

性別差異與空間焦慮於車用導航系統可用性之影響

王彥傑

國立成功大學交通管理科學系

r56991204@mail.ncku.edu.tw

林珮琿

國立成功大學交通管理科學系

peichunl@mail.ncku.edu.tw

摘要

本研究結合性別與空間焦慮程度，分析不同性別所具備的空間能力以及探討性別差異是否影響車用導航系統介面使用性。本研究應用實驗設計，探討性別在操作車用式導航系統上的差異，以客觀量測調查受測者與導航機之間的互動情形。研究結果顯示，性別確實於操作績效上產生顯著差異，男性在操作的績效上優於女性。男性與女性於空間能力上也存在顯著差異，男性有較佳空間能力。本研究於最後提出操作者容易碰到介面使用上之問題，並提出介面改善與未來研究建議。

關鍵詞：車用導航系統、性別差異、空間焦慮

壹、緒論

一、研究背景與動機

隨著全球衛星定位系統(Global Positioning System, GPS)技術快速發展與地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)提供完備豐富的資訊, GPS 應用的範圍逐漸多元化, 尤其在汽車導航相關產品上更是普及(CNET Taiwan 數位生活, 2005)。從美國的使用者需求中發現, 未來汽車市場發展的重點著重在安全與導航兩方面。歐洲、日本地區因道路相對複雜, 且積極推動智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS), 對導航皆有強烈的需求, 但卻發展出兩種車用導航系統之形式, 一是可攜式導航裝置(Portable Navigation Device, PND), 另外則是車載式導航裝置(In-Dash Navigator Device)。台灣汽車電子製造業發達, 對全世界車用導航產業有相當程度的貢獻, 2009 年全球車用導航產值已突破新台幣 1 兆元, 而台灣的車用導航機終端硬體設備產量達 4015 萬台, 占全球產值約 18.6%(新通訊, 2010)。

台灣由於面積、地形的因素, 以及欠缺良好的都市規劃, 道路錯綜複雜, 部分駕駛人行駛時, 容易因為不熟悉而迷失方向, 車用導航系統能協助駕駛人避開塞車路段或是在陌生環境中迷路時可迅速找尋對的路徑, 然而當駕駛人同時注視前方與接收導航機器的訊息時, 造成駕駛人注意力分散而有潛在的風險(Uang, 2002)。美國心理學家 Shinar(1982)博士在「道路心理學(Psychology on the road)」的統計資料顯示, 車禍中有很高的比例是因為駕駛人在開車時心有旁騖, 而導致開車相關的資訊處理失敗(Information Processing Failure), 並非駕駛人技術不佳。Green(2001)調查日本 1999 年車禍肇因(如表 1), 發現使用車用衛星導航系統確實造成行車安全上的顧慮。

表 1 1999 年日本車禍肇因

車用導航系統	
行為	車禍次數
注視螢幕	151
操作螢幕	46
其他	8
總次數	205

資料來源：Green(2001)

政治大學民意與市場調查中心針對 1145 位台灣駕駛朋友抽樣調查, 有 34% 的受訪者甚至表示:「不當的車用導航系統, 將會帶來行車安全的隱憂」(陳資緯, 2007)。Nelson & Tarnoff(2001)也提出車用衛星導航系統的顯示尚未完善, Daimon & Kawashima(1996)認為從駕駛安全的角度去分析評估車用資訊系統是相當重要的, 而車用導航機器也是車用資訊系統的一種, 需要良好的使用者介面設計以提升駕駛效率, 不論是在功能選單介面顯示與操作上, 都要能夠讓駕駛人能以最快且便利地使用, 以確保複雜的資訊系統不會造成駕駛人在安全上的威脅, 減少失誤以及危險情況的發生。

以往不論是在科技產品、工程設計亦或是運輸規劃上皆是假設使用者對產品的需求、價值感、偏好以及使用行為有高度同質性，忽略性別間的差異。然而，當女性駕駛越來越普遍時，這些假設變得過時且不合理(Schintler, 2005)。Lawton(1994)指出女性呈現較高的空間焦慮(Spatial Anxiety)，使得女性在尋路(Wayfinding)績效上不如男性，同時也表示女性在陌生環境中或是迷路時，容易產生壓力、不確定性的情緒(Schmitz, 1999)。根據交通部統計處 2011 年的調查，台灣自用小客車女性駕駛人的比例已經到達 30%，而曾經擔任美國消費電子零售商「百思買」(Best Buy)副總裁的 Julie Gilbert 認為，在「她經濟」(The Sheconomy)日益活躍的趨勢下，以男性為導向的消費性電子產品中，女性扮演的角色越來越重要，消費力、影響力也越來越大，因此企業應認清這股趨勢，並順勢改變營運策略，不能單純針對男性做為目標市場，還得努力爭取女性客戶的青睞(中時電子報, 2010)。而車用導航系統是否也應針對性別設計出合適的導航機介面，提供消費者多樣化的選擇，為本研究所欲探討的議題。

二、 研究目的

本研究結合性別與空間焦慮程度，分析不同性別所具備的空間能力以及探討性別差異是否影響車用導航系統介面使用性。具體研究目的可歸納如下：

1. 探討不同性別是否對車用導航系統的可用性產生差異。
2. 探討不同性別是否因克服空間焦慮的能力不同，而使車用導航系統的可用性產生差異。
3. 連結性別、空間焦慮與適用的車用導航系統介面。

