

# 擴增實境使用者操作介面研究—以銀髮族 3D 試戴系統為例

柯志祥、張文德

## 摘要

3D 擴增實境頭像辨軟體，能讓銀髮族免去現場試戴的時間壓力與困窘，但相關評估研究卻很少。本研究分析頭飾產品配戴系統操作之年齡、介面設計、操作方式與性別因子間的相關性。以銀髮族 56 名與年輕族群 63 名為受試樣本。採 2×2×2×3 四因子混合研究設計：年齡（年輕 / 銀髮族）、性別、拓蹠結構（線性 / 混合）與任務複雜度（易 / 中 / 難），依變項為任務時間與問卷得分。研究發現：1. 銀髮族介面操作整體時間明顯較年輕族群多；2. 混合式拓蹠架構介面，在不同任務複雜度情形下，皆能獲得優於線性式架構的操作表現；3. 年齡、拓蹠架構任務難度與 SUS 及尋路策略具相關性。本研究提出使用者操作經驗、介面測試與評估之理論模型，對臺灣高齡設計有所貢獻。

- ◎ 關鍵字：3D 擴增實境、介面設計、性別、拓蹠、銀髮族、臉部辨識
- ◎ 本文第一作者柯志祥為國立臺灣科技大學設計系副教授；第二作者張文德為國立臺北教育大學藝術與造形設計學系副教授。
- ◎ 通訊作者為張文德教授，聯絡方式：Email：wtchang@mail.ntue.edu.tw；通訊處：10671 臺北市大安區和平東路2段134號國立臺北教育大學藝術與造形設計學系。
- ◎ 收稿日期：2018/02/02 接受日期：2018/11/19<sup>1</sup>

---

1. 本研究承蒙科技部會經費補助（計畫編號：MOST 106-2410-H-152 -017 -MY2），黃國珍博士與張循錚博士提供本研究諮詢服務，陳思涵與黃廷為介面開發，謹此致謝。

## A Study of AR User Interface — The 3D Portrait Try-on System for the Elderly as an Example

Chih-Hsiang Ko & Wen-Te Chang

### Abstract

With the augmented reality (AR) three-dimensional portrait try-on system, elderly people can avoid embarrassment or time pressure. However, few studies have focused on the relevant influential issues. In this study, two types of interfaces, namely linear and mixed, with face-reading technology were constructed and analyzed. There were two groups of experimental subjects: older people (28 men and 28 women) and younger people (31 men and 32 women). A2 (older/younger age)  $\times$  2 (gender)  $\times$  2 (linear/mixed topology) and 3 (easy/median/difficulty task complexity) mixed-factors experimental design was adopted. The dependent variables were operation time and spatial questionnaire responses. As the study result indicated, age, topology, and subjective spatial capacity significantly affected operation time, but with a gender effect. The younger group had better significantly performance than did the older one; mixed topology was superior to linear topology, and high subjective spatial memory score corresponded to short operation time. Thus, the mixed topological structure is superior to the linear structure because it properly integrates the merits of the hierarchal network topological structures. This study provides an example of AR 3D interface designs and evaluation for adults of all age groups, all of which can aid future studies.

- ⊙ Keywords: AR 3D, face reading, gender, interface design, the elders, topology
- ⊙ Chih-Hsiang Ko is an Associate Professor in the College of Design at National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan. The second author, Wen-Te Chang is an Associate Professor in the Department of Arts and Design at National Taipei University of Education.
- ⊙ Corresponding author: Wen-Te Chang, email: wtchang@mail.ntue.edu.tw, address: No.

134, Sec. 2, Heping E. Rd., Da'an Dist., Taipei City 106, Taiwan (R.O.C.), 10671.

⊙ Received: 2018/02/02 Accepted: 2018/11/19

## 壹、前言

虛擬 3D 產品互動體驗技術發展非常多元，應用議題、項目及相關技術也正逐漸擴大及快速發展，以人類頭像辨識技術應用於產品互動模擬與設計開發為例，更高的系統負載、更快的圖像運算速度、以及更銳利的光影、材質與顏色鏡頭解析度，正被不斷的推陳出新，價格也越來越便宜，這些原本是在研究與實驗室中的設備或技術，逐漸地被商品化及平民化地融入現代人的生活中，如具備臉部表情辨識功能的相機、觸控平板電腦、智慧型手機以及遊戲主機，可見其應用層面已非常廣泛。

相較於 2D 頭像辨識技術更精確的辨識力，虛擬 3D 頭像辨識技術可避免在形狀、光影與材質等易導致誤判的問題（鍾慶豐，2008）。目前虛擬 3D 頭像辨識技術相關的軟體非常多，應用於頭飾配戴模擬之相關開發與研究卻不多，針對銀髮族的相關研究更是少見，本研究擬藉由 3D 頭像辨識的軟硬體建構，及相關技術的研究與探索，提出 3D 頭像辨識技術，應用於銀髮族頭飾產品模擬介面開發與研究。

藉由 3D 頭飾配戴模擬系統，銀髮族可以電腦模擬方式進行頭飾試戴及模擬。相較於傳統頭飾的購買或選擇，都是請受試者親自試戴後、測試後，再請配戴者照鏡斟酌整體美感、尺寸與舒適度等細節。操作者可從家中電腦上網，經由相機擷取影像，配合虛擬技術模擬產品使用情形，直接檢視是否喜歡，重複比對產品不同規格、樣式、配色、造形等需求，可省去店家與顧客溝通不良的尷尬情形，亦無須在意店員或顧客的眼光，更不會有試穿次數與時間壓力，及配戴或使用後不滿意卻不敢說的窘境。

在設計研究貢獻方面，虛擬 3D 產品與互動體驗技術的重要價值，在於透過虛擬技術擬真產品的操作經驗與情境，研究者可從操作者虛擬 3D 產品操作體驗過程中，同步以進行紀錄與資料分析，可精確且方便地掌握產品操作問題、喜好度及使用經驗等問題。

本研究議題涵蓋年齡、性別、3D 頭像辨識技術、介面開發與評估等議題，針對虛擬 3D 頭像技術，與頭飾產品配戴模擬系統進行開發及測試，分析不同虛擬 3D 技術、介面設計、操作方式與使用者變項（如性別）的相關性，最後提出具體之研究成果結論與建議，期能對臺灣高齡社會（aged society）產品開發與及福祉設計有所貢獻。

獻。

綜上所述，本研究目的：

- 一、調查銀髮族對虛擬 3D 頭像辨識擬真數位模型之不同設計提案操作方式的偏好、滿意度與個體差異。
- 二、歸納並提出銀髮族虛擬 3D 頭像辨識、頭飾設計及介面開發設計之研究成果與建議。

## 貳、文獻探討

### 一、3D 頭像辨識技術

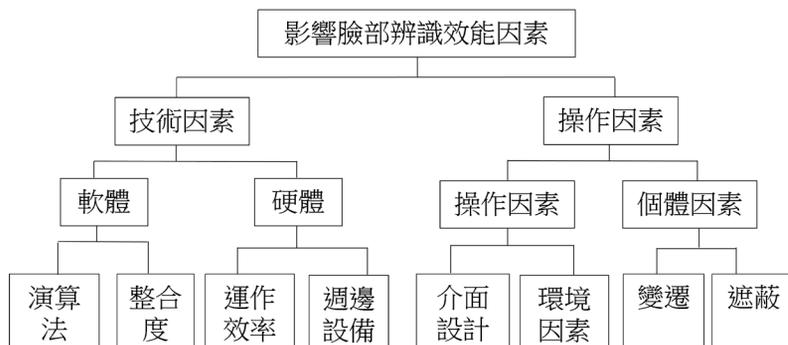
頭像辨識與身分識別技術相關，也和聲紋、眼膜、指紋、掌紋、密碼、字跡及生物晶片等身分證辨識系統需求相似，藉由紀錄及比對人們獨特的特徵，確保個人身分辨識的精確度，避免被誤判、盜用或冒用情形（李建興、林應璞、游凱倫，2000；王慶偉，2011；許富淞，2012）。其中，又以人臉辨識系統最為相關，根據博思數據研究中心指出，以大陸市場為例，人臉識別技術正廣泛應用於許多重要行業，市場規模持續增長，2010 年市場規模約 6.7 億元，2015 年市場規模預計將成長為 14 億元（劉勇，2013）。

