觸覺標記羅盤裝置之方向指引績效調查

An Investigation of Performance of Direction on Tacton's Compass Device

黃信夫 Hsin-fu Huang 國立雲林科技大學 工業設計系

Department & Graduate School of Industrial Design, National Yunlin University of Science and Technology hfhuang@yuntech.edu.tw

陳青威 Chin-wei Chen 南台科技大學 多媒體與電腦娛樂科學系

Department of Multimedia and Entertainment Science, Southern Taiwan University of Science and Technology e23456780@hotmail.com

摘要

本研究以觸覺標記(Tactons)爲基礎發展一個觸覺羅盤設計在行動裝置上。這個應用可以藉由使用者碰觸螢幕的位置給予觸覺震動回饋訊號,並傳遞方向引導。本研究亦調查其觸覺羅盤之方向指引的操作績效。30位大學生受測者參與本研究的操作績效實驗,實驗過程中將會限制受測者的視覺,且讓受測者迷失方位,僅能透過觸覺標記羅盤的導引找出正確的方位以及實驗對象的相對位置。整個實驗過程將會由電腦自動記錄受測者所辨識的方位結果與判斷時間。結果顯示觸覺羅盤可以有效地傳遞方向訊息給使用者,並讓使用者發現正確的方向。本研究成果將有助於視覺障礙輔助產品設計裝置的發展,並可使視覺障礙弱勢族群獲得一個穩定的觸覺訊息傳遞通道。

關鍵字:觸覺標記(Tactons)、方向導引、觸覺羅盤設計

Abstract

A tactile compass design which applied on mobile application based on Tacton's concept was developed in this study. Tactile vibration message was given by contact of users on touch screen and direction guide was transferred according to the feedback. Also, an operating performance of direction guide for the tactile compass was investigated in the study. A total of 30 subjects participated in the experiment of operating performance. 30 subjects' direction was lost by limiting their vision during the experiment. Correct position of the subjects was guide only by the tactile compass which designed applied with Tacton's concept. Results of subjects' position distinguish and operating time was record automatically by computers. In the results, correct position was found and direction message was transferred to the subjects effectively by the tactile compass. Product design application for visual disorder will be assisted and developed according to the result of the study.

Keywords: Tactons, Tactile compass design, Direction guide, Visual disorder

壹、前言

人體感官主要包括有觸覺、視覺、聽覺、嗅覺、以及味覺等,而其中觸覺係感官經驗中最爲重要的一部分,更是身體中分布最廣、訊息最多也最爲複雜的感官系統(Salvendy, 2012; Widmaier et.al., 2013)。在人體生理學中,觸覺是指分佈於全身皮膚上的神經細胞並接受來自外界的溫度、濕度、疼痛、壓力、震動等方面之感覺(El-Munshid & Ardawi, 1993; Widmaier et al., 2008; Widmaier et.al., 2013)。除此之外,承載觸覺之皮膚亦是人體最大的器官,也是觸覺分佈作最多的區域,而觸覺感受器在手指尖、鼻、和口唇分布密度最高(Fox, 2010; Widmaier et al., 2008)。

由於觸覺具有其上述特殊性,因此,國內外針對觸覺的研究投入一直持續著,顯示這個議題的重要性。早期的觸覺研究多集中在手觸摸造形或辨別表面質感上,Jenkins(1947)採用觸覺來做識別兩組槓桿用把手,各組內的觸覺編碼方法(形狀、大小、表面觸感型態等)可以有效地協助辨識,且很少發生混淆。Norman(1988)說明製造生產的過程中有許多旋鈕和操縱桿,而爲了減輕操作人員視覺的負擔,提升操作正確率,可將旋鈕和操縱桿的操作手柄設計爲不同的形狀,充分利用觸覺感受來辨認其差異性。而 Thompson et al. (2003)在視障者觸摸圖形的研究中認爲觸覺知覺圖形如果有突起之表面質感特性,將會有助於觸覺圖形的認知與辨識。這樣的可觸摸概念也延伸至介面設計,而有所謂可觸式(實體)使用者介面(Tangible User Interface)。其主要概念是以透過實體的介面串連起電腦與實體環境,並藉此達到互動與訊息溝通(Weiser, 1991; Sato & Lim, 2000; Ishii, 2004)。另外,亦強調把圖像型使用者介面(GUI)轉換成可觸的實體使用者介面(Ishii & Ullmer, 1997)。Fishkin(2004)在可觸式使用者介面的分析與分類的研究中說明其可觸式(實體)使用者介面的特性包括可輸入事件、可判斷事件、以及可觸發相對應之動作之實體介面顯示。