三、 研究流程

首先界定研究問題及範圍，接著蒐集數據與相關文獻，其中相關文獻包括車用導航系統產業市場、空間能力，而在空間能力中，分為空間能力與導航、以及空間能力與性別差異之相關研究。進而制訂實驗設計詳細步驟，進行受測者測試，最後根據實驗結果進行統計分析，探討車用導航系統可用性與性別差異以及空間能力相異下之個人特徵間的關係，並完成後續研究建議。

貳、文獻回顧

本章首先介紹車用導航系統產業發展現況以及使用介面，再針對性別差異與空間能力相關文獻進行回顧。

一、 車用導航系統

車用導航系統可以透過螢幕顯示、影音指示等方式提供駕駛人視覺與聽覺之相關道路資訊，如目前位置、即時道路狀況、替代路線等，進而輔助駕駛人進行路徑規劃、方向指引，使駕駛人順利且更有效率到達目的地。根據荷蘭應用科學研究院(Netherlands Organization for Applied Scientific Research)研究指出，正確的車用導航系統不僅有效降低駕駛者的心理負擔，同時更增進道路駕駛的安全性，數據顯示，沒有使用車用導航系統的駕駛者發生交通事故較使用者高出 12%，而有高達 78% 的使用者，認為車用導航系統工具確實提高自己對行車情況的掌握程度(陳資緯, 2007)。在車用導航系統中，可以分為車載式導航裝置與可攜式導航裝置，車載式導航裝置為內建於車內之導航裝置，而

可攜式導航裝置則為可隨身攜帶之導航裝置(DIGITIMES, 2007)。可攜式導航裝置不僅攜帶方便，使用上也相對有彈性外，在價錢上也較車載式導航裝置便宜，受到消費者較多的青睞，未來可能漸漸取代車載式導航裝置(工商時報, 2010)。美國研究機構 iSuppli 研究統計指出，可攜式導航裝置仍是目前消費者在開車或其他用途的主要導航裝置(科技產業資訊室, 2009)，而本研究便是選用可攜式導航裝置做為車用導航系統研究的設備。

日本研究機構 Yano(2011)估計，2010 年全球整體車用導航市場規模已達到 4830 萬台。並預測接下來的幾年間會持續成長，預計到 2015 年將有 5142 萬台的規模，相較於 2005 年 1296 萬台，整整成長了近 4 倍。在車載式導航裝置中，2010 年已達 980 萬台，預期 2011 至 2015 年間平均年成長率 10.7%，主要來自於中國大陸的市場。而可攜式導航裝置因面臨智慧型手機導航的挑戰，未來市場預期將會呈現微幅度的下滑。根據 Canalys(2011)最新統計，2011 年第 1 季全球可攜式導航裝置銷售量約 490 萬台。其中 Garmin 仍是全球龍頭，市占率為 33%，TomTom 以 25% 市占率居次，神達電腦則以旗下的 Magellan、Navman 及 Mio 等 3 個品牌獲得 10% 市占率，3 大廠商共拿下 68% 市占率(DIGITIMES, 2011)。

由上述資訊可知，Garmin、TomTom、Mio 目前仍是世界上可攜式導航裝置的領導品牌，不論在介面設計、產品研發、圖資、市場銷售方面，皆較其他廠商發展成熟，因此，本研究利用這三家市場主流品牌的可攜式導航裝置做為實驗機台，螢幕大小皆為現今主流的 4.3 吋寬螢幕，且規格近似。

二、 空間能力

空間智能(Spatial Intelligences)是美國哈佛大學教授 Howard Gardner(1985)提出的多元智能(Multiple Intelligences)理論中的一種，Gardner 對空間智能之定義為一種個體能夠將空間環境資訊呈現在腦中的能力，空間智能可以被應用在藝術領域或是科學領域方面，像是畫家、地質學者都需要這樣的能力，除此之外，對於船員、飛行員這些需要在大範圍空間進行航行作業的職業，空間智能更是不可缺少的重要能力(Checkley, 1997)。空間智能又可稱為空間能力(Spatial Ability)、空間認知(Spatial Cognition)、空間推論(Spatial Cognition Reasoning)、空間意識(Spatial Sense)(Rafi, Khairul, Abdul, Maizatul & Mazlan, 2005)，本研究以空間能力此名詞作為以下說明。在影響空間能力的因素中，Moore(1979)將其分為兩類，一類是屬於個人的因素，如年齡、性別、對環境的熟悉度等，另一類則是屬於實質環境的因素，如市鎮街道規劃等(引自蕭秀玲，莊慧秋，黃漢耀譯，1991)。藉由上述的文獻，可以推知空間能力與人們日常生活中的導航能力或性別有密切的關係，而性別似乎也在空間能力上存在著差異，以下將分為「空間能力與導航」與「空間能力與性別差異」兩部份回顧相關文獻。

1. 空間能力與導航

空間能力與認知程序有關，包含在空間中定位目標以及在空間中對目標的距離、方向皆能理解掌握(Lawton, 2010)。空間能力可以讓人們有效率的處理生活上面臨的空間問題，如地圖閱覽(Map-Reading)、路徑搜尋(Way-finding)、導航作業(Navigation Task)等(Sjölander, 1998)，除此之外，一些需要設計與規劃二維或三維空間的職業如建築設