人臉辨識技術已非常成熟，可概分為整體特徵及局部特徵兩種方法。整體特徵法是將人臉進行統一辨識，而局部特徵法則是先找局部特徵進行辨識，最後再統合所有局部特徵結果做出判定決策。相較之下，局部特徵法準確率較高，但局部特徵間的對位技術上仍有待突破（柯志祥，2015；羅正漢，2018）。因為目前沒有一套客觀的標準協定，可評定 3D 頭像辨識演算法的效能優劣，造成此窘境之因素，主要在於目前具公信力的標準 3D 臉部影像資料庫不多，可以協助測試開發臉部運算的演算法，所以在談 3D 頭像辨識演算法效能時，通常是以其正確辨識率（True Acceptance Rate，簡稱 TAR）、失敗警告率（False Alarm Rate）、失敗可接受率（False Acceptance Rate，簡稱 FAR）或失敗拒絕率（False Rejection Rate，簡稱 FRR）等因子來概估。

綜上所述，本研究將 3D 頭像辨識系統效能的影響因子關係，歸納整理為技術與

操作兩大因素（圖一）。技術因素包含系統軟、硬體之演算整合、效能及週邊等問題。操作因素則包含介面環境因素與銀髮族使用者臉型變遷或遮蔽等議題，3D 頭像辨識系統的優劣，亦可從兩大因素實驗變項之交互影響進行評估。

圖一：影響 3D 頭像辨識因素關係圖



## 二、銀髮族人口趨勢與需求

我國零歲平均餘命，從 1993 年到 2013 年共成長了 5.2 歲，顯示平均餘命延長水準頗高，已與許多先進國家並駕齊驅，並有超越之勢（表一）。國家發展委員會人口推計報告（2014-2061 年）亦指出，我國 2018 年 65 歲以上人口所占比率將達 14.6%，進入高齡社會（aged society），預計於 2025 年超過 20%，即將邁進超高齡社會（super-aged society）之列（行政院主計處，2016）。

老化是人人皆無法避免的事實，年老時頭腦不癡呆，心智、身體功能運作良好，「成功老化」是大家都希望擁有的未來。「成功老化」一詞，早在 60 年代就被部分社會學家採用，到了 80 年代，心理學者及行為學派則更確立了成功老化的定位（Rowe & Kahn, 1997；Phelan & Larson, 2002）。成功老化是銀髮族的理想，銀髮族娛樂休閒相關產品正是一龐大商機（邱莉玲，2013；林貞好，2016），而相關介面產品開發所衍生的可用性、安全性、及娛樂性等議題，亟需更多政府、產業與學界的研究與發掘。對銀髮族群而言，由於身、心理機能日益老化。

在設計過程中以銀髮族使用者實際互動和使用經驗為設計規範，精確掌握銀髮族使用者需求即是銀髮族產品開發的基本精神。為了達到此目的，銀髮族群相關研究

數量正逐年快速成長，帶動了銀髮族產品設計相關軟硬體技術的提升與經濟商機。因此，本研究擬納入年齡因子，探索不同年齡族群、介面設計作為績效的相關性。

表一：近年我國零歲平均餘命國際比較

	兩性	男性	女性
中華民國	80	77	83
日本	83	80	86
中國大陸	75	74	77
南韓	81	78	85
馬來西亞	75	73	77
新加坡	83	80	85
菲律賓	69	65	72
美國	79	76	81
加拿大	81	79	84
英國	81	79	83
法國	82	79	85
德國	80	78	83

資料來源：《國民幸福指數統計》。行政院主計處，2016。取自 <https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=40131&ctNode=5624>

### 三、個體差異與尋路策略

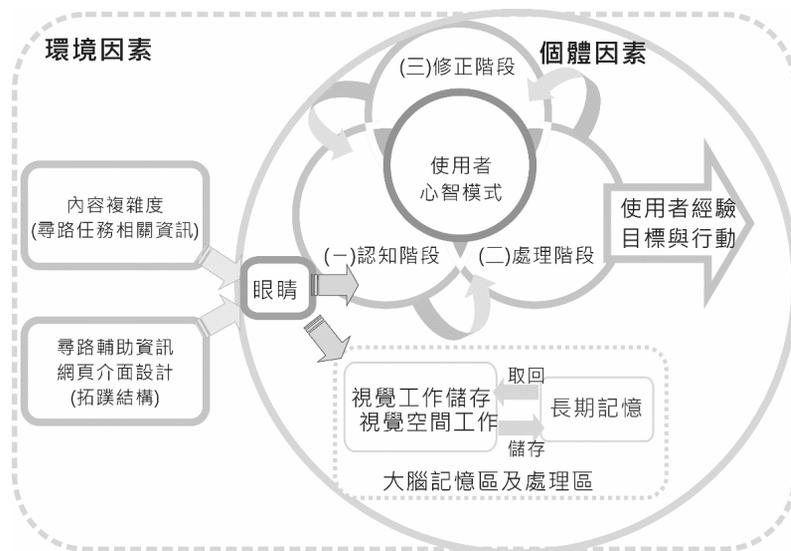
除了年齡因子之外，目前所探討的介面操作個體差異，多是以視覺化輔助資訊與任務行為相關議題為主，但人類的感知器官至少有六大類：視覺、聽覺、嗅覺、味覺、觸覺與想像，且感官之間又可同步交互影響。一般而言，不同學理對於記憶與資訊處理功能分離的看法趨於一致，也與傳統工作記憶理論相同（Baddeley, 1986；Logie, 1995），這對解釋不同任務所涉及的核心因素極為重要，譬如，環境資訊是被動／主動或動態／靜態的呈現模式，與工作記憶間的交互影響（因情境不同影響視覺空間工作記憶的負載），就被認為是可用於解讀個體差異的關鍵要素（Cornoldi & Vecchi, 2003）。

圖二所示即為本研究整合上述，人—環境任務心智處理過程與介面輔助關係圖。根據資訊處理理論（information processing theory）（Gleitman, 1995；Goldstein,

1994) 的主張，人類記憶容量是有其限制的 (Lang, Geiger, Strickwerda, & Sumner, 1993; Lang, Schwartz, Chung, & Lee, 2004)，若所需處理的空間資訊過多，將會超出工作記憶的負荷極限。相對地，較佳的拓撲結構介面設計應能減輕任務操作時工作 (短期) 記憶資訊容量，除了確保任務完成外，還可降低視覺工作記憶負荷，進而提昇任務績效。

先前研究曾提出可用於量測介面操作績效與尋路經驗的研究案例 (Chang & Chen, 2011; Chang & Chien, 2015)，量測尺度與方式會因研究焦點而有所不同 (Ruddle & Lessels, 2006)，從個體差異對尋路策略影響的觀點來看，Dabbs、Chang 與 Strong (1998) 指出，不同尋路策略是可以解釋並導致個體差異消失的主要因素。除此之外，張天鳳與李峻德 (2008) 曾採用地標輔助與尋路策略傾向對空間知識之影響相關性分析，研究發現，俯瞰策略尋路者比路徑策略尋路者的空間感佳。也有研究用尋路策略問卷，討論空間能力與性別因素的相關性 (張文德, 2008) (參照附錄一)，並證實俯瞰尋路得分高者具有較高的空間能力，原因是俯瞰尋路者能在俯瞰策略與路徑策略間切換。

圖二：人一環境心智處理過程與介面輔助關係圖



資料來源：本研究整理。

本研究將針對尋路任務所需時間進行量測與紀錄，納入性別因子，同時採用尋路策略問卷，以探索尋路策略如何影響操作績效的原因。

#### 四、介面設計原則

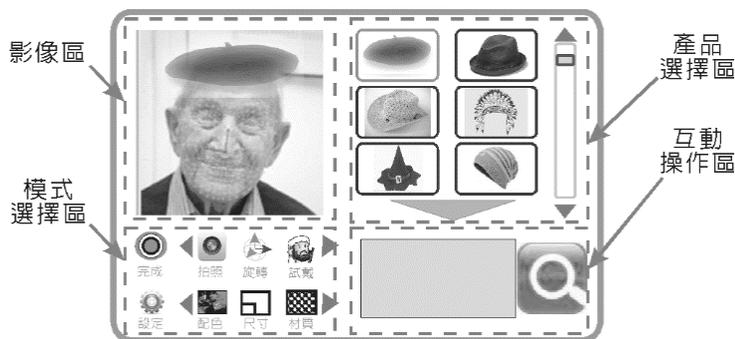
早期的產品設計，對人機互動的態度是採用「以人適事（fitting the man to the task）」的策略，著重於產品功能的完成，卻忽略使用者的能力限制與需求。現今的設計哲理則強調，產品應配合人們的能力而設計，亦即「為適合人們使用而設計」（designing for human use），不但提高人們操作產品的績效，更進一步追求使用者的安全性及舒適性，並以使用者的福祉和價值為設計宗旨（許勝雄、彭游與吳水丕，2010）。介面設計的本質即是為求人、機、境三者間的最佳互動設計，亦即「以人為中心」的設計（user-centered design）（Norman, 2003；Eason & Harker, 1997）。