綜合先前的相關研究,雖然一個物件上「被動式」的觸覺感受常被研究者分析與探討,並也同時說明了一些重要的觸覺特徵。然而,這些文獻對於「主動式」觸覺感知議題的創新設計應用及其使用者互動研究則是較少。在多媒體互動設計研究領域中,不同型式的資訊顯示器設計研究一直持續著。其中,不少研究針對觸覺感知互動的議題進行探討,且環繞在觸覺標記(Tactile icons)的應用領域。而觸覺圖標 (Tactile icons)的設計目的主要是提供使用者觸覺感知資訊,過程中透過震動器 (Tactor)的設計來傳達或識別訊息,可視爲一種非視覺顯示器 (Van Erp, 2001; Schrope, 2001),並屬於一種主動式觸覺互動的型式,且近年的相關研究並賦予觸覺圖標一個專有名詞,即 Tactons。

Brewster 與 Brown (2004) 在觸覺標記 (Tactons)於非可視化顯示的結構性觸覺訊息研究中說明觸覺顯示器正在成爲一個可以很容易接收訊息的使用者介面,並提供一個容易瞭解的介面型式。他們認爲觸覺標記可用於傳達非可視的抽象知訊息,包括:觸覺震動的頻率,幅度和持續時間等。因此,觸覺標記 Tactile icons (Tactons)並不是以視覺圖示的形式呈現,

而是強調一種以觸覺感知所發展的標記,且更重視其介面裝置的主動訊息傳遞與引導機制, 例如手持裝置訊息震動提示及辨別、飛行員非視覺訊息提醒、以及行人尋路系統等。這些相 關的研究中又以方位導航提示的應用探討居多,例如 Van Erp (2005)針對身體軀幹上振動 觸覺的方向研究中顯示具有觸覺標記設計的皮帶可以成功傳遞方向訊息且引導使用者的方向。 同樣地, Pielot & Boll (2010) 亦發展驅幹型的觸覺標記裝置,其實驗結果顯示可以減少行 走時與障礙物發生碰撞的風險。這種類似的相關震動引導應用常被探討,如放置於腰間的震 動器 (Hoggan & Brewster, 2007)。Rochlis 與 Newman (2000) 開發了一個震動器定位系統 (TLS),透過人體的頸部和軀幹上的震動觸覺刺激傳遞訊息。該研究強調這個震動器定位系 統旨在提供體感上的線索,以彌補視覺資訊系統的不足。Kyung & Lee (2009) 在震動觸感 與質感的觸覺介面研究中說明觸覺標記(Tactons)關係到多個面向,包括震動力度,節奏和 空間位置等。這些面向可以發揮在各種環境中重要的作用,例如,使用觸覺標記設備,以提 昇使用者在互動時的視覺顯示大小限制,並對非視覺環境提供另一個型式的訊息。而 Qian et al. (2011)將觸覺標記(Tactons)的互動概念應用在型動手機裝置上,這個研究嘗試在觸覺 振動回饋機制中提供一個較好的績效,以減少視覺通道的負擔。Brewster 與 Brown (2004) 曾使用手機震動來測試人對不同訊息意義的辨識,實驗手機將以震動呈現不同的會議水準類 型,如演講、集體會議、個人會議等。其實驗結果顯示如果使用不同的振動頻率以及呈現振 動的身體位置對於辨別會議類型維持很高的辨識率,而在振動的辨識率可以增加了30%,並 且該研究建議透過減少觸覺呈現資訊的數量來達到提高使用者辨識率。Matsunaga et al. (2013) 爲視障者發展一個二維觸覺顯示裝置並成功運行,這個裝置是可以傳達文字訊息透過伸縮形 狀矩陣 (an array of pins in up and down positions)。這些研究的發展皆顯示出非視覺的資訊傳 達設計有重要性對於視障者。