計師，這項能力也是相當重要的(Lawton, 2010)。日常生活中最常遭遇到的例子便是規劃路線並在空間中移動至最終目的地，這種行為稱之為導航(Navigation)，而成功的完成導航或尋路(Wayfinding)任務，人們首先在空間中找到自己的方向或位置，接著他們需要了解目的地位於何處並開始規劃路線，最後，他們執行所規劃的路線並到達終點。在這些程序中，他們利用對附近空間的認識，以及參考紙本地圖、導航機器等的幫助，來完成整個過程(Ishikawa, Fujiwara, Imai & Okabe, 2007)。

Wochlner and Boehm-Davis(1995)透過評估駕駛人在空間能力與年齡的差異下對導航能力(Navigational Ability)影響的研究結果，發現導航過程中需要去處理一連串複雜的空間資訊，導航能力確實與空間能力高低有相關性。在進行駕駛任務時，空間能力扮演著重要的角色，包括路徑追隨(Route-Following)與地圖閱覽，路徑追隨需要一些空間技能(Spatial Skill)，如瞭解地形、察覺自身的方向與位置的能力。而在地圖閱覽上，空間能力越高，地圖閱覽的能力越好，空間能力越低，地圖閱覽的表現相對較差(Wochlner & Boehm-Davis, 1995)。Adler(2001)指出當人們從空間環境中學習到更多的空間知識(Spatial Knowledge)，人們越能夠做出空間相關問題的決策，如路徑規劃(Route Planning)、導航等。

迷失方向(Disorientation)的相關經驗一直是心理學家感到有興趣的研究議題(Lawton, 1994)，Kozlowski and Bryant(1977)在實驗中發現受測大學生在指出無法看見的目標建築物方向任務中，方向感(Senses Of Direction)自我評估與任務正確度呈現正相關，方向感越好，任務正確性越高，方向感越差，正確性越低，而任務正確度與空間焦慮(Spatial Anxiety)(擔心迷路)程度則呈現負相關。空間焦慮為在空間環境中進行導航時，可能因為對環境不熟悉，進而產生煩惱、困惑、挫折等負面情緒(Lawton, 1994)，Lawton(1994)利用空間焦慮量表(Spatial Anxiety Scale)探討性別於空間能力、尋路策略、空間焦慮或是對環境導航的差異，結果指出空間焦慮程度與定向策略呈現反向關係，亦即空間焦慮程度較高，較不傾向利用方位性或里程距離的方法，而在空間能力與空間焦慮程度方面，也呈現出反向關係，即空間能力越佳的人們，越能夠適應或是克服空間焦慮，使焦躁不安的情緒較不易產生。Schmitz(1997)研究青少年學生尋路行為、學習空間知識與空間焦慮間的關係時發現，年齡屆於 10 至 17 歲的孩子，有較高的空間焦慮程度，使得這些孩子在陌生的環境中，尋路的績效與速度比不上那些空間焦慮程度較低的孩子，此外，空間焦慮程度高的孩子，傾向使用地標策略來幫助尋路。Vainio(2011)認為在設計行動導航相關產品時，不僅應考慮使用者間的差異，也需要考慮使用者在空間焦慮程度上的迥異，因為當空間焦慮程度偏高時，人們會在尋路任務上有較多的錯誤或是花更久的時間完成任務。經整理相關文獻後，可以發現空間能力不僅在人們進行導航任務時扮演極為重要的角色，也是左右克服空間焦慮的重要因素之一。而空間焦慮程度的高低，也影響著人們在進行導航任務時的績效。因此，本研究欲利用 Lawton(1994)發展之空間焦慮量表來衡量個體適應空間焦慮的能力，探討個體在不同的克服空間焦慮能力中，操作可攜式導航機的任務績效是否有所差異。

2. 空間能力與性別差異

Ward, Newcombe and Overton(1986)認為性別差異與空間能力開始成為心理學研究中有趣的議題是始於 1970 年代中期，Maccoby and Jacklin (1974)發現性別在認知上存在著四個差異，之後陸續有許多相關的研究出現，性別差異與空間能力的研究儼然成為一個熱門的研究主題，Lawton and Morrin(1999)也指出空間能力是所有認知能力中存在著最大的性別差異。一般來說，男性在空間能力的表現是優於女性(Saccuzzo, Craig, Johnson & Larson, 1996; Lawton, 2010; Silverman, Choi & Peters, 2007)，如，Schmitz(1999)的研究結果提出男性不僅在路徑學習上勝於女性，在路徑記憶上的表現也是較女性好，Holding and Holding(1989)指出在估計目標方向與距離時，男性比女性的錯誤率低。Montello, Lovelace, Golledge & Self(1999)整理文獻後提出男性具有空間信心(Spatial Confidence)與方向感(Sense-of-direction)，女性較容易產生空間焦慮(Spatial Anxiety)，而 Lawton(1994)指出有好的方向感，對於在環境中找到路以及進行導航是有利的。

學者指出環境(如經驗、學習)是造成空間能力具有性別差異的影響因素，Baenninger and Newcombe(1988)研究指出，空間活動的參與度與空間能力表現具有正相關，且空間能力的測驗績效可藉由訓練獲得改善。男性通常在參與空間活動、空間操作方面的經驗比女性還多，透過這些經驗加強空間能力的發展(Lawton & Morrin, 1999; Robert & Héroux, 2004)。於童年階段時，男性參加許多接觸大自然的探索性活動與運動相關活動，有助增進空間能力(Baenninger & Newcombe, 1989)，此外，Terlecki and Newcombe(2005)發現男性在電腦或是電動遊戲的空間經驗遠比女性來的豐富，並指出女性若能擁有較多相關的空間經驗，也許可以彌補性別在空間能力上的落差。上述文獻顯示，性別在空間問題處理上或是在進行相關導航尋路任務時的績效上，確實存在著差異。因此，本研究也欲探討了解性別是否在操作可攜式導航機的績效上存在著差異。