在相關研究應用部分，目前只發現國內曾有廠商與研究單位，針對眼鏡的虛擬3D模擬，透過擴增實境技術進行介面開發與可用性測試（陳建雄、蕭文信、黃御彰、陳詩捷、蕭淑玲，2012），但人臉表情及銀髮族等相關議題，以及其它頭飾產品（帽子）的操作經驗，目前尚無相關整合研究。

在頭飾產品議題選擇方面，先前研究曾經專家會議與前測，討論與歸納出髮型、帽子、化妝造形、耳飾與眼鏡等產品項目（張文德、簡佑宏、劉耕銘，2017），濾除與性別因素可能影響之產品項目，最後以帽子與眼鏡等二項產品為虛擬3D頭飾產品模擬介面與開發之研究議題。圖三所示為該研究以帽子為例之銀髮族虛擬3D頭飾產品互動系統圖：概分為影像、模式選擇、產品選擇及互動操作等四區，影像區包括虛擬3D影像擷取、辨識與試戴等畫面之呈現，模式選擇包括拍照、旋轉、試戴、配色、尺寸、材質、設定及完成等功能模式選項，產品選擇提供產品之虛擬3D模型選擇，而互動操作包括搜尋、打字、角度、色彩、材質、尺寸等模式下之調整。

本研究依產品設計與介面設計流程，透過更多概念提案與銀髮族訪談、測試及相關技術開發，逐步修正使系統完善後進行變項之實驗研究與分析。

圖三：銀髮族虛擬 3D 頭飾產品互動初步系統圖例--以帽子為例



資料來源：本研究繪製。

## 五、介面架構設計

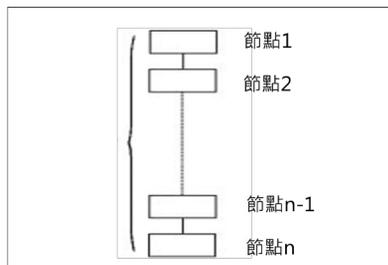
先前研究曾指出（Shin, Schallert, & Savenye, 1994；張文德，2017），最常被應用的介面設計形式之拓蹠結構。有關拓蹠結構是指資訊結構（information architecture），並非是系統介面（interface）的瀏覽形式。過去多數研究皆將此二者混用的原因，主要因在過往圖形使用者介面（Graphic User Interface，簡稱 GUI）尚未普及的網路時代，超連結（hyperlink）作為資訊搜尋（information retrieval）的主要方式而造成的錯誤觀念。Dillon（1994）與 Korthauer 與 Koubek（1994）針對超媒體資訊舉出有三種形式：既有性架構（inherent structure）、外顯性架構（explicit structure），內在性架構（internal structure）。定義上本質架構是比較接近拓蹠結構（Hammond & Allinson, 1989）。為避免使用者可能產生瀏覽（browsing）上的方向感迷失現象（feeling of disorientation），而以圖形使用者介面（GUI）重現的導覽（navigation）結構（Trigg & Suchman, 1989），以嘗試減輕使用者在瀏覽上的心智負荷。目前介面拓蹠樣是主要可歸納為線性式、階層式與網絡式三種型態（圖四）：

（一）線性式（linear）：採線性結構方式連結，原理和心智地圖的路徑知識極為相似，其特色是畫面與功能配置較單純，優點是每次顯示的資訊量非常少，沒有資訊處理負荷過量的問題，缺點是未提供完整的結構資訊，若遇到跨功能或跨頁面等操作任務時，可能會形成資訊處理負荷或工作記憶量過大的問題（如圖四-a）。

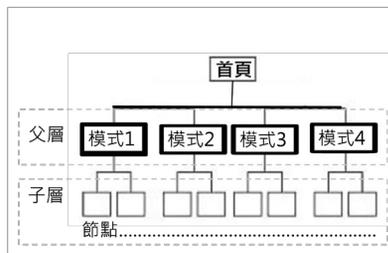
(二) 階層式 (hierarchy)：與線性式類似，但多了功能層級架構，可將相關功能分類顯示，其特色是畫面與功能配置較單純，優點是每次顯示的資訊量非常少，沒有資訊處理負荷過量的問題，缺點是未提供完整的結構資訊，若遇到跨功能或跨頁面等操作任務時，可能會形成資訊處理負荷或工作記憶量過大的問題 (如圖四-b)。

(三) 網絡式 (network)：採網絡結構方式連結，特色是所有功能與配置一目了然，其原理和心智地圖的俯瞰知識極為相似，優點是可以輕易地在不同功能或單元間，進行跳躍式或非線性的操作，缺點是當過多功能同時顯示，容易造成資訊處理負荷過載 (如圖四-c)。

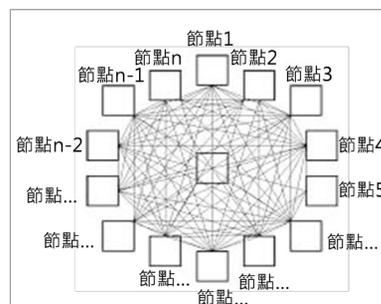
圖四：各種介面拓撲結構示意圖



a. 線性式架構



b. 階層式架構



c. 網絡式架構

資料來源：本研究整理。

比較並找出最佳的拓撲結構（Lin, 2003a；McDonald & Stevenson, 1998），或整合兩種結構的優點（混合式拓撲，mixed topology），是所有介面設計與評量的關鍵議題。另有研究證實，階層式與網絡式架構在任務執行時沒有顯著差異（Chang & Chen, 2011），因而建議將兩種架面架構混合，有可能超越線性式架構，但對銀髮族群而言，是否能因此超越線性式架構，則有待進一步實驗證實，並透過實驗證實評量混合式與線性式架構的操作績效。

## 六、任務難度

介面操作實驗依變項量測方面，有先前研究提出，任務量測方式應以操作總時間為依變項，在比較不同拓撲架構時，因為介面架構不同，其相對應之任務路徑、節點數及功能層數也會不同，不同拓撲架構之正確率及錯誤率將無從比較。即使在單一介面版本及唯一正確路徑時，任務複雜度、錯誤率及任務操作時間具正相關（成正比）（Chang & Chien, 2015）。因此本研究實驗依變項僅針對實驗操作總時間記錄，作為實驗結果分析依據。

有研究指出，銀髮族偏好線性式的簡單架構，且在任務操作時階層式與網絡式會出現比線性式績效差的問題（Lin, 2003b），需注意的是，如果沒有納入任務難度因子，則無法比較個體因素與任務難度間的相關性。Chen、Chang 與 Chang（2008）證實，多節點搜尋任務因為需要超過一個以上的頁面或節點的交互參照資訊，與多節點拓撲結構的網頁模式相似，將可因此節省跨頁搜尋路徑與時間。相對地，單節點搜尋任務因為只需要一個頁面或節點的資訊，和線性或階層式的拓撲結構的網頁模式相似，使用者所需的工作記憶負荷較少，並可避免其他不相關頁面的開啓與搜尋時間。

Coluccia 與 Louse（2004）曾以文獻回顧方式得到與此觀點相似的推論：1. 當任務較難時會出現個體差異；2. 任務的困難度取決於工作記憶負荷（working memory load）。其它研究也曾指出，若以工作記憶理論觀點來看，不需要記憶的簡單任務不會出現顯著個體差異；相對地，若是需要操作或轉化視覺空間資訊的任務（主動式任務）則會出現顯著個體差異（Coluccia, Bosco, & Brandimonte, 2007）。因此，本研究實驗擬納入任務難度因子，期能深入探索年齡、性別、拓撲架構與任務難度之間的關

聯性。

## 七、主觀介面評估工具

除了以任務實驗進行介面架構設計比較之外，SUS 系統可用性量表（System Usability Scale, 以下簡稱 SUS）（黃雪玲，1994；Bangor, Kortum, & Miller, 2009；張文德，2017）（參照附錄二），SUS 系統使用性量表內容共 10 題可用來評估使用者介面之使用性，這些量尺多式以李克特（Likert）主觀量尺為主，要求受試者從多向度對操作介面進行主觀評量，填答分數表示對系統使用性的認同程度，目的在了解產品使用的滿意程度。受測者在操作完介面後填答（包含正反面敘述的問題），調查受測者對於該介面的操作感受。將每道題目主觀認同程度分為 5 個等級（1 非常不認同；2 不認同；3 沒意見；4 認同；5 非常認同），受測者逐一勾選主觀認同的程度，以表示對於該介面的操作感受。計分方式：非常不同意 1 分，非常同意 5 分，之後將單數題的原始分數減去 1，以 5 減去雙數題的原始分數，最後將 10 題得分相加後再乘以 2.5 即可得到總分數。

