



## 研究計畫

### 高齡使用者擴增實境互動導覽介面研究

李傳房

國立雲林科技大學 設計學研究所

#### 摘要

隨者高齡人口增加及科技的進步，以科技產品輔助高齡者已成為一種趨勢。導覽系統是高齡者在旅遊時非常重要的需求，因隨著高齡者的認知能力退化，會影響其尋路行為；而擴增實境的技術能以直覺的方式解決導覽的需求，十分適合高齡者使用。但擴增實境技術若沒有適當的互動介面設計，則可能使其效果不彰，因此探討如何滿足高齡者對於擴增實境導覽互動介面的需求為此研究的目的。主要研究內容為：(1)透過擴增實境介面深度認知線索，探討高齡者與年輕人在生理與認知上的差異；(2)高齡者在不同擴增實境介面資訊內容顯示型態的喜好度與接受度；(3)針對高齡者進行人因介面設計與服務概念設計提案，再透過設計工作坊的方式檢討與修正設計提案，以建構體驗式互動設計系統與其應用推廣。

關鍵詞：高齡者、互動導覽、擴增實境、服務設計

#### 1. 研究背景

隨著科技與醫療的進步，人口高齡化已成為全球的趨勢與問題(Engardio & Matlack, 2005; Tuljapurkar et al., 2000);因應高齡化社會的趨勢，高齡工學(gerontechnology)與橘色科技(ORANGED technology, Open Research and Applications of Novel Gerontechnology for the Elderly and Disabled)的應用正逐漸增加，吾人開始運用科技預防、減緩及補償高齡人口逐漸退化的知覺、認知及生理機能，支持或增加高齡者溝通、娛樂、學習、服務等需求。

若能提供高齡者容易使用且高接受度的產品，則高齡者會樂於使用科技產品(Davis, 1986)。Tacken 等人(2005)的研究顯示，資訊產品的使用已漸趨普遍，先進國家的高齡者已習慣使用資訊產品來輔助生活機能，例如使用電腦及網際網路獲得資訊，或是透過行動電話增進人際之間的互動；甚至在需要援助時，透過智慧型手機獲得資訊及協助(Zhou et al., 2011)。此外，擴增實境(augmented reality, AR)技術的廣泛應用，讓許多導覽系統逐漸使用擴增實境的方式運作(Furmanski et al., 2002); AR 技術可以彌補高齡者因心智退化導致空間認知能力下降(David et al., 1998)，比起一般的導覽介

面，AR 介面除了可以較直覺地操作之外(Narzt, 2006)，其執行的時間以及會發生的錯誤相對也較少，對於各年齡層的使用者在操作上都有較佳的使用績效(Kim & Dey, 2009)，即達到通用設計(universal design)的目的。

在生活型態方面，隨著人類的平均壽命逐漸延長，高齡者參加旅遊的需求有增加的趨勢(松原, 2010)，年齡層在 55-74 歲的高齡者選擇戶外活動的比例正逐漸升高(Arentze et al., 2008)。由此可見，高齡者逐漸重視戶外活動，對於能滿足高齡者戶外活動需求及輔助高齡者身心退化的科技產品，已逐漸成為未來科技發展的趨勢。

## 2. 研究動機與目的

由於高齡工學概念的應用，使現今有越來越多為高齡者而設計的科技產品；然而在逐漸普及的智慧型手機或平板電腦上，卻較少有為高齡者設計的應用程式。此外，高齡族群的旅遊需求逐漸增加，在旅遊輔助的應用程式方面，雖有眾多各式各樣的應用程式能提供景點、地圖及導覽的輔助，但多未考慮到高齡使用者在身心機能上的退化，以至於高齡者在使用這些輔助功能時有困難，因而降低高齡者對科技產品的接受度。而 AR 科技在使用上可以較直覺地操作，並能提供多重感官體驗，及顯示封閉物件的內部結構資訊來輔助高齡者(Furmanski et al., 2002)；但在互動介面設計時，如果沒有考量到高齡者的知覺、心智能力退化等因素，會造成使用上的困難而降低 AR 系統的優勢。因此，探討高齡者在使用 AR 導覽互動介面時可能遇到的問題，及為高齡者設計 AR 系統之互動介面時須要考量的因素，為本研究的動機

因應人口高齡化的趨勢，AR 導覽互動介面設計應考慮高齡者的需求。本研究擬利用服務設計(service design)的觀點，探究高齡者的需求及分析其在使用 AR 技術時，介面應考量高齡者身心機能的退化，重視其人因、認知及技術等面向的設計，達到「以使用者為中心(user-centered design)」的設計理念。所以，從服務設計的觀點，探討高齡者使用 AR 互動導覽介面的問題與需求為本研究的目的。

如圖 1 所示，本研究以服務設計的觀點，探討如何滿足高齡者對於 AR 導覽互動介面的需求，並從人一機一環分別探討高齡者在操作介面的人因、認知的文獻，再從人因設計的觀點探討 AR 介面如何符合高齡者的身心機能，使其介面容易操作使用。

## 3. 相關文獻探討

本研究為探討高齡者導覽互動設計，將以服務設計的模式進行需求探索；以下針對(1)人因與介面、(2)導覽介面與認知、(3)擴增實境的發展與應用、(4)服務設計等四個面向，分別進行相關的文獻探討。

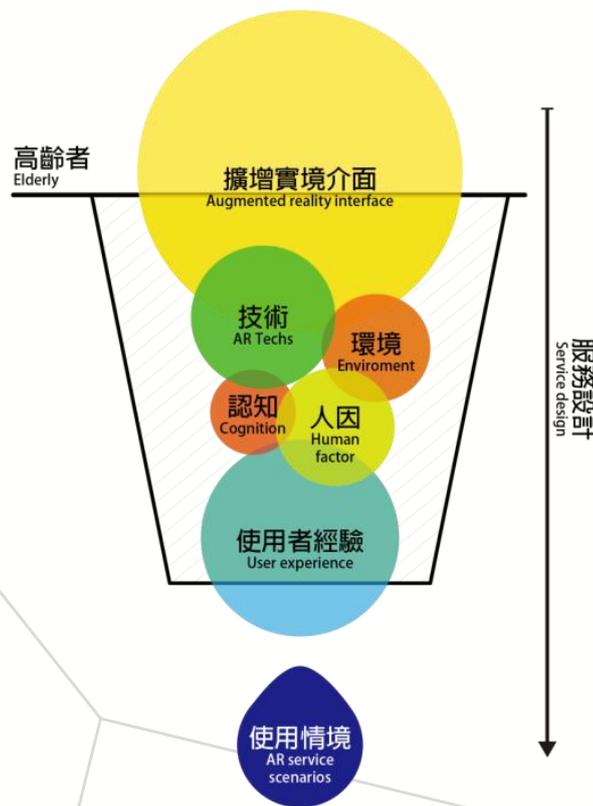


圖 1. 研究架構

### 3.1 人因與介面

資訊科技產品被廣泛應用在日常生活之中，高齡者可透過資訊產品達到學習、娛樂、社交等目的；但隨著年齡增加，身心機能的衰退，不利於高齡者操作產品介面，影響其日常生活的品質(Lee & Kuo, 2001)，所以高齡者產品介面的人因設計為值得探討的議題。