三、 Rasch 模式

由丹麥數學家 Georg Rasch 於 1960 年代所提出的測量模式，此模式被稱為 Rasch Model。該理論著重於考慮兩個因素：(1)受測者能力，其值愈大表示受測者能力愈佳，對應本研究，便是指受測者的空間能力；(2)題項難度，值愈大表示題項愈難，在本研究中是指受測者對於題項中所描述的情境之焦慮感受程度，題項愈難，表示受測者對此題項描述情境之焦慮程度愈高。王文中(2004)提到，在社會科學研究中，常會使用客觀的能力測驗或主觀的問卷量表來測量人們的能力、態度、人格特質等。而在衡量受測者程度時，是採用原始分數計算或進行統計分析，然而，這些數字只是代表順序尺度(Ordinal scale)的資料，例如李克特氏量尺，只能知道選擇「普通」的受測者會比選擇「非常不同意」的受測者更傾向同意，並無法知道兩者之間其程度相差多少。Stevens(1946)指出凡是牽涉到平均數和標準差等統計分析方式，皆不能用在順序尺度上，而是必須採用具有等距尺度(Interval scale)的資料，等距尺度資料衡量之數字不僅可代表大小或優劣順序，且數字之差距可代表其差異之程度。透過 Rasch 模式，這些問卷量表所得到的順序尺度資料便可以適當的轉換成等距尺度資料，以本研究空間焦慮量表為例，更能够有效且精確的反應出受測者在調適空間焦慮的能力差距，並且有利於後續更精

準的統計分析(王文中, 2004)。Rasch 模式最早僅在處理二元計分資料(如是非題對或錯)的分析上, 可以下列公式表示之:

$$P_{gi}(U_{gi} = 1 | \theta_g, \beta_i) = \frac{\exp(\theta_g - \beta_i)}{1 + \exp(\theta_g - \beta_i)} \quad (2)$$

其中

U_{gi} 為受測者 g 在題項 i 上的反應, 答對等於 1, 答錯則等於 0;

P_{gi} 為受測者 g 答對題項 i 的機率;

θ_g 為受測者 g 的能力值;

β_i 為題項 i 的難度值。

對應至本研究則

U_{gi} 為受測者 g 在焦慮來源 i 上的反應, 不同意感到焦慮等於 1, 同意感到焦慮則等於 0;

P_{gi} 為受測者 g 對焦慮來源 i 回答不同意感到焦慮的機率;

θ_g 為受測者 g 的空間能力;

β_i 為空間焦慮來源 i 的難度。

在上述公式中, 受測者 g 在焦慮來源 i 上的反應取決於 θ_g 和 β_i 的關係。以二分計分的格式(即「同意」或「不同意」)為例, 若受測者 g 的能力大於焦慮來源 i 的難度, 即 $\theta_g - \beta_i > 0$, 則答不同意的機率大於 0.5; 若 $\theta_g - \beta_i < 0$, 則答不同意的機率小於 0.5; 若 $\theta_g - \beta_i = 0$, 則答不同意的機率等於 0.5。 $\theta_g - \beta_i$ 的值介於正負無限大, 但受測者對題項 i 回答不同意的機率應介於 0 和 1 之間, 故先將 $\theta_g - \beta_i$ 以自然對數轉換, 即 $\exp(\theta_g - \beta_i)$, 使其值介於 0 和無限大之間。然後將該轉換後數值除以 $1 + \exp(\theta_g - \beta_i)$, 就可以達成機率必須介於 0-1 之間的要求, 此即所謂的 Rasch 模式(王文中, 1996)。

隨著心理測量理論的發展, Rasch 模式也可應用在多元計分題型, 包括多重選擇題、簡答題的測驗或者是李克特量表等形式的問卷或是測驗。多元計分模式與二元計分模式最大的不同在於, 多元計分模式在題目的計分上, 不再只是答對與答錯兩種, 而是區分為許多不同的等級, 分別表示受測者不同的能力水準, 更能精確地估計受測者的潛在能力(Ostini & Nering, 2006)。Wright and Masters(1982)歸納各種適用於次序反應資料的模式, 由單參數模式加以延伸, 提出了適用於多分題的部分計分模式(Partial Credit Model, PCM), 此一模式的發展在於分析有多個階段(Step)的題目, 完成某一個階段則給予部分的分數, 計分不只是對與錯, 而是依據所回答的同意程度給予分數, 只要題目是依其知識程度的不同或依其回答的同意程度不同而給予不同的分數時, 皆可以使用這一個模式。在部分計分模式中, 若該題有 m 個階段, 則會有 $m-1$ 個階段難度(Step Difficulty), 或稱閾難度(Threshold difficulty)。部分計分模式可視為 Rasch 模式的延伸, 當部分計分模

式應用於二元計分題的題目上，部分計分模式就簡化為 Rasch 模式。因此除了項目反應理論的基本假設之外，部分計分模式也就依循著單參數模式的等鑑別力與等猜測值的基本假設。其模式可以下列公式表示：

$$P_{xgi} = \frac{\exp \sum_{j=0}^x (\theta_g - \beta_{ij})}{\sum_{k=0}^{m_i} \exp \sum_{j=0}^k (\theta_g - \beta_{ij})} \quad (3)$$

