檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
				下界	上界			
溫度調整	-.316200	.208907	.066062	-.465643	-.166757	-4.786	9	.001
風量調整	-.339000	.248750	.078662	-.516945	-.161055	-4.310	9	.002
功能切換	-.189300	.202616	.064073	-.334243	-.044357	-2.954	9	.016

附錄 I 第二階段「錯誤率」統計結果

溫度調整-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	19	1.5788	.10838	.02486	1.5265	1.6310	1.45	1.81
介面 A	10	1.6854	.11808	.03734	1.6009	1.7698	1.49	1.88
介面 B	10	1.7383	.20332	.06430	1.5929	1.8838	1.53	2.24
總和	39	1.6470	.15352	.02458	1.5973	1.6968	1.45	2.24

溫度調整-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.187	2	.093	4.737	.015
組內	.709	36	.020		
總和	.896	38			

溫度調整-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	介面 A	-.10659	.05483	.060	-.2178	.0046
	介面 B	-.15957 [*]	.05483	.006	-.2708	-.0484
介面 A	baseline	.10659	.05483	.060	-.0046	.2178
	介面 B	-.05298	.06276	.404	-.1803	.0743
介面 B	baseline	.15957 [*]	.05483	.006	.0484	.2708
	介面 A	.05298	.06276	.404	-.0743	.1803

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

風量調整-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	19	1.5788	.10838	.02486	1.5265	1.6310	1.45	1.81
介面 A	10	1.6051	.10796	.03414	1.5278	1.6823	1.40	1.75
介面 B	10	1.7394	.21186	.06700	1.5878	1.8910	1.42	2.14
總和	39	1.6267	.15352	.02458	1.5769	1.6765	1.40	2.14

風量調整-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.175	2	.088	4.382	.020
組內	.720	36	.020		
總和	.896	38			

風量調整-車道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	介面 A	-.02630	.05526	.637	-.1384	.0858
	介面 B	-.16063*	.05526	.006	-.2727	-.0486
介面 A	baseline	.02630	.05526	.637	-.0858	.1384
	介面 B	-.13433*	.06326	.041	-.2626	-.0060
介面 B	baseline	.16063*	.05526	.006	.0486	.2727
	介面 A	.13433*	.06326	.041	.0060	.2626

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

功能切換-車道偏差值描述性統計

	個數	平均數	標準差	標準誤	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
baseline	19	1.5788	.10838	.02486	1.5265	1.6310	1.45	1.81
介面 A	10	1.6282	.10776	.03408	1.5511	1.7053	1.47	1.80
介面 B	10	1.7064	.12004	.03796	1.6205	1.7923	1.54	1.97
總和	39	1.6242	.12059	.01931	1.5851	1.6633	1.45	1.97

功能切換-車道偏差值單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	.107	2	.053	4.319	.021
組內	.446	36	.012		
總和	.553	38			

功能切换-车道偏差值LSD事後檢定

(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
baseline	介面 A	-.04946	.04347	.263	-.1376	.0387
	介面 B	-.12762*	.04347	.006	-.2158	-.0395
介面 A	baseline	.04946	.04347	.263	-.0387	.1376
	介面 B	-.07816	.04976	.125	-.1791	.0228
介面 B	baseline	.12762*	.04347	.006	.0395	.2158
	介面 A	.07816	.04976	.125	-.0228	.1791

*. 平均差異在 0.05 水準是顯著的。



附錄」第二階段「滿意度」統計結果

SUS成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	介面 A	69.7500	10	8.93262	2.82474
	介面 B	39.7500	10	10.63602	3.36341

SUS 成對樣本相關

		個數	相關	顯著性
成對 1	介面 A 和 介面 B	10	.511	.131

SUS成對樣本相關

		成對變數差異				t	自由度	顯著性 (雙尾)
平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間 下界	上界				
介面 A - 介面 B	30.00000	9.78945	3.09570	22.99705	37.00295	9.691	9	.000

QUIS成對樣本統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	介面 A 整體反應	6.9300	10	.84816	.26821
	介面 B 整體反應	4.9160	10	.74225	.23472
成對 2	介面 A 介面呈現	7.0750	10	.97218	.30743
	介面 B 介面呈現	5.4250	10	1.16100	.36714
成對 3	介面 A 介面用詞與資訊	6.9750	10	.51975	.16436
	介面 B 介面用詞與資訊	5.8250	10	1.01414	.32070
成對 4	介面 A 學習性	7.4000	10	.49815	.15753
	介面 B 學習性	6.5670	10	.91696	.28997

QUIS成對樣本相關

		個數	相關	顯著性
成對 1	介面 A 整體反應 和 介面 B 整體反應	10	.420	.227
成對 2	介面 A 介面呈現 和 介面 B 介面呈現	10	.553	.097
成對 3	介面 A 介面用詞與資訊 和 介面 B 介面用詞與資訊	10	.557	.094
成對 4	介面 A 學習性 和 介面 B 學習性	10	.747	.013

任務完成時間成對樣本檢定

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	95% 信賴區間				
				差異的 下界	上界			
整體反應	2.01400	.86142	.27241	1.39778	2.63022	7.393	9	.000
介面呈現	1.65000	1.02198	.32318	.91892	2.38108	5.106	9	.001
介面用詞 與資訊	1.15000	.84327	.26667	.54676	1.75324	4.313	9	.002
學習性	.83300	.63772	.20167	.37680	1.28920	4.131	9	.003