#### 3.1.1 導覽介面與高齡者人因

高齡者使用介面時，因老化所造成的障礙為感覺(sensation)、知覺(perception)、認知(cognition)以及運動機能(movement control) (Fisk, et al., 2009)。其中知覺主要為視覺、聽覺、觸覺等機能，運動機能則包含肌力、靈巧性、速度等；透過觸控螢幕可彌補高齡者受到知覺、認知和運動機能降低的影響(Charness, 1995)。以下將依序探討高齡者的視覺、聽覺及運動機能與觸控介面之關係。

#### 視覺

隨著年齡增加，水晶體彈性降低與黃變化，導致高齡者專注於近距離物體的能力明顯衰退，色彩辨識能力降低；此外高齡者的視野亦趨狹窄，不利於視覺搜尋，使得資訊內容的呈現位置需更靠近高齡者的視野中心(Pak & McLaughlin, 2010)。另外，設計觸控式介面時，文字大小應至少 12-14 points、靠左對齊的無襯線字體顯示，並設計可調整字體大小為佳(Morrel & Echt, 1996)；另

外，動態文字會降低高齡者的閱讀能力（包括速度、正確性及意願），以靜態且高明度的文字與背景的對比為佳(Charness & Bosman, 1990)。

### 聽覺

高齡者因耳膜彈性逐漸降低，聲音震動強度也逐漸衰退；如表 1 所示，隨著年齡增加，對音量的喜好亦逐漸提升 (Coren, 1994)。此外，音頻超過 2500 Hz 的聲音會隨著年齡增加逐漸消失，語音頻率介於 500-1000 Hz 為最佳；因此，公共場所的廣播以男性聲音為優先(Huey et al., 1994)，並搭配較緩慢的語音速度(Hawthorn, 2000)。

表 1. 年齡與喜好音量對照表(Coren, 1994)

年齡(歲)	15	25	35	45	55	65	75	85
音量(dB)	54	57	61	65	69	74	79	85

### 運動機能

高齡者的肌力因年齡逐漸退化、手指靈敏度亦降低，不易操作細小的按鍵，因此設計觸控式介面時，單一按鍵最小尺寸應為 16.5 mm，最大可至 19.05 mm，按鍵之間應有 3.15-12.7 mm 的間隙，移動距離至少需為 33 mm (Phiriyapokanon, 2011)，而智慧型手機之手寫區域面積應大於 11×11 mm，以利於操作的流暢性（古京讓，2006）；另外長按、複合鍵、多點觸控等複雜的操作方式會增加高齡者的操作難度，應設計為單點觸控方式為佳(Phiriyapokanon, 2011)。

#### 3.1.2 擴增實境導覽介面與人因

由於擴增實境可結合真實環境與虛擬物件，並用 2D 或 3D 的方式呈現，因此在智慧型手機上透過擴增實境呈現導覽相關的資訊與服務也日益增加。在導覽介面方面，使用者對於 3D 箭頭指示的反應時間較 2D 箭頭指示為佳(Schinke et al., 2010)，因為在 3D 的呈現方式中，使用者可透過虛擬物件的顏色對比、明亮度、透明度及解析度分辨物件的位置和遠近(Utsumi et al., 1994)，且虛擬物件的對比度和明亮度易與真實環境作調整(Loomis et al., 1993)，但物件的低對比會導致使用者視覺靈敏度降低，增加視覺系統的調節壓力等負荷(Miyashita & Uchida, 1990)。此外相較於一般以文字呈現的導覽方式，使用者偏好以圖像方式導覽 (Davies et al., 2005)。

如圖 2 所示，Schinke 等人(2010)的擴增實境旅遊資訊系統除提供目前的街景圖之外，更輔以擴增實境將使用者附近的景點視覺化顯示在螢幕上，方便使用者找尋有興趣的景點，並提供 3D 目標箭頭讓使用者辨識目前所在位置，其結果顯示擴增實境 3D 目標箭頭的反應時間優於 2D 箭頭，且幫助使用者更易於辨識自己所在的位置；另外自我評估操作擴增實境的信心程度亦會直接影響操作成效，結果發現女性表現較佳，但女性常低估自己的能力，男性則反之。除了介面內容的設計外，Kim 等人(2012)指出高齡者操作 AR 汽車導航時，主要依賴聽覺回饋，且最好的回饋組合方

式是聽覺加上觸覺；視覺則為最干擾高齡者操作的回饋方式，而其對於聽覺回饋記憶的不持久，可能會忘記聽覺回饋提供的資訊，但透過多模式回饋可提升高齡者使用汽車導航的意願。所以，隨著擴增實境技術的進步，未來也將應用於更多產品的介面設計上，此為本研究的契機。



圖 2. 系統視覺化設計(Schinke et al., 2010)

### 3.2 高齡者導覽介面與認知

在介面操作時，除了使用者的知覺會影響到操作績效之外，使用者的認知更在操作上影響其操作方式，因此以下將探討高齡者對於擴增實境導覽介面認知的相關議題。

#### 3.2.1 導覽介面與高齡者認知

在旅遊過程中，導覽資訊會隨著環境不斷變化，因此在導覽方式及互動介面的呈現上會更加複雜。當人們接觸不熟悉或是快速變化的事物時，需要較多的流體智能(fluid intelligence; Fisk, et al., 2009)，但隨著年齡的增加，認知能力的下降，也連帶降低以下的 5 種能力：(1)知覺速度(perceptual speed)：因高齡者的知覺速度退化，在介面訊息的呈現上，對於提示變化的知覺反應也相對較慢；(2)工作記憶容量(working memory capacity)：由高齡者工作記憶容量的減少，因此越多的資訊呈現在介面上可有效的減少工作記憶容量，但是卻會增加視覺複雜度，增加視覺搜尋的時間；(3)注意力(attention)：注意力隨著年齡增加，分配數量會越來越少，因此太過凌亂的介面會增加注意力的分散，導致在閱讀介面時速度會較緩慢，而太過簡潔的介面會增加其注意力；(4)推論能力(reasoning ability)：使用介面時，使用者會依照心智模型推測每個介面上的功能，並進一步預測下一步驟，但在高齡者知覺與認知能力下降，對於判斷新事物時，很容易造成錯誤的解釋；(5)空間能力(spatial ability)：由於高齡者的工作記憶容量的下降，因此在大篇幅的介面設計上，為減少辨識時間，通常會以功能選擇單定位目前的位置，以增加其空間的認知能力(Pak & McLaughlin, 2010)。