其中

P_{xgi} 為受測者 g 於題項 i 選擇類別 x 的機率；

β_{ij} 為題項 i 第 j 個選項的題項階段難度參數 (Step Difficult Parameter) 或類別交會參數 (Category Intersection Parameter) 或稱閾難度參數 (Threshold difficulty Parameter)；

θ_g 為受測者 g 的能力值。

參、研究方法

本研究採用實驗設計的方式，徵求受測者參與實驗，完成設計的任務，在進行實驗任務前，受測者需填答一份空間焦慮量表 (Spatial Anxiety Scale)，藉此獲得受測者空間能力相關資訊，而在實驗過程中，除了記錄受測者完成任務的時間，也同時觀察受測者操作界面的次數與過程等客觀導航績效，以利後續資料分析，探討空間能力不同與性別差異於車用導航系統介面使用是否存在差異。

一、 實驗架構

Green(2001)指出駕駛人於開車時操作車用導航系統，容易導致車禍的發生，為了確保受測者有一個安全與不易受到干擾的受測環境，本研究不讓受測者於實際道路駕駛中進行實驗，實驗地點將於一個安全且不易受到干擾之室內空間。所用的實驗設備包括三台可攜式導航裝置、一台錄影機、任務單與受測問卷，可攜式導航系統選用的品牌分別為 GARMIN(nüvi 2465T)、Mio(Moov S409)、TomTom(XL IQ Routes)，皆為 4.3 吋觸控式螢幕，實驗過程中將使用攝影機記錄，以利後續資料數據整理分析。

二、 實驗設計內容

本研究之實驗設計分為任務達成與問卷填寫兩部分，任務部分又分為基本任務與實驗任務，問卷內容為空間焦慮量表 (Spatial Anxiety Scale)，以下將說明本研究之任務內容與問卷內容。

1. 任務單設計：本研究將任務分為基本任務與實驗任務兩部份，基本任務主要讓受測者熟悉可攜式導航裝置的操作，而實驗任務為受測者進行的主要任務。
2. 空間焦慮量表：本研究根據 Lawton(1994)為了衡量個體在八種需要空間導航能力的假設情境中個體的焦慮程度所發展出的量表，這八種情境是由兩位方向感不好的心理學家，他們描述八種令他們在尋路時感受到焦慮的情況，以李克特五點量尺做為衡量方式。

三、 實驗對象

本研究以有使用過或未使用過車用導航系統為受測對象，首先採行獨立樣本設計(Independent Sample Design)將受測者打散，分別接受不同的實驗處理，每一個受測者只接受一種特定的實驗處理，本研究運用隨機分派(Random Assignment)，讓受測者以抽籤之方式決定受測的車用衛星導航系統，並以方便抽樣之方式找尋 600 位受測者(陳順宇，2002)。

肆、資料分析

本章針對實驗所收集到之數據進行分析，統整受測者的基本資料，並說明達成各任務的逐步步驟與分析問卷。

一、 樣本特性分析

受試者共 600 位，男性與女性各 300 位。年齡層集中於 18-25 歲，占總樣本數 87.3%，教育程度以專科大學為主，占 77.3%，碩士以上次之，占 21.5%。受試者沒有使用過本研究車用衛星導航系統相似產品之受試者也占多數(69%)，受試者基本特性資料整理如表 2 所示。

表 2 受測者基本資料分析

項目		樣本數(人)	百分比
性別	男性	300	50%
	女性	300	50%
年齡	18-25	524	87.3%
	26-30	61	10.2%
	31-35	12	2%
	36-40	2	0.3%
	41-45	1	0.2%
教育程度	高中職	7	1.2%
	專科大學	464	77.3%
	碩士(含以上)	129	21.5%
是否曾使用車用衛星導航	是	186	31%
	否	414	69%

二、 任務分析

本小節為說明實驗任務基本的操作方式，並將步驟數與完成任務時間進行初步的統計分析。

1. 任務操作分析

實驗任務的基本操作方式為受測者需藉由操作機台介面來設定起點與終點並進行路徑規劃，最後記錄總開車距離即完成。了解基本操作的步驟，進一步分析受測者在各項任務的步驟數與完成任務時間，同時觀察受測者的操作情緒與習慣。

2. 任務結果分析

任務記錄操作步驟數與操作完成時間。表 3 為性別於操作各任務時，其操作步驟數與任務操作時間之平均數與標準差，可以得知男性在操作車用衛星導航系統執行任務的效率上皆是優於女性，即男性以較少平均操作步驟數、較短平均時間完成任務。表 4 為操作不同機台的受試者，其操作步驟數與任務操作時間之平均數與標準差，可以得知 TomTom 機台操作績效最佳，以較少平均操作步驟數、較短平均時間完成任務，其次是 Mio 機台，最後則是 Garmin 機台。然而上述結果仍需做進一步統計分析，以獨立樣本 T 檢定以及變異數分析進行驗證。

表 3 性別之平均數與標準差

項目	性別	人數	平均數	標準差
任務操作步驟數	男性	300	121.37	53.28
	女性	300	128.33	60.33
任務操作時間	男性	300	310.45	114.79
	女性	300	332.17	131.74

單位：任務操作步驟數(次)、任務操作時間(秒)