綜上所述，在實驗研究配合策略問卷調查個體的操作策略的關聯性，可用性主觀評量將有助於本研究匯整個體對介面評估的主觀意見。

## 參、研究工具與設計

### 一、研究假設

由文獻探討已知，銀髮族擴增實境 3D 頭像試戴系統影響因子可從個體差異（年齡、性別）、環境因子（介面設計、拓撲架構）及交互作用（任務難度），本研究假設：

（一）年齡、性別、介面架構及任務難度等因子，顯著影響銀髮族擴增實境 3D 頭像試戴系統之評量結果。

（二）年齡、性別、介面架構及任務難度四因子間，應具相關性且交互作用顯著影響受試者任務時間。

## 二、研究設計實驗

本研究設計採  $2 \times 2 \times 2 \times 3$  四因子混合設計，研究自變項包括：年齡（年輕 / 銀髮族）、性別、拓撲結構（線性 / 混合）與任務複雜度（易 / 中 / 難）。其中年齡、性別與拓撲結構皆為「受試者間變項」，任務複雜度則為「受試者內變項」，每位受試者皆須進行 3 種難度各 2 個操作任務共 6 次試驗。樣本分配採立意隨機方式以避免次序與學習效應，依變項為任務所需時間與問卷得分。

## 三、受試者

（一）銀髮長者：以滾雪球抽樣方式，逐步增加受測者數量，此方式雖較慢但可確保實驗品質。本研究受試樣本來源為台北市成功國宅銀髮族活動中心，男女各 28 人共 56 名受試者參與實驗，年齡範圍為 60 至 87 歲之間，平均年齡為 65.3，標準差為 5.59。按「受試者間」分配方式，兩種介面設計（線性式與網絡式），各分配 28 人（男女各 14 人），進行輔助介面尋路任務實驗，每位受試者在實驗後皆領取四百元實驗參加費。雖然本實驗無操作危險性問題，但現場皆有社工及志工人員陪同，且該中心旁有社區診所，若發生緊急狀況應，可請社工、志工人員協助，確保銀髮長者的生命安全。受試者是否符合實驗條件，如視力缺陷、中風或其它生理疾病之銀髮長者皆不適合，對不符合實驗標準之長者，則委婉告知並贈送 50 元左右的小禮物表示謝意。

（二）大專生：本研究受試樣本來源為國立台北教育大學學生，男 31 人女 32 人共 63 名受試者參與實驗，年齡範圍為 18 至 23 歲之間，平均年齡為 19.7，標準差為 1.3。所有受試者皆須參加無輔助介面設定實驗，再於兩週後返回，按「受試者間」分配方式，兩種介面設計：線性式分配 32 人（男女各 16 人）；網絡式分配 31 人（男 15 女各 16 人），進行輔助介面尋路任務實驗，每位受試者在實驗後皆領取 150 元實驗參加費。

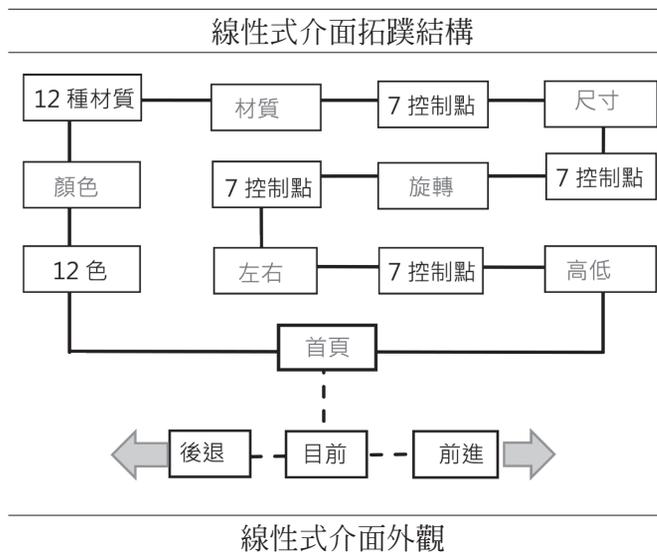
## 四、研究變項

(一) 年齡：年齡因子分為一般成年人與銀髮族兩類，樣本分配與數量同受試者單元敘述。

(二) 性別：性別因子樣本分配與數量同受試者單元敘述。

(三) 介面設計：經第一階段研究之概念設計評估後，並參照先前研究結果，進一步開發線性式（如表二）與混合式（表三）兩種介面設計，經多次設計測試與修正後定案，共計有帽子與眼鏡各 25 件，介面功能為高低、左右、旋轉、尺寸、材質與顏色等六大功能，前四項功能各有 7 個控制節點（以高低為例：最低、次低、低、中、高、次高、最高），材質與顏色則各有 9 種。

表二：線性式介面設計



表三：混合式介面設計



(四) 任務難度：任務設計是依據文獻所提及之功能選單深度與寬度概念進行設計，任務分為初級、中級與難級任務等三類（表四）。任務設計：

1. 易級任務：以單層（第一層）任務為主，不包括其它功能層任務，對使用者來說選單的深度與寬度並不複雜。以任務 1 為例，點選帽子試戴並選第 2 頂帽子，接著點選「尺寸」功能，將尺寸放大 2 級，此任務需點選 6 個節點且沒有跨越任務層，屬於簡易的單層任務。

2. 中級任務：將原本單層功能相關任務再加第二層功能任務，加深選單任務的深度和寬度。以任務 3 為例，點選帽子試戴，並選第 10 頂帽子，點選「左右」功能，將帽子往右 2 格，再到「材質」功能，將帽子設定為第 4 種材質，此任務需點選 22 個節點，需跨越兩個功能層，屬於中級任務。

3. 難級任務：跨越第一、第二及第三層任務，任務深度與寬度最為複雜。以任務 5 為例，點選帽子試戴並選第 20 頂帽子，接著點選「高低」功能，將帽子下移 3 級，再到「旋轉」功能，將帽子向旋轉 3 格，最後點選「顏色」功能，將帽子設定為紫色，此任務需點選 36 個節點，需跨越三個功能層，屬於難級任務。

表四：任務複雜度節點數與跨階層數摘要資訊

任務	編號	節點數	平均節點數	層數	難度
易級任務	1	8	8	1	易
	2	8			
中級任務	3	22	22	2	中
	4	22			
難級任務	5	36	36	3	難
	6	36			

問卷：採用 SUS 評量問卷（黃雪玲，1994），與尋路策略問卷工具（張文德，2008）。

## 五、實驗流程

實驗過程共須兩名研究人員，一位負責實驗測試與操作細節說明，另一位負責協助問卷之填寫。研究人員應於實驗前充分了解實驗要求與內容，並事先模擬實驗過程，以排除其它可能干擾實驗之因素，實驗時受試者探索虛擬空間之互動過程，將透過螢幕動態擷取軟體，將實驗紀錄作為後續分析之基礎，過程輔以照相器材紀錄受試者測試情形（如圖五）。

本研究實驗步驟概分為四個步驟：虛擬介面操作學習、前測、後測及問卷調查，整個實驗歷時約 1 小時左右。茲將實驗各步驟之主要內容與要求概述如次：

（一）虛擬介面操作學習：首先，實驗人員將受試者帶入實驗室，以預先準備之練習檔案，在實驗人員示範後由受試者進行互動虛擬介面之操作直到熟練為止（無時間限制），研究人員須確認受試者明白如何與虛擬介面互動。

（二）前測：本階段進行無輔助介面之尋路任務測試。實驗人員需告知受試者即將進行之操作方式，由實驗人員啟動每次任務，受試者需完成指定任務，前測完成後將系統重新歸回原點，準備就緒後再啟動下一任務，進行後續之操作測試。

(三) 後測：以受試者間分配方式，分二組進行實驗：1. 線性架構 2. 混合架構，實驗方式同前測。

(四) 問卷調查：在完成實驗後，實驗人員將受試者帶出實驗室，由負責問卷人員說明問卷填寫方式，並要求受試者完成問卷作答。

圖五：受試者實驗情形



## 六、實驗硬體規格

螢幕尺寸 23.8 英吋之多點觸控螢幕 (ASUS / Full HD 1920×1080 LED-backlit Multi Touch ; 型號 : Z24Z240ICGT-670GF005X) 。介面程式以 Unintity 軟體進行開發，介面顯示尺寸為 38×28.5 公分，解析度 1400×1050 。

## 七、資料分析

任務所需時間(秒數)將以  $2 \times 2 \times 2 \times 3$  MANOVA 變異數分析，若主效果或交互作用達顯著水準，則進行事後檢定，最後以 Pearson 相關係數進一步解析年齡、性別、介面設計、任務難度、SUS 介面主觀評量與尋路策略與尋路績效等因素之間的相關性。

## 八、研究結果

表五所示為本研究實驗資料敘述統計摘要資訊，四因子混合設計多因子分析結果顯示（表六），除性別（ $F(1, 111) = .31, p > .05$ ）因子未達顯著水準之外，年齡（ $F(1, 111) = 241.38, p < .001$ ）、拓蹠（ $F(1, 111) = 224.06, p < .001$ ）與任務難度（ $F(2, 222) = 600.41, p < .001$ ）主效果皆達顯著水準。