#### 3.2.2 擴增實境介面與認知

隨著 AR 技術應用越來越廣泛，許多導覽設備開始應用 AR 技術(Furmanski et al., 2002)。由於

高齡者的空間認知能力下降(David et al., 1998)，比起一般的導覽介面，AR 介面較為直覺地操作(Narzi, 2006)，從認知過程可以理解，當進行導覽動作時，必須在現實環境（實際場景）以及虛擬環境（導覽裝置）之間做訊息的尋找、傳遞以及配對，其認知過程分兩大步驟(1)把現實環境選擇目標，並轉換到虛擬環境中尋找相對應的資訊；(2)把尋找到的資訊傳遞回現實環境中進行配對，找尋到設定的目標為止。在認知過程中，若距離越短，所執行的時間以及會發生的錯誤相對地都會比較少，對於各年齡層的使用者皆有較好的操作績效(Kim & Dey, 2009)。

由於 AR 仍需透過 2D 介面搭配環境顯示 3D 資訊，Furmanski 等人(2002)提出以下的建議：(1)使用者對於環境以及副標物的距離感，讓使用者有更直覺的感受；(2)適度的動態效果能給予使用者視覺上的提示，但是過度的動態效果會超出視覺感知，而達到反效果；(3)在 2D 介面呈現 3D 資訊，可利用 3D 環境具有空間深度的特點，使資訊在特定範圍內才顯示，降低使用者的負擔。

從認知觀點探討 AR 導覽介面，導覽及尋路過程都需要真實及虛擬兩個環境快速地做資訊交換以及對照(Kim & Dey, 2009)，因此在其轉換過程認知距離的長短會影響使用績效。與一般導覽技術以及介面相比，以表 2 的汽車導覽介面研究結果顯示，若使用 AR 技術進行引導或顯示，由於認知距離上的縮短，在導覽過程以及使用的反應上都會有較好的績效（如表 2 的紅色區域所示，使用者在觀看導覽介面的次數以及時間都會比一般覽介面少）。在實際上，由於虛擬環境中大量資訊會不斷的變動，擴增實境能有效縮小真實與虛擬之間的隔閡，讓使用者能快速的轉換兩個環境的資訊。「抬頭顯示器(Head up Display)」就是運用擴增實境技術在汽車上，目的是為了減少駕駛者視線離開的時間與次數，目前許多車廠也開始將此技術安裝在較高級的車子上。

表 2. AR 與一般汽車導覽的比較(Kim & Dey, 2009)

Display & Age Group	Augmented Reality Display (ARD)			Regular Display (RD)		
	Y( $\mu$ )	E( $\mu$ )	Total( $\mu$ )	Y( $\mu$ )	E( $\mu$ )	Total( $\mu$ )
The number of driving datasets	24	24	48	24	24	48
in stop state	00:04.8	00:02.2	00:04.0	00:11.8	00:11.9	00:11.8
Count of gazes to the secondary display zone	41.28	72.38	50.85	116.72	190.25	139.35
in motion state	30.28	61.88	40.0	94.28	159.88	114.46
in stop state	11	10.5	10.85	22.44	30.375	24.88
Time per gaze in the secondary display zone (sec/gaze)	0.34	0.25	0.32	0.42	0.46	0.44
in motion state						
Total gaze movement distance (m)	37.88	72.77	48.62	48.69	99.11	64.21
in motion state						

從 Kim 和 Dey (2009)的研究中得知，雖然擴增實境能顯示真實環境，減少使用者的認知配對（距離），但介面資訊內容與環境視覺轉換的距離，依然會影響配對成效。此外手持式載具受到重量的影響，容易造成手部肌肉疲勞，而產生「視覺落差(angular offset)」(如圖 3 所示)，載具重量

越重，視覺落差也越大，這也將拉長認知配對的過程(Emst et al., 2010)。Gervautz 和 Schmalstieg (2012) 的研究中也提到，手持裝置的使用常包含移動與轉動，很難在移動下保持一定的可視性，因此在擴增實境的應用與設計上需降低非必要的晃動，如在靜止時才需轉動。因此探討擴增實境技術的相關應用情境與服務，需同時考量人因與認知對使用者造成的影響。

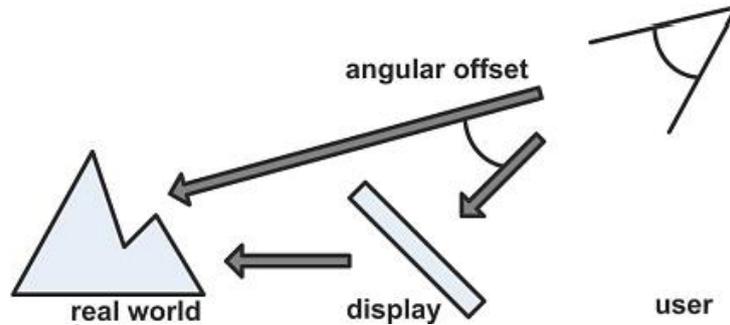


圖 3 視覺落差原因(Kim & Dey, 2009)

### 3.3 擴增實境的發展與應用

#### 3.3.1 擴增實境的發展

如上所述，擴增實境可視為虛擬實境的技術延伸，虛擬實境是讓使用者完全的融入電腦創造的虛擬環境中，當使用者在虛擬實境時，無法看到其周遭的現實環境；而擴增實境則可讓使用者看到真實環境以及重疊在真實環境中的虛擬物件。因此，擴增實境是增強真實環境，並非完全取代真實環境；因此擴增實境包含以下三項特色：(1)將虛擬物件與真實環境做結合、(2)達成即時互動、(3)並在 3D 環境中運作(Azuma, 1997)。