表 4 機台之平均數與標準差

項目	機台	人數	平均數	標準差
任務操作時間	Garmin	200	356.18	127.74
	Mio	200	317.49	116.1
	TomTom	200	290.25	119.29
任務操作步驟數	Garmin	200	162.77	63.15
	Mio	200	110.04	38.91
	TomTom	200	101.75	45.45

單位：任務操作步驟數(次)、任務操作時間(秒)

由表 5 得知不同性別僅在任務的操作時間皆有顯著差異。接著進行單因子變異數分析，分析結果如表 6 所示，操作不同機台的受試者在任務操作時間與步驟數皆有顯著差異，表示操作不同機台的受試者，在客觀操作績效上存在顯著差異。

表 5 性別於任務操作時間、操作步驟上差異之獨立樣本 T 檢定(*p-value < 0.05)

	p-value
操作時間	.032*
步驟數	.134

表 6 機台相異下步驟數與時間變異數分析(*p-value < 0.05)

	F	顯著性
操作時間	14.95	.000*
步驟數	86.84	.000*

由於變異數分析表整體 F 檢定結果顯著，亦即三種機台間至少有兩台機台的平均數之間有顯著差異，故進行事後比較分析。本研究運用多重事後比較法進行分析。由表 7 中發現，使用 Garmin 和使用 Mio 在任務操作時間與步驟數上皆有顯著差異。而操作 Garmin 與操作 TomTom 在任務操作時間與步驟數上也存在顯著差異。

表7 機台間之多重事後比較(*p-value<0.05)

依變數	(I)機台	(J)機台	平均差異(I-J)	顯著性
操作時間	Garmin	Mio	38.69	0.004*
		TomTom	65.93	0.000*
	Mio	Garmin	-38.69	0.004*
		TomTom	27.24	0.064
	TomTom	Garmin	-65.93	0.000*
		Mio	-27.24	0.064
步驟數	Garmin	Mio	52.73	0.000*
		TomTom	61.02	0.000*
	Mio	Garmin	-52.73	0.000*
		TomTom	8.29	0.145
	TomTom	Garmin	-61.02	0.000*
		Mio	-8.29	0.145

為了解性別於各種機台操作績效上是否有顯著差異，將男性與女性於各機台之操作績效整理如表 8，表 8 為操作不同機台的男性與女性之操作步驟數與操作完成時間的平均數與標準差，可以知道男性不論操作何種機台，其平均操作時間與操作步驟數皆是優於女性。然而上述結果仍需做進一步統計分析，以獨立樣本 T 檢定以及變異數分析進行驗證。由表 9 得知性別於各機台之操作績效上並沒有顯著差異存在。

表 8 性別於各機台操作績效之平均數與標準差

	性別	機台	人數	平均數	標準差
任務操作時間	男性	Garmin	100	345.63	120.07
		Mio	100	304.36	101.69
		TomTom	100	281.36	113.58
	女性	Garmin	100	366.73	134.75
		Mio	100	330.63	128.09
		TomTom	100	299.14	124.67
任務操作步驟數	男性	Garmin	100	159.21	57.52
		Mio	100	106.74	35.34
		TomTom	100	98.17	42.53
	女性	Garmin	100	166.32	68.43
		Mio	100	113.34	42.11
		TomTom	100	105.33	48.13

單位：任務操作步驟數(次)、任務操作時間(秒)

表9 性別於各機台操作績效T檢定(*p-value<0.05)

	p-value
操作時間	.032*
步驟數	.134

為了解受測者特性之差異是否影響操作之客觀績效，本研究將納入「是否曾使用車用衛星導航」樣本特性分別進行獨立樣本 T 檢定。由表 10 得知使用車用衛星導

航經驗在操作績效上皆產生顯著差異存在，其中有使用經驗的受試者之操作績效顯著優於無使用經驗的受試者。

表 10 使用車用衛星導航經驗 T 檢定(*p-value < 0.05)

	p-value
操作時間	0.004*
步驟數	0.001*

3. 任務求救分析

本研究將受試者所詢問的問題分類並統整於表 11，分類說明如下：(一)不清楚功能鍵用途：受試者於主選單以及進行路徑規劃時，不了解各個功能鍵之用處，例如 Garmin 機台將路線規劃之功能歸類於「航線航程」鍵，許多受試者在進行題目要求之路線規劃時，因為不清楚「航線航程」所表達之意思而沒有點選，進而詢問；(二)不清楚操作選項鍵用處：受試者於進行任務操作，有時設錯路名需要更正或是需要調整路線順序等，不清楚需要點擊介面上那一個按鈕而詢問；(三)不清楚介面顯示資訊：受試者對於路線規劃後顯示在介面上的資訊無法了解，如路線總距離、介面顯示「請輸入街道」時不清楚是輸入路名之意思，進而詢問；(四)題目誤解或看錯介面顯示資訊：受試者未看清楚題目內容，而產生問題詢問，如路名、門牌號碼、起點終點順序顛倒等。

表 11 受試者詢問問題統整

問題	性別	人數	百分比	人數總和
不清楚功能鍵用途	男	42	41.58%	101
	女	59	58.42%	
不清楚操作選項鍵用處	男	28	40%	70
	女	42	60%	
不清楚介面顯示資訊	男	11	57.89%	19
	女	8	42.11%	
題目誤解或看錯	男	5	71.43%	7
	女	2	28.57%	

