

高齡者使用小型觸控式螢幕之研究

李傳房* 郭辰嘉**

* 國立雲林科技大學設計學研究所
e-mail:leecf@yuntech.edu.tw

** 國立雲林科技大學設計學研究所
e-mail:g9130802@yuntech.edu.tw

(收件日期:93年04月01日;接受日期:93年12月01日)

摘要

探討高齡者使用小型觸控式螢幕時的操作性為本研究的目的。本研究主要以三組的受測族群：高齡組、中高齡組、年輕組各 12 位；三種操作姿勢：坐著手持個人數位助理（PDA）、坐著-PDA 置於桌上、與站立手持 PDA；五種虛擬按鈕尺寸：邊長分別為 3、5、7、9、11mm 的正方形；與兩種輸入方式：用手指輸入、用觸控筆輸入，探討小型觸控式螢幕的操作性。每位受測者皆須操作 30 次作業（按鈕尺寸 5 種 x 輸入方式 2 種 x 操作姿勢 3 種），所有的實驗皆利用 PDA 進行，實驗作業為模擬電話號碼輸入。實驗的軟體程式可同時記錄每次的操作時間，本研究以操作時間作為評估各項實驗條件下的操作性優劣的依據。由本研究的結果得知，在任何按鈕尺寸與輸入方式之下，高齡者所需的操作時間都比中高齡者與年輕者所需的操作時間長。將 PDA 置於桌上有助於操作的穩定性，其所需的操作時間較短。整體而言，考慮到不同的使用族群，用手指輸入時，最小的按鈕尺寸建議為 9mm x 9mm；若用觸控筆輸入時，最小的按鈕尺寸建議為 5mm x 5mm；本研究的結果可作為小型資訊產品之觸控式螢幕介面設計的參考。

關鍵詞：高齡者、按鈕尺寸、操作姿勢、操作時間、輸入方式、個人數位助理

一、緒論

隨著科技的進步，資訊產品帶給人們生活上的便利，但也衍生操作複雜化與黑箱化的問題[6]；為了探討資訊產品操作上的問題點，產品的介面設計遂成為重要的研究主題之一。尤其現代的資訊產品操作介面皆強調以使用者為中心的設計（Human-Centered Design），特別重視使用者與產品之間的互動，例如利用視覺或聽覺的回饋可以增進產品的操作性。如何讓使用者容易操作資訊產品或減少其操作的負擔，雖有許多研究提出使用者介面設計[23,25,31]或使用性評估的原則[2,24,28]被應用在資訊產品設計上；但大部分的資訊產品對高齡者而言，仍不容易使用，其原因是目前的產品主要皆以年輕族群為訴求的對象；為了要擴大資訊產品的使用族群到高齡者或弱勢族群，通用設計（Universal Design）[20]的觀念是值得參考與應用的。

根據 Lee & Kuo [18] 的研究指出，高齡使用者對於複雜操作的資訊產品，只會使用其簡單的基本功

能；但設計優良的資訊產品可以增進高齡者生活上的便利性與社會互動的機會[10]。因為隨著年齡的增加，造成老年人生理與心理上的變化，使高齡者不易操作產品的方面，其主要問題點可歸納為運動、知覺與認知等方面的問題[15,17,26]。例如：在運動機能方面，因為高齡者的肌力退化與手指的靈敏度降低，不容易操作細小的按鍵[18]；在知覺機能方面：由於高齡者知覺機能的退化，不容易看清楚產品的操作方面[7]、或不容易聽清楚產品所發出的聲音[22]；在認知機能方面：由於高齡者記憶力的退化，不易操作複雜功能的產品[18]。但是，過去的人因工程或使用者介面設計的研究，大部分以正常人或年輕人為研究對象，有關高齡者的相關研究則較少[13,26,27]。近年，因為高齡化社會的來臨，高齡者的相關研究才逐漸引起重視；例如日本高齡人口的成長趨勢非常快速，引起日本官方學界高度的重視，並積極建立高齡者相關的人因資料庫與工業規格，提供企業與設計師使用即是最佳例證[3,8]。

具有小型顯示螢幕與輸入按鍵為資訊產品的特徵之一。因現代的資訊產品，如行動電話、數位相機、個人數位助理（Personal Digital Assistant；以下簡稱為 PDA）等，重視產品的攜帶性，並隨產品功能的複雜化，更突顯出小型螢幕空間的侷促性[4]；為了彌補高齡使用者視覺與運動能力的退化，許多資訊產品將操作方面的字體或按鍵加大；從設計的觀點，因為字體或按鍵增大，容易被認為是為高齡者而設計的產品、或是降低產品的質感程度，而不被一般消費者青睞。甚至許多資訊產品的螢幕介面設計都是引用電腦螢幕的操作介面設計原則，造成許多消費性資訊產品不容易被使用[20]。目前大部分的資訊產品，對高齡者而言過於複雜，不容易辨識其操作介面與瞭解如何操作；所以，從設計專業的立場，如何將通用設計的觀念融入產品的使用者介面設計，提供高齡者容易操作的資訊產品，才不會被貼上「高齡」的標籤，是值得設計師深思的。在國外有許多以通用設計理念開發成功的產品，例如日本富士通公司的 FACT-V 自動提款機與松下通信公司的 P601es 行動電話[29]是考慮高齡者與身心障礙者的生理特性而設計的產品，其產品不但高齡者與身心障礙者容易使用，一般人也容易使用，即是符合通用設計的產品。