Milgram 等人(1995)提出真實－虛擬連續性(Milgram’s reality-virtuality continuum)，將真實環境和虛擬環境作為連續系統的兩端；如圖 4 所示，左側為真實環境，右側為虛擬環境，位於中間的稱為混合實境(mixed reality)，其中接近真實環境的是擴增實境，接近虛擬環境的則是虛擬實境。

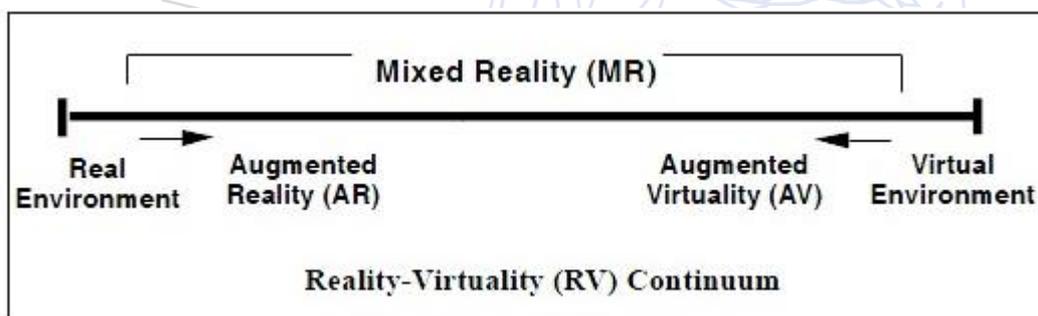


圖 4 . Simplified representation of a RV Continuum (Milgram et al., 1995)

### 3.3.2 擴增實境的應用範圍

在 Hollerer (2004)與 Bozlu (2005)的研究中皆提到，擴增實境具有提供使用者遠端電腦或資料庫支援的圖像資訊內容，讓使用者不至於對於周遭真實環境失去專注力的優點。這對於移動中的使用者是非常重要的，由於需要的僅是資訊內容或注意力而不是控制電腦本身。目前與未來擴增實境的應用發展與趨勢，大致可分為以下 7 個方向：(1)製造、組裝與維修；(2)醫療手術與管理；(3)軍事訓練與戰鬥；(4)旅遊導覽與路徑規劃；(5)地理與建築模型展示；(6)遊戲與互動娛樂規劃；(7)個人資訊管理與行銷。

### 3.3.3 擴增實境與導覽應用

由於擴增實境能從使用者的視野，以箭頭等方式指出地點協助導覽，甚至能透過疊像顯示封閉物件的內部結構資訊(Furmanski et al., 2002)。雖然運用擴增實境進行導覽已有相關研究，如在 Kretschmer et al. (2001)指出能透過移動式的擴增實境系統以故事情境的方式了解史實；Reitmayr 和 Schmalstieg (2001)提到可透過多位使用者以協作的方式了解城市建物、路標等資訊；此外 Hollerer (2004)更提到擴增實境能用來表現隱形的建物，可能是準備建造的未來建物或早已被拆毀的歷史建物。如圖 5 所示，Vlahakis 等人(2002)建立的 ARCHEOGUIDE 導覽系統，即透過擴增實境技術，於原地址重現希臘神殿的虛擬影像。左圖為原始影像，右圖為擴增實境影像。



圖 5. The Augmented Reality presentation of the ARCHEOGUIDE system (Vlahakis et al., 2002)

### 3.3.4 行動擴增實境

目前在手機、平板電腦以及各種行動裝置上，已出現不少擴增實境的應用。早期手機與擴增實境技術的結合主要是利用追蹤運算法的移植，通過手機的攝影鏡頭，呈現與真實環境的互動。而新一代的智慧型手機具更強大的 CPU、更高解析度的螢幕，讓擴增實境技術轉移到行動裝置時有一個更完美的環境(Zhou et al., 2011)。因此，行動擴增實境(Mobile AR, MAR)可視為擴增實境技術與 ubiquitous computing (即無所不在的運算)、可穿戴式裝置之交集。Papagiannakis 等人(2008)定義行動擴增實境為(1)結合真實和虛擬物件在真實環境中、(2)在行動模式中即時運算、(3)真實和虛擬物件間的互相配合、(4)擴增的虛擬資訊以三維和動態呈現。移動擴增實境的基本組件包含(1)硬體計算平台、(2)顯示器、(3)追蹤器、(4)無線網絡、(5)穿戴式輸入互動裝置、(6)軟體。一個成功

的行動擴增實境系統不應該讓使用者意識到裝置的存在(Weiser, 1991)，運用輕量化的穿戴式或行動裝置和隱藏於環境中的追蹤技術，近期的無線技術已可達到 Weiser 的願景。目前的行動擴增實境系統的追蹤定位技術，以 GPS 技術最為精準，並可減少干擾與運算，誤差可減至 10 公分上下，因此相當適合運用於戶外行動導覽(Fong et al., 2008)。

### 3.3.5 行動擴增實境與導覽應用

行動擴增實境的使用模式是將行動裝置作為載體，並在使用者看到的實際環境中加上數位資訊，使擴增實境技術不再被侷限於預先設定好的互動空間(Ryokai & Agogino, 2013)。例如:Apple 公司開發的擴增實境乒乓球遊戲，透過動態感測器(accelerator)感應使用者的動作；使用 GPS (global positioning system)獲得使用者的位置，並給使用者相關服務資訊。除了攝影鏡頭外，GPS、WiFi 和動態感測器可以提供更多的體驗。現在有許多應用軟體將 GPS 與擴增實境技術結合，提供使用者周圍環境的詳細資訊。如圖 6 所示，奧地利開發商 Mobilizy 開發出一種廣泛使用的 GPS 導航工具，稱為 Wikitude。讓旅遊者可以很容易地得到一個特定的網站的資訊，Wikitude 透過攝影鏡頭，提供使用者旅遊住宿資訊。



圖 6. Wikitude 7 (<http://www.youtube.com/watch?v=7vfzkFfIK1U>, 2013)