三、 Rasch 模式分析

1. 基本統計結果

本研究使用 Winsteps 軟體進行 Rasch 模式分析結果。本研究採用之空間焦慮量表共有八個題項，每題皆有五個選項，分別為「從不」、「很少」、「偶爾」、「經常」、「總是」，選填「從不」之受試者，表示該題項所敘述之情形，對該位受試者來說，並不會產生焦慮或是不安之情緒，因此適應空間焦慮能力較高，故於量表問卷中，將「從不」、「很少」、「偶爾」、「經常」、「總是」分別給予「5」、「4」、「3」、「2」、「1」編碼以利後續給分，即若是受試者選填「從不」，於模式分析中轉為 5 分，受試者填寫數據於 Rasch 模式校估後之基本統計結果如表 12 所示。受試者能力參數為 0.21(正值)，表示受試者能力普遍可以克服題項之難度，於作答題項時，會偏向選答「從不」，亦即題項所敘述之情境普遍不會造成受試者感到焦慮或不安之情緒，受試者對於空間焦慮適應

的能力不錯。而受試者與題項之 Infit 與 Outfit MNSQ 皆符合 0.5~1.5 範圍內、Infit 與 Outfit Zstd 也符合-2~2 之間，表示資料有良好的模式適配度(Linacre, 2011)。

表 12 Rasch 模式基本統計量分析表

600 位受試者								
	原始分數	資料比數	受試者能力	標準差	Infit		Outfit	
					MNSQ	Zstd	MNSQ	Zstd
平均數	24.9	8	0.21	0.56	1	-0.1	0.99	-0.1
受試者信度：0.83								
8 個題項								
	原始分數	資料比數	題項難度	標準差	Infit		Outfit	
					MNSQ	Zstd	MNSQ	Zstd
平均數	1268.8	600	0.00	0.06	1	-0.1	0.99	-0.2
題項信度：0.99								

2. 受測者能力分析

下表 13 更細部呈現各個受試者對於空間焦慮適應之能力，能力值越高表示能力越佳，按照能力由高至低排列，並列出各受試者之適配指標。根據 Rasch 模式校估結果，本研究 600 位受試者當中，編號 168 號之受試者其能力值 5.29 為最高，而編號 12 號之受試者其能力值-4.33 為最低，此外，為了檢查各個受試者是否符合 Rasch 模式分析假設，故將各個受試者之 Infit Zstd 值與 Outfit Zstd 值羅列至表格中提供判斷。經刪除 Infit Zstd 與 Outfit Zstd 不符合-2~2 範圍內之受試者後，剩下之受試者人數為 541 位。

表 13 受試者能力值與適配指標

受試者編號	原始分數	能力值	標準差	Infit Zstd	Outfit Zstd
168	39	5.29	1.08	-0.28	-0.59
289	39	5.29	1.08	0.37	0.27
...	...				
586	11	-3.78	0.7	2.56	1.48
12	10	-4.33	0.8	-0.67	-0.73

3. 空間能力分析

Lawton(1994)指出空間能力越佳的人們，越能夠適應或是克服空間焦慮，使焦躁不安的情緒較不易產生，因此，本研究將適應空間焦慮之能力視為空間能力之一種進行探討分析，而許多研究指出男性在空間能力的表現是優於女性(Saccuzzo et al., 1996; Lawton, 2010; Silverman et al., 2007)，本研究於此進行分析探討。此外，空間能力之差異，是否對於操作導航績效上有所差異，也是本研究所欲探討的部分。表 14 為將 541 位受試者按性別分為男性與女性之空間能力值之平均數與標準差，表 15 為獨立樣本 T 檢定的結果，由顯著性欄位可知已達顯著水準，平均的差異值為 0.5408，表示於本研究蒐集之資料下，性別在空間能力上確實有顯著差異存在，其中男性的空間能力顯著優於女性的空間能力。

表 14 性別於空間能力之平均數與標準差

項目	性別	人數	平均數	標準差
空間能力值	男性	266	0.5866	1.5573
	女性	275	0.0458	1.4699

表15 性別獨立樣本T檢定(應變數為空間能力)(*p-value < 0.05)

	p-value
操作時間	.000*
步驟數	.000*

將 541 位受試者之空間能力由低至高排序並分成兩組，分別為「低空間能力組」、「高空間能力組」，表 16 為這兩組受試者於操作績效之平均數與標準差。由表 17 中可以得知，「高空間能力組」在操作時間與操作步驟數上皆優於「低空間能力組」。進一步進行獨立樣本 T 檢定，可以由表 22 中顯著性欄位得知皆未達到顯著水準，表示不同空間能力組別，其操作時間與操作步驟數上沒有顯著差異存在。

表16 空間能力組別於操作績效之平均數與標準差

項目	空間能力組別	人數	平均數	標準差
操作時間	高	271	319.2268	127.6322
	低	270	321.4116	123.3408
操作步驟數	高	271	123.18	51.499
	低	270	124.89	62.834