根據以上所述,以觸覺爲基礎的觸覺標記應用將是一個重要的互動設計議題發展,尤其可以應用在未來的穿戴式裝置上。而以觸覺發展的設計概念將提供另一個與使用者互動的管道,除了視覺與聽覺之外。因此,本研究以觸覺標記(Tactons)爲基礎發展了一個觸覺羅盤設計概念在數位 APP 行動裝置上。這個應用可以藉由使用者碰觸螢幕的位置給予觸覺震動回饋訊號,並傳遞方向引導。而這個觸覺羅盤的有效性將在本研究的實驗中被調查與分析,其結果可以提供相關 HCI 研究領域一個觸覺應用研究基礎及設計發展參考。

貳、實驗方法

在本研究中,觸覺標記概念應用在一個方向引導的設計,即觸覺羅盤(觸覺指向概念設計),主要的設計概念如圖 1 所表示。這個觸覺羅盤可以傳遞不同方向的震動訊息,並且容易讓使用者感知。使用者透過各個方向的觸覺標記亦可以正確且辨別出方向。這個觸覺羅盤會以振動頻率的方式提示使用者目前偏移 (振動頻率低)或接近 (振動頻率高)相對應之方位,使之使用者發現正確的方向。在這個研究中,新的觸覺羅盤的使用績效亦被調查透過人因實驗。這個實驗依照使用者判斷之觸覺訊息複雜度所區分,包括有基礎測試 (Basic Test; BA-test):判斷自身的方位,以及進階測試 (Advanced Test; AD-test):尋找物件的相對方位。一個觸覺應用設計以及使用者驗證的實驗被執行在這個研究中。

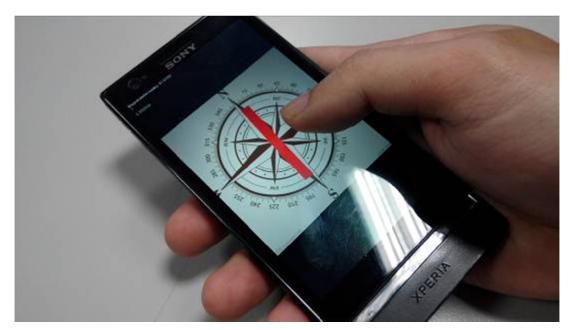


圖 1 本研究之觸覺指向概念設計

一、受測者

實驗受測者共招集 30 名的大學生,年齡介於 19 至 27 之間(Mean=22.59; SD=1.96),男性受測者 15 名、女性 15 名。

二、材料

這個研究以行動裝置 (Android 系統)作為主要載具,而裝置內的震動器 (Tactor)作為震動標記來源。Android 系統中的震動函式事件 (Vibration)類型將被本研究重新設計與控制。而八個方向震動的訊息設計則以先前研究所歸納之觸覺感知原則進行設計,包括其震動類型、震動強度、震動組合、持續時間等。這樣的設計可協助使用者判斷方向,以及減少

觸覺訊號偵檢的漏失。除此之外,這個觸覺羅盤亦會自動記錄使用者所判斷的方向以及時間。 這個實驗的自變項包括有受測者性別、測試類型(觸覺訊息複雜度的差異),而依變項則爲命中與否、操作時間。