Figueroa 等人(2009)的研究也認為，擁有視覺、聽覺與觸覺的多重感官介面，讓博物館的參觀者在場域中體驗的虛擬物件，比起觀看放置在玻璃窗後真實的工藝品更具吸引力。由於多感官的體驗與觸碰介面對於一般使用者甚至高齡者而言是非常新鮮的，藉由正確引導將能有效克服學習障礙並享受多元互動體驗。然而導覽時若全程使用 MAR，將需長時間的握持手機，非常耗費體力，且不符合人體工學，故 MAR 善於引導靠近使用者的目標或位置，當導覽目標很遠時，電子地圖為比較舒適的導覽方式(Ryokai & Agogino, 2013)。Zhou 等人(2011)也曾將收音機介面，透過擴增實境技術應用於手機上，萃取傳統收音機的介面元素並應用於設計上，使高齡者能更快的熟悉介面並且容易操作。

### 3.3.6 行動擴增實境與使用者評估

Olsson 等人(2012)針對擴增實境應用於日常生活中的情境進行使用者評估，其中情境包含購買

家具(shopping furniture)、搭公車(on the bus)、慢跑(jogging)、試衣鏡(virtual mirror)、街頭藝術(street art),使用者對於擴增實境服務的應用則有以下優缺點描述。優點包含:(1)更簡易的資訊取得方式;(2)能降低操作任務的時間;(3)對於不熟悉的場域,有一定程度的幫助;(4)打破對既有真實物件的認知,同時也是新的互動方式;(5)新的探索資訊與溝通方式;(6)能提高對於新科技的接受度;(7)資訊能即時更新。缺點則包含:(1)擔心虛擬體驗會替換真實體驗;(2)失去使用科技的自主性(autonomy);(3)對可能被追蹤或監視感到焦慮;(4)可能造成資訊的氾濫;(5)不信任擴增實境資訊的品質與真實感;(6)不想被廣告干擾。此外使用者同時對擴增實境的技術應用有以下期待:(1)希望能控制資訊接收及顯示方式;(2)能透過不同模式過濾資訊;(3)不希望資訊自動的出現;(4)希望資訊能更快地更新且具有一定的真實性。調查中也發現科技熟悉程度(technology orientation)越高,科技接受度(technology acceptance)越高;而男性的科技接受度大於女性的。此外多數受測者是根據與自身的相關性判斷情境中的服務是否實用,同時也只想對現況有意義的資訊。

除了技術的提升與介面內容的精緻外,擴增實境在特定情境下與使用者的互動方式與體驗的強化更為重要。透過服務設計或使用者經驗的相關調查與評估,才能進一步發展合適的使用模式與介面設計,以滿足使用者在不同的情境與環境下的操作需求。此外,擴增實境的應用不僅在尋找位置或搜索背景資訊,它亦能協助使用者了解環境資訊並做出決策。Hollerer (2004)曾提到,透過行動擴增實境將使街道也能轉變為主題公園,並產生故事性的活動與互動可能。所以,行動擴增實境具有應用於導覽介面上的可能性。

### 3.4 服務設計

透過服務設計的模式,能找出使用者與各項服務的接觸點(touch point),以進一步分析使用者的需求,使研究成果能針對使用族群提供更有效操作情境並應用於產品或服務上。因此本研究將以服務設計的模式針對高齡者進行擴增實境操作情境的調查,使研究成果能與真實的使用者及產業接軌。如圖 7 所示,「服務設計」是指整體經驗(holistic experience)的設計。在使用者端追求可用的(useable)、好用的(useful)、及令人想用(desirable)的產品與服務,同時也在企業端兼具可行性(viability)、效率(efficiency)及效能(effectiveness) (楊振甫、黃則佳,2011)。

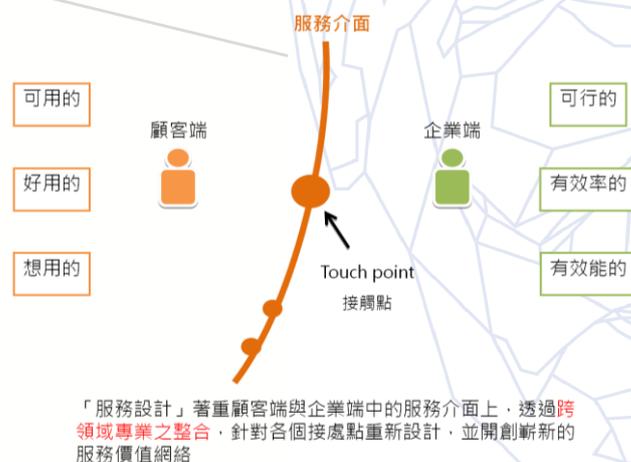


圖 7. 服務設計架構 (楊振甫、黃則佳, 2011)

### 3.4.1 服務設計的 4D 流程

服務設計不是針對顧客需求提出無限制的設計規畫，而是透過服務設計方法，協助企業檢視資源及能力，依顧客及其他利益關係人的需求重新創造價值網絡，最後提供兼具可行性、效率及效能的產品與服務。如圖 8 所示，透過服務設計 4D 的流程(楊振甫、黃則佳，2011)，能有效的達到此目的：

- (1) 探索階段(Discover):服務設計小組進行方法的挑選及準備，並蒐集具啟發性的相關資訊(第一次創意發散)；
- (2) 定義階段(Define):透過系統性的分類及分析，定義關鍵接觸點及服務缺口(第一次創意收斂)；
- (3) 發展階段(Develop):服務設計小組透過工作坊形式，進行腦力激盪、設計策略規劃、以及原型製作修正(第二次創意發散)；
- (4) 執行階段(Deliver):服務設計小組透過價值網絡中的顧客及利益關係人，驗證設計原型，並擬定具體實行方法(第二次創意收斂)。