實驗數據分析，發現三組二因子交互作用達顯著水準，分別為年齡 拓蹠結構（ $F(1, 111) = 8.25, p < .01$ ）、年齡 任務複雜度（ $F(2, 222) = 70.09, p < .001$ ）及拓蹠結構 任務複雜度（ $F(2, 222) = 34.03, p < .001$ ），分析結果亦顯示所有三因子與四因子交互作用皆未達顯著水準。

表五：敘述統計摘要表（單位：秒）

年齡	性別	拓蹠	易		中		難（任務）	
			個數	平均數（SD）	平均數（SD）	平均數（SD）		
年輕	女	線性式	16	58.1 (13.4)	133.4 (47.2)	251.4 (95.8)		
		混合式	16	12.2 (5.9)	38.3 (16.0)	125.4 (27.2)		
		總數	32	35.1 (25.4)	85.9 (59.5)	188.4 (94.3)		
	男	線性式	15	58.1 (14.4)	117.1 (28.0)	245.8 (46.0)		
		混合式	16	19.5 (10.4)	38.1 (32.5)	125.6 (50.3)		
		總數	31	38.2 (24.8)	76.3 (50.1)	183.8 (77.4)		
	總數	線性式	31	58.1 (13.7)	125.5 (39.3)	248.7 (74.7)		
		混合式	32	15.9 (10.7)	38.2 (25.2)	125.5 (39.8)		
		總數	63	36.6 (25.0)	81.2 (54.8)	186.1 (85.7)		
銀髮	女	線性式	13	108.3 (27.6)	249.8 (76.6)	498.3 (148.9)		
		混合式	15	47.3 (27.8)	97.0 (51.3)	275.2 (69.4)		
		總數	28	75.6 (41.2)	168.0 (85.0)	378.8 (128.7)		
	男	線性式	12	94.5 (12.3)	224.3 (57.0)	457.4 (73.3)		
		混合式	16	58.8 (34.0)	107.0 (37.2)	302.4 (111.1)		
		總數	28	74.1 (32.0)	157.2 (74.8)	368.8 (123.1)		
	總數	線性式	25	101.7 (22.4)	237.6 (67.8)	478.7 (118.2)		
		混合式	31	53.2 (21.2)	102.2 (34.1)	289.3 (52.8)		
		總數	56	74.9 (36.6)	162.6 (77.6)	373.8 (140.8)		

表六：多因子分析摘要表

	變項	型III平方和	<i>df</i>	平均平方和	<i>F</i>	顯著性	事後檢定
受試者間 因子	年齡 (A)	1032025.86	1	1032025.86	241.38	.000	年輕 < 銀髮
	性別 (B)	1302.44	1	1302.44	.31	.582	
	拓撲 (C)	957956.72	1	957956.72	224.06	.000	混合 < 線性
	A×B	177.98	1	177.98	.042	.839	
	A×C	35264.13	1	35264.13	8.25	.005	
	B×C	15296.66	1	15296.66	3.58	.061	
	A×B×C	6088.11	1	6088.11	1.42	.235	
	誤差	474584.09	111	4275.53			
受試者內 因子	任務難度 (D)	3225245.90	2	1612622.95	600.41	.000	易 < 中 < 難
	A×D	376518.76	2	188259.38	70.09	.000	
	B×D	1313.94	2	656.97	.25	.783	
	C×D	182790.57	2	91395.29	34.03	.000	
	A×B×D	122.25	2	61.13	.023	.978	
	A×C×D	13833.540	2	6916.77	2.58	.078	
	B×C×D	1567.61	2	783.81	.29	.747	
	A×B×C×D	2327.47	2	1163.74	.43	.649	
誤差	596268.08	222	2685.89				

## 肆、討論

### 一、主效果

(一) 年齡：實驗證實，年輕族群操作時間顯著地比銀髮族群少，可能原因應該是老化因素，操作速度仍然存在 (Chevalier, Dommès, & Martins, 2013)。尋路策略主觀問卷結果亦證實，俯瞰策略能力高低會影響操作績效，而俯瞰策略主要差異則是空間記憶能力高低所造成的 (Lawton, 1994)。需注意的是，年齡因子與拓蹠架構及任務難度等因子間出現交互作用，此部分將於後續單元討論。

(二) 性別：與先前研究主張不同 (Malinowski & Gillespie, 2001)，實驗數據分析發現，本研究中性別差異對操作績效的影響未達顯著水準，且性別因子與其他因子也沒有產生交互作用現象 (Lawton, 1996)，此結果與多數宣稱性別因子會與拓蹠架構，或任務難度等因子產生交互作用的論點不同，造成此現象的主要原因，可能是新型介面架構設計消除性別差異，先前研究指出，混合設計有可能整合其他介面優點，進而消除個體差異 (Chang & Chen, 2011)。亦即，優良的介面設計可望使性別因子及各因子交互作用被消除。

(三) 拓蹠結構：本研究證實拓蹠結構確實會影響操作績效，此結果與多數先前研究相似 (Lin, 2004; McDonald & Stevenson, 1998)，所不同的是本研究以新開發的混合式拓蹠架構設計取代階層與網絡式架構，需注意的是，實驗資料分析顯示，亦發現拓蹠架構與其它因子之間有交互作用，此部分將於後續單元討論。

(四) 任務難度：本研究證實任務難度確實會影響操作績效，此結果與多數先前研究相似 (Bosco, Longoni, & Vicchi, 2004; Chang & Chien, 2015)，需注意的是，實驗資料分析亦發現，拓蹠架構與其它因子之間有交互作用，此部分將於後續單元討論。

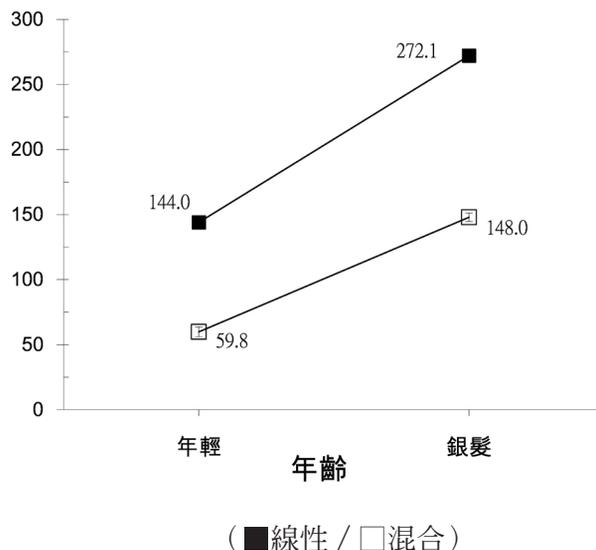
綜上所述可知，本研究結果支持研究假設 1：年齡、性別、介面架構及任務難度等因子，將影響銀髮族擴增實境 3D 頭像試戴系統之評量結果。

### 二、交互作用

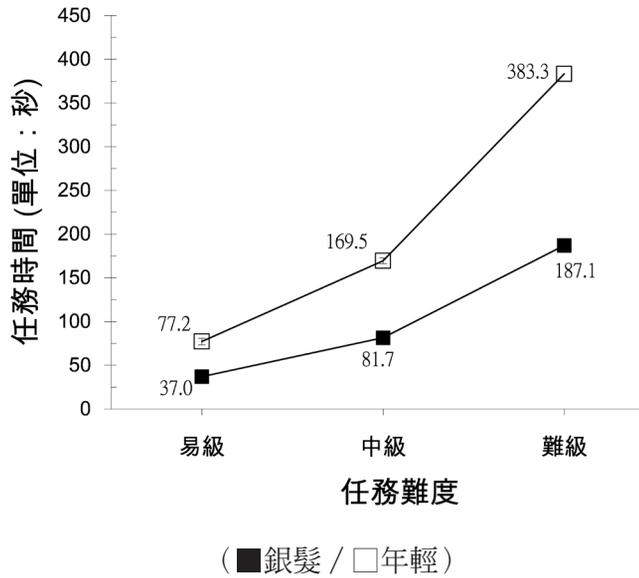
(一) 年齡×拓蹠結構：雖然先前研究 (Ainley, Hidi, & Berndorff, 2002 ; Salmerón, Kintsch, & Cañas, 2006) 曾進行拓蹠結構比較與探索，但對於任務複雜度及年齡等其它因素的影響與交互作用討論非常少，有研究 (Darejeh & Singh, 2013 ; Wirtz, Jakobs, & Ziefle, 2009) 主張，混合設計介面整合功能特徵並簡化操作模式的介面架構，較能符合高齡族群使用需求的觀點，但缺乏混合式拓蹠設計與年齡及任務複雜度等其它因子相關性實驗與分析。本研究實驗數據分析得知，任務年齡與拓蹠結構二因子交互作用具顯著效果，圖六所示操作時間在年齡與拓蹠結構因子交互作用的關係圖，簡單效果成對比較亦證實，年輕族群不論是在何種介面架構下，操作時間皆顯著地較銀髮族短，而介面因子與年齡因子成正比，混合式與線性式的差異，在銀髮族群時顯著地比在年輕族群時明顯，可見混合式介面可有效地降低操作時間。