三、實驗過程

在實驗開始前,研究者會先針對實驗的細節及流程進行解說。在實驗過程中會以眼罩遮蔽受測者的視覺。實驗場地係一個乾淨且環形的白色帷幕空間。受測者會以坐姿於場地的正中央椅子上,旁邊有實驗助手。實驗分爲兩個測試,而這兩個測試有觸覺訊息複雜度的區分。第一個測試爲基礎測試(Basic Test; BA-test)。在 BA-test 中,使用者透過本實驗設計觸覺羅盤裝置來尋找方位。測試開始時會旋轉受測者的椅子,讓受測者迷失方向,停止旋轉後,讓受測者透過裝置辨識自己的方位。實驗助手會記錄受測者的所使用的時間與命中正確方位與否。第二個測試爲進階測試(Advanced Test; AD-test)。在 AD-test 中,受測者應該尋找一個物件的相對方位。與第一個測試相同,先讓受測者迷失方位。一個聲音提示器將被隨機放置於某一方位,而受測者透過觸覺羅盤來尋找聲音提示器的方位。同樣地,受測者所花費的時間與命中與否都會在實驗過程中被記錄。

參、結果與討論

表 1 呈現受測者在 BA test 測試的描述性統計結果 (Descriptive Statistics)。這個表格顯示出受測者在尋找方位的測試中的操作時間情況。在尋找方位的測試中(BA test),女性的平均操作時間(Mean=21.80)多於男性(Mean=17.53)。以獨立樣本 T 檢定觀察各變項間的顯著性,如表二所示。結果顯示受測者之性別對於尋找方位的使用時間是沒有影響的(p>0.05)。而在 AD test 中,尋找相對物件位置所花費的操作時間平均值及標準差,如表 3 所示。結果顯示男性的時間 (Mean=40.60)大於女性(Mean=38.00)。但是,在尋找物件位置之時間和受測者之性別之間亦無差異 (p>0.05),如表 4 所表示。

因此,受測者的性別對於使用觸覺羅盤是無差異的,意即觸覺羅盤的操作績效狀況是相同的, 無論是男性或女性。

表1 BA測試的受測者花費時間之描述性分析結果

	GENDER	N	Mean	Std.
操作時間(秒)	Male	15	17.53	7.269
	Female	15	21.80	9.352

表2 BA測試的獨立樣本T檢定結果

	t	df	Sig.
操作時間(秒)	-1.395	28	.174*

^{*}p>0.05

表3 AD測試的受測者花費時間之描述性分析結果

	GENDER	N	Mean	Std. Deviation
操作時間(秒)	Male	15	40.60	20.938
	Female	15	38.00	23.437

表4 AD測試的獨立樣本T檢定結果

	t	df	Sig.
操作時間(秒)	.320	28	.751*

^{*}p>0.05

測者的花費時間在性別上無差異 (p>0.05),而測試類型有顯著差異 (p<0.01),但兩者無交 互作用 (p>0.05)。

因此,進一步觀察其描述性統計結果,BA 測試時間 (19.67 秒)優於 AD 測試 (39.30 秒),這個結果顯示 BA 測試中低複雜度的觸覺訊息可以被受測者接收快速地,且命中率也較高。

圖 2 顯示受測者性別的命中及失誤次數狀況。進一步地,本研究探討觸覺羅盤之使用者性別差異與命中(正確的方向判斷)有無關係,透過進行列聯表分析(Crosstabs)。在受測者性別卡方檢定中,其結果顯示 Chi-Square 值為 3.354 (p>0.05),而 Fisher's Exact Test 檢定結果 0.123, p>0.05,即認為受測者性別與有無命中是獨立的。