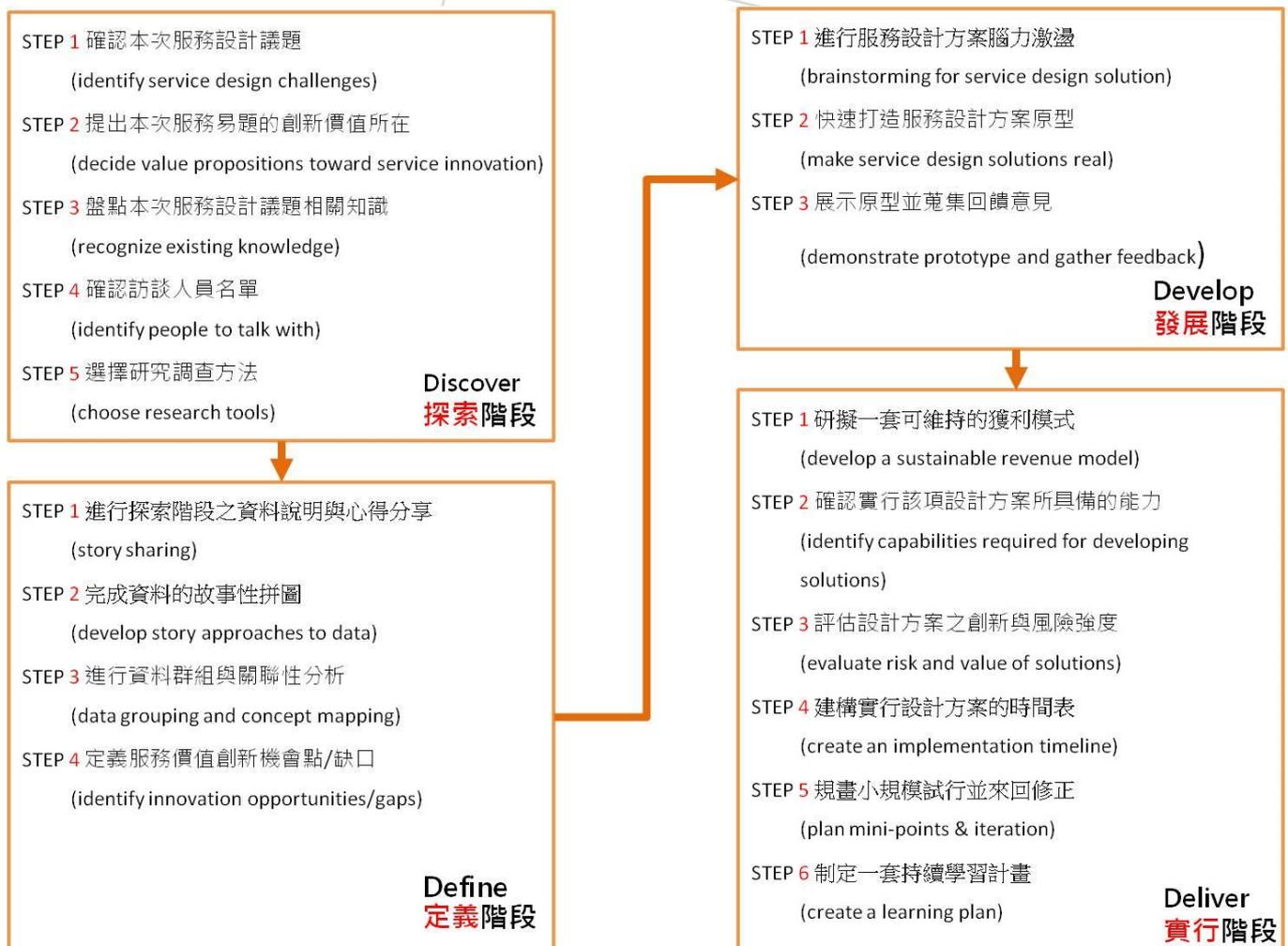


圖 8.服務設計 4D 流程 (楊振甫、黃則佳，2011)

### 3.4.2 服務設計與使用者經驗

透過服務設計的 4D 流程，能定義使用者關鍵的接觸點與服務缺口，並提出符合使用者與企業端的創新服務原型。為使創新設計與服務情境具有一定程度的可行性，本研究將透過使用者經驗 (user experience, UX) 進行原型的驗證與改善。使用者經驗以宏觀和微觀的角度審視使用者與產品間的互動，而近年來使用者對於產品或服務是否能提供正向的使用經驗也日益重視。Hassenzahl 等人 (2007) 也提出 UX 的目標之一即是營造正向的互動結果，如正面情緒。因此透過 UX 的評估，將能有效避免使用性或功能問題的負面因素，進而創造正面體驗，並超出使用者的期望。

### 3.4.3 使用者經驗評估

如圖 9 所示，AEIOU (activities, environment, interactions, object, users) 是廣泛被使用的民族誌方法之一，使用 AEIOU 能以微觀的角度深入洞察使用者經驗。透過架構中的隱喻，設計師便於理解和回憶，且容易與使用者營造共同創造 (co-creation) 的探索模式。Lee 等人 (2012) 也曾採用 AEIOU 進行手持式擴增實境 (handheld augmented reality, HAR) 的使用者經驗探索，以協助設計者制訂較佳的使用情境，其中包含以下五大方向：(1) 活動 (activities)：觀察使用者操作 AR 以達成目標的活動；(2) 環境 (environment)：活動發生的場所，即是 HAR 的操作環境；(3) 互動 (interactions)：互動是指活動的構建模組，可以是觸控螢幕或手持移動設備等；(4) 物件 (object)：能理解手持行動裝置的技術特性、限制及操作暗示 (affordance)；(5) 使用者 (users)：使用者喜好以及達成目標任務的使用者特性。Ritsos 等人 (2011) 也曾提出對於操作擴增實境中對於使用者經驗的因素，並強調這些因素應被謹慎考慮，其中包含：(1) 輸入 (input)、(2) 輸出 (output)、(3) 情境感知 (context awareness)、(4) 沉浸感 (sense of immersion)、(5) 健康、(6) 完整性、(7) 隱私權和 (8) 安全性。因此，以使用者為中心進行擴增實境應用服務的評估並標準化是相當重要的，亦是提升其技術與市場的關鍵。