(二) 年齡×任務複雜度：實驗結果與先前研究中主張，任務難度會與個體差異產生交互作用的說法一致 (Coluccia, Losue, & Brandimonte, 2007 ; Chang & Chien, 2015)。圖七所示為時間在年齡與任務難度因子交互作用的關係圖。年輕族群不論是在任務難度下，操作時間皆顯著地較銀髮族短，且年齡差異與任務難度成正比，亦即任務越難則年齡因素的差異越明顯，雖然混合式可有效地提高銀髮族的操作績效，但年齡因素仍無法被消除，且隨著任務難度提高而加大。

圖六：年齡與拓蹠結構操作時間相關圖

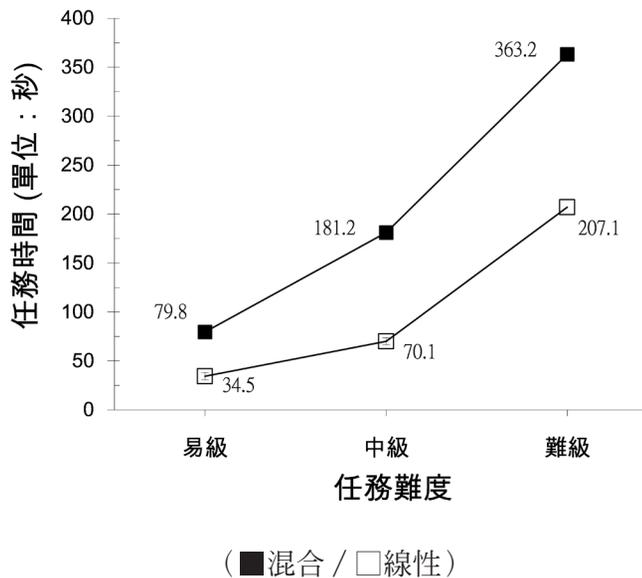


圖七：年齡與任務複雜度操作時間相關圖



(三) 拓撲結構×任務複雜度：圖八所示為時間在拓撲架構與任務難度因子交互作用的關係圖。混合式架構不論是在何種任務難度下，操作時間皆顯著地較線性式短。值得注意的是混合式架構在三種任務下，易級與中級任務沒有顯著差異，但在難級任務時則會出現顯著差異，亦即混合式除了優於線性式架構之外，消除易級與中級任務難度的差異。

圖八：拓撲結構與任務複雜度操作時間相關圖



綜上所述，研究分析結果雖未發現四因子交互作用，但年齡×拓蹠結構、年齡×任務複雜度及拓蹠結構×任務複雜度，等三組二因子交互作用皆顯著影響任務時間。假設2：年齡、性別、介面架構及任務難度四因子間，具交互作用，亦獲得本研究結果支持。各因子間與主觀評量意見的相關分析，將於下一單元深入討論。

### 三、相關分析

實驗資料分析可獲得研究變項的主效果與交互作用，但缺乏使用者主觀認知的直接證據，主觀問卷調查與實驗數據相關分析，有助於釐清本研究各因子間的關係，SUS 直接對不同拓蹠架構介面設計進行評比，尋路策略問卷可以蒐集受試者介面任務的操作策略。

表七所示為 SUS 得分、年齡、性別、拓蹠架構、尋路策略等因子，與尋路策略問卷調查結果相關性分析。SUS 評量得分、尋路策略問卷結果，與各因子間關係討論：

表七：Pearson 相關分析矩陣摘要

	SUS 得分	年齡	性別	拓蹠	任務 難度	路徑 策略	俯瞰 策略
SUS得分	1						
年齡	.15*	1					
性別	.11	.01	1				
拓蹠	.82***	.05	.03	1			
任務難度	-.29**	.64***	-.02	-.49***	1		
路徑策略	.11	.10	-.03	-.02	.15*	1	
俯瞰策略	.29**	.50**	.01	.13	.28**	.21*	1

\* $p < .05$ , \*\* $p < .001$ , \*\*\* $p < .0001$

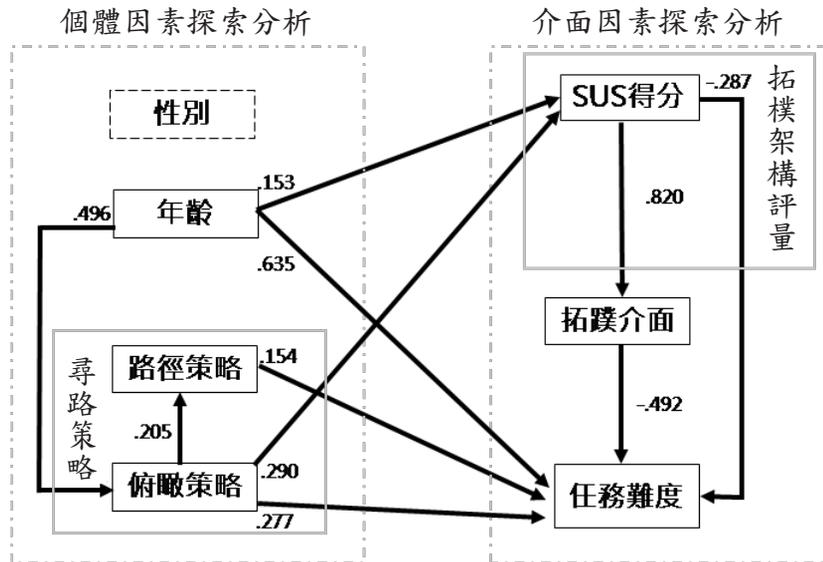
(一) SUS量表：介面架構SUS量表得分結果為，線性式 SUS 得分為 50.7 ( $SD = 11.8$ )；混合式 SUS 得分為 78.3 ( $SD = 7.22$ )，與操作實驗結果一致，混合式架構得分優於線性式架構設計。相關分析矩陣摘要表資料顯示，SUS 得分與年齡、拓蹠、任務難度與俯瞰尋路策略相關性皆達顯著水準。SUS 與拓蹠架構為高相關 ( $.82, p < .001$ ) 兩種介面得分差異達顯著水準 ( $F(1, 117) = 9.14, p < .001$ )。SUS 與任務難度為顯著負相關 ( $-.28, p < .001$ )，亦即 SUS 得分越高，操作所需時間越短，可見 SUS 得分與操作績效成正比。拓蹠架構與任務難度為負相關 ( $-.49, p < .001$ )，亦即拓蹠介面越好，則操作時間越短。年齡因子分析顯示，不論是年輕或銀髮族群都給予混合式架構較高分，但年輕族群顯著地比銀髮族操作時間短。性別因素與其它因子之相關係數皆未達顯著準，此結果亦與本研究前述之實驗分析結果一致。

(二) 尋路策略：年輕族群尋路問卷之路徑策略得分平均數 3.85 ( $SD = .110$ ) / 俯瞰策略平均數 3.96 ( $SD = .07$ )；銀髮族群之路徑策略得分平均數 3.97 ( $SD = .12$ ) / 俯瞰策略平均數 3.63 ( $SD = .07$ )。一方面，俯瞰策略與年齡因素具顯著相關 ( $.50, p < .001$ )，但路徑策略則未發現顯著相關 ( $.09, p > .05$ )。另一方面，俯瞰策略和 SUS 相關分析發現，兩問卷間具顯著相關 ( $.29, p < .001$ )，較高俯瞰策略者也會給混合式架構較高的得分。且兩種尋路策略得分皆與任務難度相關 (俯瞰策略 =  $.28, p < .001$ ；路徑策略 =  $.21, p < .05$ )，其中又以俯瞰策略得分影響較大。

由此可見，俯瞰策略有可能是銀髮族老化因素之外的原因之一。與先前研究主張類似，俯瞰策略較強的受試者，通常是擁有較佳尋路能力者 (張天鳳、李峻德，2008；張文德，2009)。先前文獻亦主張，兩種尋路策略並非全然獨立 (Gramann, Muller, Eick, & Schonebeck, 2005)，俯瞰策略者可能具有依實際任務情境或需要在俯瞰或路徑兩種尋路策略間切換的能力。未來應可嘗試使用者行為或生理計測等議題進行探索，以便更深入了解操作介面與尋路策略間的相關性。