表17 性別獨立樣本T檢定(應變數為空間能力)(*p-value < 0.05)

	p-value
操作時間	.084
步驟數	.073

伍、結論與建議

本章之目的為說明實驗結果分析，進行結果描述，並提出未來研究建議。

一、研究結論

本章為統整前述，說明本研究之結論，並提出未來研究建議。以下分為任務記錄分析與求救分析兩部分

1. 任務記錄分析之結論

在任務記錄分析中，據統計分析結果，分別提出不同機台於操作績效中產生顯著差異以及分析不同性別在使用車用導航系統執行任務效率上顯著差異之原因。在使用不同機台執行任務效率方面，使用 Garmin 機台效率最差，根據觀察，Garmin 機台設定動作較為複雜，例如在進行路徑規劃時，尚需為設定的路線去做命名的動作，才能完成規劃得到答案，而在設定交叉路口時，必須先讓系統設定在該縣市，之後再分別搜尋第一個街道與第二個街道，相較於另外兩台機台是輸入第一個街道後，就會條列出所有與之相交叉的街道以供選擇，因此，在操作績效方面，Garmin 呈現需要較多的時間與操作步驟數來完成任務。

而在不同性別使用車用導航系統執行任務效率上，男性不論在操作步驟數以及完成任務時間上都比女性以更少的次數以及更短的時間達成。驗證 Cutmore et. al (2000)指出兩性在執行虛擬空間的任務上，男性相較於女性有較好的表現，Xianghong(2003)也提出男性在模擬駕駛環境中操作導航系統完成任務時，男性表現較優。

2. 任務求救之結論

女性無論在使用任何機台去執行任務時，求救次數皆多於男性，在 Garmin 機台部分，受測者主要碰到的問題為進行路徑規劃時，設定好起迄點後，不清楚尚需為這條路線去做命名的動作，才能完成規劃得到答案。在 Mio 機台部分，受測者普遍詢問該如何增設經由地的交叉路口，原因可能為 Mio 機台必須先點選「新增目的地」按鈕，然後才可以設定交叉路口，但是「新增目的地」可能會讓受測者混淆，認為目的地已經設置好了，而不會再去點選。在 TomTom 機台中，受測者大多詢問該如何輸入門牌號碼，原因可能是在介面操作上，輸入好路名後，下方會顯示數字，然而這是用來搜尋巷、弄，許多受測者在此困惑許久，並不清楚是要先點選上方所條列的路名後，才會進入輸入門牌號碼的頁面。

二、 介面改善建議

本研究根據受測者操作後的回饋提出以下介面設計改善的建議，說明如下：

1. 因使用者在操作介面時，容易誤觸或點擊錯誤的位置進行規劃搜尋，然而欲離開時，找不到或不清楚返回的功能鍵，進而慌張疑惑，建議介面需設計可直接返回目錄或原始畫面之按鍵。
2. 部分男性在輸入地址介面時，反應注音符號的位置和平時習慣電腦鍵盤上的位置不一，致使在搜尋上有所困難，建議輸入介面可以以大眾化接受的方式予以設計。
3. 由於現今智慧型手機普遍，受測者在操作車用導航系統介面時，習慣滑動來搜尋，然而 TomTom 並沒有滑動的介面設計，而 Mio 與 Garmin 的介面雖然有滑動操作介面的設計，但技術上似乎不夠準確，很容易觸碰到其他功能鍵，建議未來在介面滑動設計技術上有待加強。

三、 未來研究建議

本研究根據實驗觀察與分析提出以下建議：

1. 本研究為在室內進行導航系統介面操作，並未接收衛星訊號，與實際使用情形有所差異，因此建議未來研究實際在真實駕駛環境中使用車用導航系統，研究受測者所呈現之使用行為的差異。
2. 智慧型手機已經逐漸普及化，其結合了諸多附加功能，包括導航功能，市場也預估車用導航系統未來的市占率將會被智慧型手機瓜分，建議未來研究可以將智慧型手機導航功能納入比較，是否在操作使用上與車用導航系統有所差異。
3. 在客觀績效分析方面，本研究僅考慮受測者的操作步驟數與完成時間，建議未來研究可考慮將受測者操作車用導航系統時的心跳數、眼睛眨眼頻率等生理反應變數納入探討與研究。

4. 不同的個人特質，可能在使用車用導航系統時有不同的操作行為，本研究主要考慮性別，且集中在年輕族群，建議未來研究可納入不同年齡層進行分析探討。

參考文獻

1. 交通部，2011，『自用小客車駕駛人男女比率』，未出版之統計數據。
2. 沈勤譽，2011，『PND品牌2011年1Q市佔』，DIGITIMES。
3. 杜佩縈、陳豫德，2010，『回顧2009年全球PND產業發展』，工研院IEK-ITIS計畫。
4. 周駿呈，2006，『GPS領導廠商營運佈局策略分析-Garmin』，工研院IEK-ITIS計畫。
5. 洪士峰，2000，『男女有別，其來有自?』，Cheers 雜誌第2期。
6. (以下略)因篇幅限制，如您對文獻有興趣，請逕洽作者。

The Effects of Gender Differences and Spatial Anxiety on Usability of In-Vehicle Navigation Systems

Yen-Chieh Wang

Department of Transportation and Communications Management Science,
National Cheng Kung University
r56991204@mail.ncku.edu.tw

Pei-Chun Lin

Department of Transportation and Communications Management Science,
National Cheng Kung University
peichunl@mail.ncku.edu.tw

Abstract

We connected the level of spatial ability and sex to analyze the usability of In-Vehicle Navigation Systems in this research. This work adopted an experimental design for collecting data, and to investigate whether gender differences have an impact on the definition of good interface design. Study results show that men are superior to women in the performance of operating the In-Vehicle Navigation Systems. We also found that women tend to have higher level of spatial anxiety than men. This study's results provide a better advice for the reform of interface display.

Keywords: In-Vehicle Navigation Systems, Gender differences, Spatial Anxiety