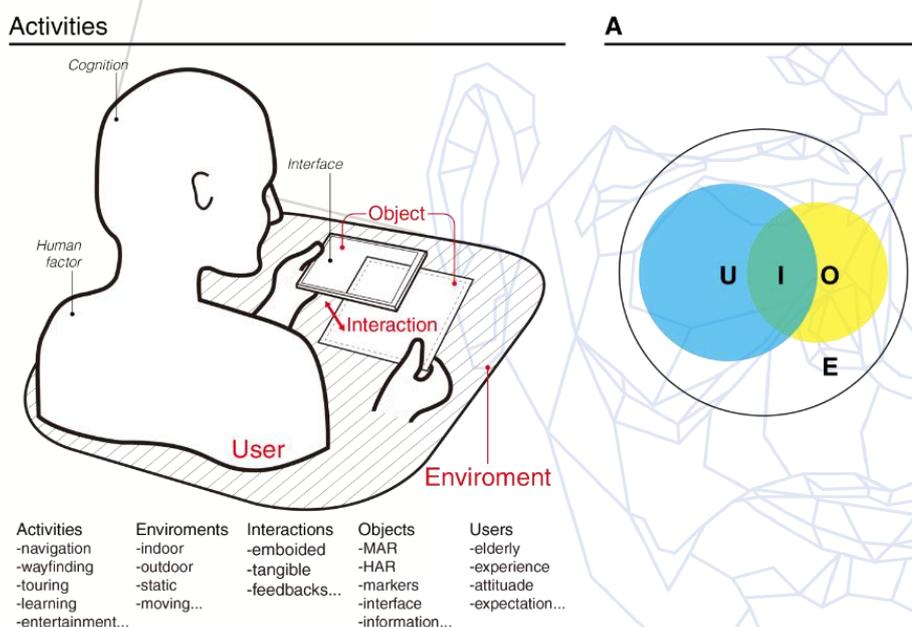


圖 9. AEIOU 示意

Olsson 等人(2013)則是以半結構式訪談會議，針對購物中心中應用行動擴增實境(MAR)服務系統進行 UX 評估，以了解使用者經驗特性與使用者操作行動擴增實境的核心需求；受訪者期待行動擴增實境的服務系統能提升效率，並提升接收環境資訊介面的直覺性。此外，也期待行動擴增實境能提供愉悅和刺激的體驗；這些使用者經驗的類別與需求，亦可做為未來行動擴增實境服務系統的設計目標。

#### 4. 結論

從上述文獻中可以發現，高齡者的身心機能退化是無可避免的，以電子產品輔助退化的機能已是一種趨勢。隨著高齡人口的增加，導覽系統的需求也逐漸增加；在導覽介面方面，擴增實境能提供良好的互動模式，並簡化認知的過程，十分適合認知能力退化的高齡者。對高齡者而言，如果產品互動的介面，未依照高齡者的身體狀況及認知能力做完善的設定，也會讓輔助的效果不佳，同時也將影響高齡者的使用意願。因此，透過服務設計的方式找出符合高齡者期待的擴增實境應用情境；並進一步透過使用者經驗的調查，找出其在擴增實境人機互動介面的需求與操作環境的影響，設計一套完善的解決方案，提高擴增實境系統對高齡者的友善程度，藉此提高其使用效率與科技接受度，達到本研究計畫的目標。

#### 謝誌

本文的內容改寫自科技部補助的研究計畫書（編號：MOST 103-2218-E-224-004），對於科技部的研究補助與支持，特此致謝。並感謝張家維、張駿、李瑋婷、江宇震、陳威鴻、王韋中、吳義誠、曾彥銘、張榕榕等研究生協助資料收集、研究調查與成果彙整，使計畫順利執行。

#### 參考文獻

1. Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
2. Bozlu, H. (2005). *Ar Project: A Generic System for Augmented Reality Applications*. Atılım Üniversitesi.
3. Charness, N., & Bosman, E.A., (1990), Human factors and design for older adults, in Birren J.E. and Schaie K.W. (Eds), *Handbook of the Psychology of aging* (3<sup>rd</sup> ed., pp.446-463), Academic Press, U.S.A.
4. Charness, N.B. (1995). Senior friendly input devices: Is the pen mightier than the mouse? *American Psychological Association*, 495-551.
5. Coren, S. (1994). Most comfortable listening level as a function of age. *Ergonomics*, 37(7), 1269-1274. doi:10.1080/00140139408964905.
6. Davis, F. D., 1986. A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology, American.

7. Davies, N., Cheverst, K., Dix, A., & Hesse, A. (2005). Understanding the role of image recognition in mobile tour guides. *MobileHCI 2005*, 191-198. doi:10.1145/1085777.1085809.
8. David, W. E., Deborah A., Trombley, Lisa J. M., Jean T. S. (1998). The assessment of older drivers capabilities: A review of the literature. Interim report for the GM/US DOT project entitled: Improvement of Older Driver Safety through Self-Evaluation, Report No. UMTRI-98-24.
9. Emst, K., Swan, J. E., & Feiner, S. (2010). Perceptual Issues in Augmented Reality Revisited. doi:10.1109/ISMAR.2010.5643530.
10. Engardio, P., Matlack, C. (2005). Global aging. *Business Week*, 42-51.
11. Figueroa, P., Coral, M., Boulanger, P., Borda, J., Londoño, E., Vega, F., Prieto, F., & Restrepo, D. (2009). Multi-modal exploration of small artifacts: An exhibition at the Gold Museum in Bogota. *Proceedings of the 16th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, 67-74. doi:10.1145/1643928.1643945.
12. Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J., & Sharit, J. (2012). Designing for older adults: Principles and creative human factors approaches. CRC press.
13. Fong, W. T., Ong, S. K., & Nee, A. Y. (2008, September). A differential GPS carrier phase technique for precision outdoor AR tracking. In *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 25-28. doi: 10.1109/ISMAR.2008.4637319
14. Furmanski, C., Azuma, R., & Daily, M. (2002). Augmented-reality visualizations guided by cognition: Perceptual heuristics for combining visible and obscured information. In *Mixed and Augmented Reality, 2002. ISMAR 2002*, 215-320. doi:10.1109/ISMAR.2002.1115091.
15. Gervautz, M., & Schmalstieg, D. (2012). Anywhere Interfaces Using Handheld Augmented Reality. *IEEE Computer*, 45(7), 26-31. doi:10.1109/MC.2012.72.
16. Hawthorn, D. (2000). Possible implications of aging for interface designers. *Interacting with computers*, 12(5), 507-528. doi:10.1016/S0953-5438(99)00021-1.
17. Hassenzahl, M., & Ullrich, D. (2007). To do or not to do: Differences in user experience and retrospective judgments depending on the presence or absence of instrumental goals. *Interacting with Computers*, 19(4), 429-437. doi:10.1016/j.intcom.2007.05.001.
18. Hollerer, T. H. (2004). *User interfaces for mobile augmented reality systems*, Doctoral dissertation, Columbia University.
19. Huey, R. W., Buckley, D. S., & Lerner, N. D. (1994). Audible performance of smoke alarm sounds. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 38(2), 147-151. doi:10.1177/154193129403800204.
20. Kim, S., & Dey, A. K. (2009). Simulated augmented reality windshield display as a cognitive mapping aid for elder driver navigation. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 133-142. doi:10.1145/1518701.1518724
21. Kim, S., Hong, J. H., Li, K. A., Forlizzi, J., & Dey, A. K. (2012). Route guidance modality for elder driver navigation. In *Pervasive Computing*, 179-196. doi:10.1007/978-3-642-31205-2\_12.
22. Kretschmer, U., Coors, V., Spierling, U., Grasbon, D., Schneider, K., Rojas, I., & Malaka, R. (2001). Meeting the spirit of history. In *Proceedings of the 2001 conference on Virtual reality, archeology, and cultural heritage*, 141-152. doi:10.1145/585014.585016.
23. Lee, C. F., & Kuo, C. C. (2001). A pilot study of ergonomic design for elderly Taiwanese people. In *Proceedings of the 5th Asian Design Conference-International Symposium on Design Science, Seoul*,

Korea, TW-030.