(三) 銀髮族介面設計理論模型：影響使用者介面設計因素極多，如何規劃一兼顧量化與質性觀點的研究設計，是一大挑戰。除了介面設計提案 (質性)、使用者實驗與觀察分析 (量化)，問卷調查結果與各實驗因子間的相關分析，可進一步釐清研究變項的相關性，本研究成果主要貢獻之一，是將相關因素統計可分析結果圖像化，此理論模型 (圖九) 可做為未來相關研究深入及對照的參考依據。

圖九：個體與 SUS 得分、介面、任務難度相關係數與路徑圖



#### 四、結論

本研究將 3D 模型、擴增實境技術與試戴系統整合，成功開發出線性與混合式架構的介面設計，經由實驗測試分析年齡（年輕 / 銀髮族）、性別、拓撲結構（線性 / 混合）與任務複雜度（易 / 中 / 難）的主效果與交互作用，研究結果發現，與年輕族群相較之下，銀髮族介面操作整體時間明顯較多；混合式拓撲架構介面，可整合階層式與網絡式拓撲架構的優點，在不同任務複雜度情形下，皆能獲得優於線性式架構的操作表現，並可能導致性別因素的消失；相關分析釐清，年齡、拓撲架構任務難度與 SUS 及尋路策略的相關性分析證實，年齡、拓撲架構任務難度與 SUS 及尋路策略具相關性，圖像化的方式可呈現各因子間相關理論模型，實際介面設計、研究案例與實驗資料分析成果，對臺灣高齡社會（aged society）產品開發，與福祉設計相關研究應具參考價值。

研究建議：

（一）老化：活得健康活得快樂的「成功老化」是所有銀髮族的理想，醫學技術日新月異，人類平均壽命逐年攀升，如果經濟條件許可，人們可藉由醫療、營養控制或運動延遲生理老化，但老化目前仍是前全人類生命必經歷程。本研究群排除行動不

便及需要照護的銀髮族。資料分析結果顯示，雖然受邀的銀髮長者耳聰目明且行動自如，但相較於年輕族群而言，整體操作與反應時間皆明顯地較年輕族群慢，「老化」是最合理的解釋。而造成銀髮族老化的因素繁多，非本研究設定探究的議題，本研究亦未針對銀髮族群生理反應進行記錄與分析。值得注意的是，各因子與問卷結果相關分析發現，俯瞰尋路策略與年齡因子具顯著相關，未來可針對不同介面設計或更大樣本，進行更多相關研究與討論。

（二）相容性：本研究結果發現，較好的介面設計明顯的獲得較多銀髮族群的青睞，雖能提升操作績效，但仍無法使銀髮族獲得與年輕族群一致的成績。先前研究也指出（張文德、簡佑宏、劉耕銘，2017），雖然混合式操作績效較佳，但仍有少數銀髮族偏好線性架構（績效較低），甚至在其它因素，例如配色（黑底橘字／綠底黑字）與操作方向（直式或橫式）等提案情形下，都證實仍有少數人偏好績效較低的設計提案。以「相容性」及「使用者中心」觀點而論，統計與實驗可以驗證設計提案優劣、操作績效與滿意度，但不應該就以此忽略少數人的需求，如何滿足多數人期望，但也給予少數人多元相容的選擇，朝向更客製化及更友善的模式切換功能設定，應是未來研究發展的方向。

（三）跨域技術整合：雖然本研究沒有對受試者進行生理記錄與分析，介面設計功能中預設的錄影功能，配合臉部動作編碼系統（Facial Action Coding System，簡稱FACS）分析，提供了另一生理反應分析的可能性。圖十所示為本研究額外進行的預設表情任務，研究團隊要求受試者做出指定的喜或怒表情，例用錄影記錄資料，嘗試進行臉部動作編碼與分析。資料分析結果顯示，分析軟體對於情緒表情分析精確度仍不足，主要原因：雖然軟體預設有參數變項功能，調整後效果仍不盡理想，這是目前套裝軟體的限制，若要更精確調校參數，未來除取得公司軟體授權，再進行跨域技術整合與程式調整優化，才能改善精確度與情緒辨識率。

圖十：笑與怒情緒表情記錄



a. 笑的表情



b. 怒的表情

## 參考書目

- 王慶偉（2011.08.10）。〈新得知多少：臺灣 3D 人臉辨識系統進軍美國〉，《UDN 網路城邦》。取自 <http://blog.udn.com/1698/5525347>
- 行政院主計處（2016）。《國民幸福指數統計》。取自 <https://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=40131&ctNode=5624>
- 李建興、林應璞、游凱倫（2000）。〈即時人臉偵測與辨識〉，《技術學刊》，24（2）：131-141。
- 林貞好（2016.01.25）。〈受益於安全監控智慧化與智慧零售興起，2019 年人臉辨識產值可望達 4.5 億美元〉，《集邦科技》。取自 <http://press.trendforce.com.tw/press/20160125-3096.html>
- 邱莉玲（2013.06.27）。〈銀髮族消費新勢力〉，《中時電子報》。取自 <http://tw.news.yahoo.com/%E9%8A%80%E9%AB%AE%E6%97%8F-%E6%B6%88%E8%B2%BB%E6%96%B0%E5%8B%A2%E5%8A%9B-213000905.html>
- 柯志祥（2015）。《消費者對情感設計的情緒體驗分析》。科技部補助專題研究計畫成果報告。（編號 MOST104-2410-H-011-024）。
- 張天鳳、李峻德（2008）。〈3D 虛擬環境中地標輔助與尋路策略傾向對空間知識之影響〉，《資訊管理學報》，15（3）：114-133。
- 張文德（2008）。《尋路導航輔助設計之比較與應用》，國立臺灣科技大學設計研究所博士論文。
- 張文德（2017）。〈年齡、拓撲與任務複雜度於介面之可用性評量—以智慧電視介面設計為例〉，《設計學年刊》，5：95-118。
- 張文德、簡佑宏、劉耕銘（2017.03）。〈銀髮族擴增實境 3D 試戴介面設計之個案研究〉，「EST 2017 第 24 屆中華民國人因工程學會年會暨學術研討會」論文。金門：國立金門大學。
- 許勝雄、彭游、吳水丕（2010）。《人因工程（第四版）》。台中：滄海書局。
- 許富淞（2012.11.09）。〈臉部情緒辨識的原理與平台操作〉。取自 <http://chia214.blogspot.tw/2012/11/blog-post.html>

- 陳建雄、蕭文信、黃御彰、陳詩捷、蕭淑玲 (2012)。〈智慧型資訊站 (Kiosk) 之使用者經驗研究--以小林眼鏡聰明機為例〉, 《工業設計》, 126 (1) : 57-62。
- 黃雪玲 (1994)。《人機系統中動態工作配置之研究》。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。(編號NSC82-0115-E007-300)
- 劉勇 (2013.10.31)。〈電紙書巨頭漢王發力人臉識別 2015 年市場規模或達 14 億元〉, 《人民網》。取自 <http://media.people.com.cn/BIG5/n/2013/1031/c40606-23390013.html>
- 鍾慶豐 (2008.09.17)。〈臉部辨識技術介紹〉, 《新電子》。取自 [http://www.mem.com.tw/article\\_content.asp?sn=0809170007](http://www.mem.com.tw/article_content.asp?sn=0809170007)
- 羅正漢 (2018.03.16)。〈人臉辨識應用全面爆發! AI 加持與終端應用是關鍵〉, 《iThome》。取自 <https://www.ithome.com.tw/tech/121690>
- Ainley, M., Hidi, S., & Berndorff, D. (2002). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of Educational Psychology, 94*(3), 545–561. doi: 10.1037/0022-0663.94.3.545
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining what individual SUS scores mean: Adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies, 4*(3), 114-123.
- Bosco, A., Longoni, A. M., & Vecchi, T. (2004). Gender effects in spatial orientation: Cognitive profiles and mental strategies. *Applied Cognitive Psychology, 18*(5), 519-532. doi: 10.1002/acp.1000
- Chang, W.-T., & Chen, C.-H., (2011). The effects of topology and task complexity on digital-speech-desktop interface design and evaluation. *Journal of the Society for Information Display, 19*(10), 700-705. doi: 10.1889/JSID19.10.700
- Chang, W.-T., & Chien, Y.-H. (2015). The effects of sex, topological structure, and task type on hypertext navigational performance. *Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory, 120*(3), 776-86. doi: 10.2466/22.24.PMS.120v18x4
- Chen, C.-H., Chang, W.-C., & Chang, W.-T. (2008). The efficiency, usability, and preference