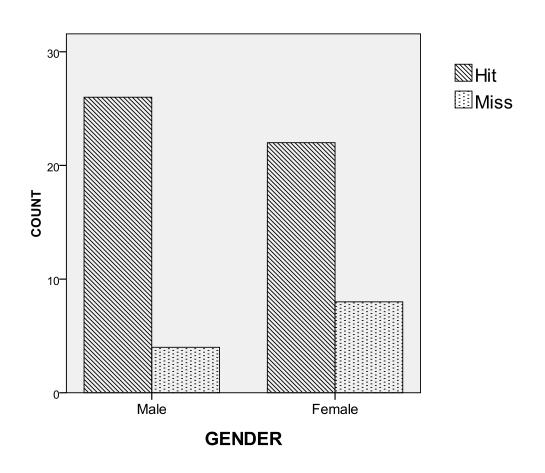


圖 2 受測者性別的命中及失誤次數狀況

除此之外,本研究亦探討測驗類型的差異與命中有無關係,其結果顯示 Chi-Square 值為 0.01 (p<0.05),而 Fisher's Exact Test 檢定結果 0.021, p<0.05,這個結果指出測驗類型(高低複雜度)與有無命中是有關聯性的,低複雜度的測驗類型有較高的命中次數。

表 5 顯示的訊息複雜度與依變項的相關分析結果。這個結果顯示使用者判斷時間會依照測試中觸覺訊息複雜度成正比,並且是相關的 (p<0.01),即觸覺訊息愈複雜,其花費的時間愈長。而在其他的相關分析中,受測者的性別差異與其花費時間、命中次數、觸覺訊息複雜度等皆無相關 (p>0.05)

表5相關分析

	Correlation Coefficient	Sig.	
訊息複雜度 & 時間(s)	0.494	0.000*	
訊息複雜度 & 命中次數	0.333	0.009*	
性別 & 時間 (s)	0.032	0.810	
性別 & 命中次數	0.167	0.203	

^{*} p<0.01

表6 BA test 及AD test 的命中頻率分析

Test	<u>.</u>	Frequency	Percent	Test	-	Frequency	Percent
BA	Hit	28	93.3	AD	Hit	20	66.7
	Miss	2	6.7		Miss	10	33.3
	Total	30	100.0		Total	30	100.0

兩個測試的的操作時間頻率比較中,受測者的操作時間在 BA test 明顯地比 AD test 集中且節省。在 BA test 中,受測者平均在 19.67 秒完成,大多數的受測者皆可以在 10-30 秒間完成方向的判斷,且命中正確率為 93.3%。而在 AD test 中,受測者平均在 39.3 秒完成,其花費的時間明顯地增加。大多數的受測者集中在 20-60 秒間完成方向的判斷,且命中正確率為 66.7%。各測試的 HIT 次數及正確率描述如表 6 所呈現。

這個現象顯示當觸覺訊息的複雜層級愈高,受測者要花費較多的時間去判斷方向,而且錯誤率也會提升。因此,在觸覺訊息的設計應保持簡單且不要包含太多編碼為原則,這個結果與觸覺研究文獻 (Brewster & Brown, 2004; Qian et al., 2011) 所建議的相同,即使在不同觸覺裝置的應用上。綜合兩個測試的分析結果,可以發現人對於觸覺訊息的接受存在有通用性,然而,如果訊息的複雜度被增加可能會降低其正確度。