24. Lee, M. J., Wang, Y., & Duh, H. B. L. (2012). AR UX design: Applying AEIOU to handheld augmented reality browser. In *Mixed and Augmented Reality (ISMAR-AMH), 2012 IEEE International Symposium on*, 99-100.
25. Loomis, J., Golledge, R., & Klatzky, R. (1993). Personal guidance system for the visually impaired using GPS, GIS, and VR technologies. In *Proc. Conf. on Virtual Reality and Persons with Disabilities*, 17-18. doi:10.1145/191028.191051.
26. Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Photonics for Industrial Applications*, 282-292.
27. Miyashita, T., & Uchida, T. (1990). Cause of fatigue and its improvement in stereoscopic displays. *Proceedings of the society for information display*, 31(3), 249-254.
28. Morrell, R. W., & Echt, K. V. (1997). Designing written instructions for older adults: Learning to use computers. *Handbook of human factors and the older adult*, 335-361.
29. Narzt, W., Pomberger, G., Ferscha, A., Kolb, D., Müller, R., Wieghardt, J., & Lindinger, C. (2006). Augmented reality navigation systems. *Universal Access in the Information Society*, 4(3), 177-187.
30. Olsson, T., Kärkkäinen, T., Lagerstam, E., & Ventä-Olkkonen, L. (2012). User evaluation of mobile augmented reality scenarios. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 4(1), 29-47. doi:10.3233/AIS-2011-0127
31. Olsson, T., Lagerstam, E., Kärkkäinen, T., & Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2013). Expected user experience of mobile augmented reality services: a user study in the context of shopping centres. *Personal and ubiquitous computing*, 17(2), 287-304. doi:10.1007/s00779-011-0494-x.
32. Pak, R., & McLaughlin, A. (2010). *Designing displays for older adults*. CRC Press.
33. Papagiannakis, G., Singh, G., & Magnenat-Thalmann, N. (2008). A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 19(1), 3-22. doi:10.1002/cav.221.
34. Phiriyapokanon, T. (2011). Is a big button interface enough for elderly users. *Towards user interface guidelines for elderly users*. Sweden, Mälardalen University. Thesis (Master of Computer Engineer).
35. Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2001). Mobile collaborative augmented reality. In *Augmented Reality, 2001. Proceedings*, 114-123. doi:10.1109/ISAR.2001.970521.
36. Ritsos, P. D., Ritsos, D. P., Gougoulis, A. S. (2011). Standards for Augmented Reality: a User Experience perspective. International AR Standards Meeting, 1-9.
37. Ryokai, K., & Agogino, A. (2013). Off the paved paths: Exploring nature with a mobile augmented reality learning tool. *International Journal of Mobile Human Computer Interaction*, 5(2), 21-49. doi:10.4018/jmhci.2013040102.
38. Tacken, M., Marcellini, F., Mollenkopf, H., Ruoppila, I., & Szeman, Z. (2005). Use and acceptance of new technology by older people. Findings of the international MOBILATE survey: 'Enhancing mobility in later life'. *Gerontechnology*, 3(3), 126-137.
39. Arentze, T., Timmermans, H., Jorritsma, P., Kalter, M. J. O., & Schoemakers, A. (2008). More gray hair—but for whom? Scenario-based simulations of elderly activity travel patterns in 2020. *Transportation*, 35(5), 613-627.
40. Schinke, T., Henze, N., & Boll, S. (2010, September). Visualization of off-screen objects in mobile augmented reality. In *Proceedings of the 12th international conference on Human computer*

- interaction with mobile devices and services* (pp. 313-316). ACM.
41. Tuljapurkar, S., Li, N., & Boe, C. (2000). A universal pattern of mortality decline in the G7 countries. *Nature*, 405(6788), 789-792.
  42. Utsumi, A., Milgram, P., Takemura, H., & Kishino, F. (1994). Investigation of errors in perception of stereoscopically presented virtual object locations in real display space. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 38(4), 250-254. doi:10.1177/154193129403800413.
  43. Vlahakis, V. et al., (2002). ARCHEOGUIDE: First results of an Augmented Reality, Mobile Computing System in Cultural Heritage Sites, ACM 1-58113-447-9/02/0009
  44. Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century, *Scientific American*, 265(3), pp 94-104.
  45. Wikitude 7, 上網日期：2013年6月8日, 檢自：<http://www.youtube.com/watch?v=7vfzkFfIK1U>
  46. Zhou, S., Chen, Z., Liu, X., & Tang, H. (2011). An “Elder Mode” of new generation phone using augment reality. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 936-942. doi:10.1016/j.proenv.2011.09.150.
  47. 古京讓(2004)。中高齡者之PDA中文手寫輸入研究。國立雲林科技大學工業設計所碩士論文。
  48. 松原悟朗(2010)。觀光交通的特性與課題。觀光的通用設計。秋山哲男等五人(合著)。東京：學藝出版社。30-41。
  49. 楊振甫、黃則佳(2011)。打開服務設計的秘密。台灣創意設計中心。

## Augmented reality on interactive navigation interface for older adults

Lee, C.-F.

Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology

### Abstract

While new digital technology has ubiquitously embedded in the modern society, elderly faces tremendous challenge for adapting digital technology in daily life, especially the navigation system since most of digital technology is developed with younger generation in mind. An interactive traveling navigation system using augmented reality (AR) is developed in this research for addressing this issue. As the degeneration of elder's cognitive ability, their way-finding efficiency is also decreased. Hence, cognitive studies as well as service scenarios are conducted to unleash the digital gaps between elderly and younger adults in terms of navigation activities. The studies is divided into three phrases: (1) Cognitive studies specially on elderly on AR interface usages such as depth cue; (2) The usability test on interaction behaviors as well as interviews on the presentation of AR interface for elderly; (3) Workshops are applied for exploring the usages of developing service scenarios of AR navigation system based on the usability test and interviews above. Several prototypes are implemented in the process to evaluate the scenarios and interfaces as well as usability test.

**Keywords:** older adult, interactive navigation, augmented reality, service design