- of user interface with regard to topological structure and task type. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(7), 538-544.
- Chevalier, A., Dommès, A., & Martins, D. (2013). The effects of ageing and website ergonomic quality on internet information searching. *Ageing & Society*, 33(6), 1009-1035. doi: 10.1017/S0144686X12000323
- Coluccia, E., & Losue, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology*, 24(3), 329-340. doi: 10.1016/j.jenvp.2004.08.006
- Coluccia, E., Bosco, A., & Brandimonte, M. A. (2007). The role of visuo-spatial working memory in map drawing paradigm. *Psychological Research*, 71(3), 359-372. doi:10.1007/s00426-006-0090-2
- Coluccia, E., Losue, G., & Brandimonte M. A. (2007). The relationship between map drawing and spatial orientation abilities: A study of gender differences. *Journal of Environmental Psychology*, 27(2), 135-244. doi: 10.1016/j.jenvp.2006.12.005
- Cornoldi, C., & Vecchi, T. (2003). *Visuo-spatial working memory and individual differences*. Hove, UK: Psychology Press.
- Dabbs, J. M., Chang, E. L., & Strong, R. A. (1998). Spatial ability, navigation strategy and geographic knowledge among the male and the female. *Evolution and Human Behavior*, 19(2), 89-98. doi: 10.1016/S1090-5138(97)00107-4
- Darejeh, A., & Singh, D. (2013). A review on user interface design principles to increase software usability for users with less computer literacy. *Journal of Computer Science*, 9(11), 1443-1450. doi: 10.3844/jcssp.2013.1443.1450
- Dillon, J. T. (1994). *Using discussion in classroom*. Philadelphia, PA: Open University Press.
- Eason, K., & Harker, S. D. (1997). *User centred design maturity. Internal working document*. Loughborough, Department of Human Sciences, Loughborough University.
- Gleitman, H. (1995). *Psychology (4<sup>th</sup> Ed.)*. New York: W. W. Norton and Co.
- Goldstein, E. G. (1994). Self-disclosure in treatment: What therapists do and don't talk

- about. *Clinical Social Work Journal*, 22(4), 417-433. doi: 10.1007/BF02190331
- Gramann, K., Muller, H. J., Eick, E. M., & Schonebeck, B. (2005). Evidence of separable spatial representations in a virtual navigation task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31(6), 1199-1223. doi:10.1037/0096-1523.31.6.1199
- Hammond, N., & Allinson, L. (1989). Extending hypertext for learning: an investigation of access and guidance tools. In A. Sutcliffe and L. Macaulay (Eds.), *People and computers V*. (pp. 293-304). Cambridge, CAE: Cambridge University Press.
- Korthauer, R. D., & Koubek, R. J. (1994). An empirical evaluation of knowledge, cognitive style, and structure upon the performance of a hypertext task. *International Journal of Human Computer Interaction*, 6(4), 373-390. doi: 10.1080/10447319409526102
- Lang, A., Geiger, S., Strickwerda, M., & Sumner, J. (1993). The effects of related and unrelated cuts on television viewers' attention, processing capacity, and memory. *Communication Research*, 20(1), 4-29. doi: 10.1177/009365093020001001
- Lang, A., Schwartz, N., Chung, Y., & Lee, S. (2004). Processing substance abuse messages: Production pacing, arousing content, and age. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 48(1), 61-88.
- Lawton, C. A. (1994). Gender differences in way-finding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. *Sex Roles*, 30(11-12), 765-779. doi: 10.1007/BF01544230
- Lawton, C. A. (1996). Strategies for indoor way-finding: The role of orientation. *Journal of Environmental Psychology*, 16(2), 137-145. doi: 10.1006/jevp.1996.0011
- Lin, D. Y. M. (2003a). Hypertext for the aged: Effects of text topologies. *Computers in Human Behavior*, 19(2), 201-209. doi: 10.1016/S0747-5632(02)00045-6
- Lin, D. Y. M. (2003b). Age differences in the performance of hypertext perusal as a function of text topology. *Behaviour and Information Technology*, 22(4), 219-226. doi: 10.1080/0144929031000117099
- Lin, D. Y. M. (2004). Evaluating older adults' retention in hypertext perusal: Impacts of presentation media as a function of text topology. *Computers in Human Behavior*, 20,

491-503. doi: 10.1016/j.chb.2003.10.024

Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove (UK): Lawrence Erlbaum associates, publishers.

Malinowski, J. C., & Gillespie, W. T. (2001). Individual differences in performance on a large scale, real word wayfinding task. *Journal of Environmental Psychology, 21*(1), 73-82. doi: 10.1006/jevp.2000.0183

McDonald, S., & Stevenson, R. J. (1998). Effects of text structures and prior knowledge of the learner on navigation in hypertext. *Human Factors, 40*(1), 18-27. doi: 10.1518/001872098779480541

Norman, D. A. (2003). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. New York: Basic Books.

Phelan, E. A., & Larson, E. B. (2002). "Successful aging"—where next?. *Journal of American Geriatric Society, 50*(7), 1306-1308. doi:10.1046/j.1532-5415.2002.50324.x

Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1997). Successful aging. *Gerontologist, 37*(4), 433-440. doi:10.1093/geront/37.4.433

Ruddle, R. A., & Lessels, S. (2006). Three levels of metric for evaluating wayfinding. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 15*(6), 637-654. doi: 10.1162/pres.15.6.637

Salmerón, L., Kintsch, W., & Cañas, J. J. (2006). Reading strategies and prior knowledge in learning from hypertext. *Memory & Cognition, 34*(5), 1157-71. doi: 10.3758/BF03193262

Shin, C. E., Schallert, D. L., & Savenye, W. C. (1994). Effects of learner control, advisement, and prior knowledge on young students' learning in a hypertext environment. *Educational Technology Research and Development, 42*(1), 33-46. doi: 10.1007/BF02298169

Trigg, R., & Suchman, L. (1989). Collaborative writing in NoteCards. In R. McAleese (Ed.), *Hypertext: Theory into Practice* (pp. 39-52). Norwood N.J.: Ablex.

Wirtz, S., Jakobs E. M., & Ziefle, M. (2009). *Age-specific usability issues of software*

*interfaces*. Germany: Aachen University.

## Appendix

## 附錄一：尋路策略問卷

感謝您參與本實驗-----基本資料

性別：男 / 女

年齡：\_\_\_\_歲 ( 65~70 歲 70~75 歲 75~80 歲 80~85 歲 85 歲以上 )

職業：士 農 工 商 退休 其他

學歷：國小 國中 高中 / 職 大學 / 專 碩士及碩士以上

填答時，請依您對各題項敘述之同意程度於右方空格處打作答；非常同意請勾選5；非常不同意則請勾選1。

	非常不同意 ←	↔	→ 非常同意
1. 我能記得我曾經走過的方位(北方、南方、東方或西方)。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
2. 行動之前，我會尋找特別的街道或地標物做為方向指引，以便瞭解應該向東方，西方，北方或南方行走。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
3. 旅途中，我能感覺太陽(或月亮)與我相對位置的關係。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
4. 在城市中，我能瞭解我和市中心之間相對位置的關係。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
5. 當我駕駛或騎車時，我會記住行經各不同道路的路程之長度(公里數)。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
6. 前往目的地之前，我會先詢問所需路程的公里數。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
7. 我能知道我上一個所在的位置與下一個轉彎方向之間的關係。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
8. 當我駕駛或騎車時，我能在我的腦海裡想像此區域的地圖。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>
9. 前往第一次去的地方時，我會參照地圖。			
10. 行動之前，我會先行搜集「在哪些特定的街道或地標物應該左轉或右轉」的指示。	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>

- 
- |   |                |
|---|----------------|
| 11. 行動之前，我會先需要知道在每次轉彎時，應該先經過幾條街。        | 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ |
| 12. 當我駕車或騎車時，我的記憶裡會浮現應行經多少條街道後，才能達到轉彎處。 | 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ |
| 13. 行動之前，我需要一張整個區域的手繪地圖。                | 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ |
| 14. 我會記住一路上經過的地標物，例如大樓或者自然特徵。           | 1□ 2□ 3□ 4□ 5□ |

## 附錄二：SUS 量表

填答時，請依您對各題項敘述之同意程度於右方空格處☐作答	非常不同意	←→	非常同意		
1. 我認為這是一個親切的操作介面，我非常樂意繼續使用這個型式來瀏覽。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
2. 我認為這個介面太過於複雜，有多餘的設計。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
3. 我認為這個介面是好用的。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
4. 我認為我需要一個嚮導來教我怎麼瀏覽這個介面。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
5. 我認為這個介面有整合良好的介面設計，可以幫助我順利尋找產品。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
6. 我認為這個介面設計有太多不一致(不協調)，令人困惑。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
7. 我認為大部分的人都可以很快學會如何操作這個介面。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
8. 我認為這是個難以使用的操作介面。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
9. 對於這個操作介面，我非常的有信心能使用正確的方式，找到目標產品。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐
10. 我認為我應該花多一點時間才能學會怎麼使用這個操作介面。	1☐	2☐	3☐	4☐	5☐