肆、結論

除了視覺、聽覺以外,觸覺是可以被發展的資訊通道,尤其在未來穿戴式裝置上的多元應用。除此之外,視覺障礙者或多重感官障礙者亦可以從這個觸覺應用上獲得方向的指引。在本研究初步地探討後,這個裝置應該可以被視障者測試在未來的實驗工作中,可進一步地瞭解視障者的實際判斷。目前這個研究的結果可歸納如下:1) 觸覺羅盤可以協助非視覺者發現方向。2) 使用者性別的差異不會影響觸覺羅盤的使用性。3) 觸覺羅盤的訊息複雜度會影響命中率。4) 在觸覺羅盤上,複雜的觸覺訊息會花費較多的判斷時間。5) 觸覺羅盤的訊息設計應該保持簡單且低編碼。因此,從本研究中可以累積不同面向的觸覺感知調查結果,並且更能瞭解行動裝置上震動功能對於觸覺方向引導的績效。甚至在往後的研究中,能進一步地搭配其他的互動方式來建立更加全方位的人機溝通模式,以增加人類的觸覺感知與機器介面的溝通可行性。最後,這個以觸覺爲基礎的非視覺羅盤裝置有助於視線不良或盲視下的方向指引,並且可作爲觸覺指向介面及非視覺互動設計之參考基礎。

致謝

This study was partially supported by the National Science Council of Taiwan, ROC under Grant No. 102-2410-H-218-023 NSC.

參考文獻

- Brewster, S.A. and Brown, L.M., 2004, Non-Visual Information Display Using Tactons. In Extended Abstracts of ACM CHI, ACM Press, pp.787-788.
- Brown, L.M., Kaaresoja, T., 2006, Feel who's talking: using tactons for mobile phone alerts, Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, New York, US.
- 3. El-Munshid, H. A., Ardawi, M. S., 1993, Concise human physiology, Blackwell Scientific Publications, Boston.
- 4. Fox, Stuart, 2010, Human Physiology, McGraw-Hill
- 5.Ishii H., Biderman A., Ratti C., 2004, Continuous Tangible Interfaces: Bringing clay and sand into digital design, BT Journal, Vol.22, pp.287-299.
- 6.Ishii, H., Ullmer, B.,1997, Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. Proc. CHI 1997, ACM Press, pp. 234-241.
- Jenkins, W. O.,1947, The tactual discrimination of shapes for coding aircraft type controls, Psychological Research on Equipment Design, Washington, USA: U.S Government Printing Office, pp. 199-205.
- 8. Kyung, K.U., Lee, J.Y., 2009. Ubi-Pen: a haptic interface with texture and vibrotactile display. Computer Graphics and Applications Vol.29 (1), pp. 56–64.
- 9. Matsunaga, T., Totsu, K., Esashi, M., Haga, Y., 2013, Tactile display using shape memory alloy micro-coil actuator and magnetic latch mechanism, Displays, Vol.34, pp. 89–94.
- 10. Norman, D. A., 1988, The psychology of everyday things. New York, NY.
- 11.Qian, H., Kuber, R. and Sears, A. 2011. Towards Developing Perceivable Tactile Feedback for Mobile Devices. International Journal of Human Computer Studies 69, 705-719.
- 12. Salvendy, Gavriel, 2012, Handbook of Human Factors and Ergonomics, Wiley, USA.
- 13.Sato, K. and Lim, Y., 2000, Physical Interaction and Multi-Aspect Representation for Information Intensive Environments, Proceedings of the 2000 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Osaka, Japan.
- 14. Schrope, M., 2001, Simply Sensational. New Scientist, Vol.2, pp.30-33.
- 15. Thompson, L.J., Chronicle E.P., Collins A.F., 2003, The role of pictorial convention in haptic picture perception, Perception, Vol.32, pp.887-893.
- 16. Van Erp, J.B.F., 2001 Effect of Timing Parameters on the Vibrotactile Spatial Acuity of the Torso; TNO-report.
- 17. Van Erp, J.B.F., 2005, Presenting directions with a vibro-tactile torso display. Ergonomics, Vol. 48 (3), 302–313.
- 18. Weiser, M., 1991, The computer for the 21st century, Scientific American, Vol.265 (3), pp. 94-104.
- 19. Widmaier, E., Raff, H., Strang, K., 2013, Vander's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function, McGraw-Hill.
- 20. Widmaier, Eric P., Raff, Hershel, Strang, Kevin T., 2008, Vander's human physiology: the mechanisms of body function, McGraw-Hill.