隨著無線網際網路技術的成熟，透過手機、PDA 等手持式無線設備，將逐漸成為各界注目的焦點[9]，觸控式螢幕也將被廣泛的應用在這些產品設計上。觸控式螢幕是結合控制與顯示兩種機能於一體，其優點為在有限的空間內，可彈性設計許多操作功能；且因為沒有實體按鍵與螢幕顯示內容的空間對應問題，眼睛與手指的操作協調較佳，所以非常適合新穎[11]、高齡者[19]的操作。未來也可將小型觸控式螢幕應用在高齡者相關的醫療保健、通訊（緊急聯絡）、家電等產品設計上，以減少高齡者的操作負擔。但 Okada [26]提出，必須先累積高齡者的運動、知覺、認知等機能特性的研究成果，才能應用在高齡者的產品設計與介面設計上；因高齡者身心機能的衰退，一般的使用者介面設計原則，無法直接應用在高齡使用者的介面設計上[16]。例如 Baumann [11]對以手指操作觸控式螢幕之按鍵尺寸提出建議值，但該建議值只是針對一般的狀況，並未針對高齡者或特定的使用情形（如使用觸控筆、或小型觸控式螢幕）；因高齡者的視力衰退與手指的靈敏度降低，造成手指的協調能力降低，若該建議值要應用在高齡使用者的介面設計上，則需進一步的探討、修正。若從通用設計的觀點，高齡者容易使用的產品，一般的健康人或年輕人也容易使用該產品[15,20]。所以，本研究以探討高齡者操作小型觸控式螢幕的操作需求，研究成果可應用在高齡者產品設計上，其設計也適合健康人或年輕人所使用，即達到通用設計的目標為本研究的主要動機。但如前所述，觸控式螢幕的介面設計牽涉的層面非常廣，需考慮運動、知覺與認知等要素；本研究比較偏向手部運動與視知覺對操作性的影響，其主要是探討不同年齡層的使用者、按鍵尺寸、輸入方式與操作姿勢對小型觸控式螢幕之操作性的影響；未來再進一步探討其他知覺、認知等相關的議題。所以，探討高齡者對小型觸控式螢幕操作性為本研究的目的。

二、研究方法

根據萊佛芬[9]、Douglas&Naylor [14]的報告，PDA 被應用在工作、娛樂、醫療等範疇上，為一熱

門的資訊產品；且具有小型螢幕與可攜帶的特性，為一典型的資訊產品。本研究為探討小型資訊產品之觸控式螢幕的操作性，所以選擇 PDA 為本研究的實驗載具。

2-1 實驗說明

實驗載具為一市售 PDA (Compaq, iPAQ 3850C)，具有彩色螢幕，其大小為 57.6mm x 76.82mm，解析度為 240 x 320 pixls。實驗程式以 Embedded Visual Basic 撰寫，再載入 PDA 中，進行實驗測試。實驗前先向受測者說明實驗進行的步驟，並讓受測者練習、熟悉實驗作業的操作方式。實驗為模擬輸入電話號碼的作業，其螢幕畫面如圖 1 所示，虛擬按鍵（以下簡稱為「按鍵」）排列與一般的電話機相同。電話號碼以立意抽樣的方式，自研究者的電話號碼簿選出、設定。實驗時，受測者依螢幕上的指示，先按紅色「電源」鍵，螢幕上方即呈現 10 碼的電話號碼，受測者依序輸入電話號碼，最後按「確定」鍵，即完成一次作業的操作。若有操作錯誤，受測者可利用「退後」與「清除」鍵更正，直到操作正確為止；從受測者按「電源」鍵開始，到按下「確定」鍵為止，為其一次作業的操作時間，實驗程式可同時紀錄每次作業的操作時間；即輸入電話號碼的動作時間與操作錯誤的時間之總和，為實驗一次作業的操作時間。本實驗模擬操作 PDA 的實際狀況，其視覺距離與視線不限制，以能看清楚螢幕內容為原則。實驗時避免螢幕有反射光，實驗是模擬一般的作業環境將照度控制在 600~800 lux 之間[1]。



圖 1 PDA 螢幕的操作案例

為探討按鍵尺寸對小型資訊產品之觸控式螢幕的操作性，本實驗設計 5 種不同大小的按鍵，其分別為邊長 3、5、7、9、11mm 的正方形（如圖 1 所示），兩按鍵的相鄰距離為 2mm，即相鄰按鍵的間距（兩按鍵中心點的距離）分別為 5、7、9、11、13mm。輸入方式有直接用手指（食指）輸入與用觸控筆輸入兩種。操作姿勢有三種：坐著手持 PDA、坐著 PDA 置於桌上、與站立手持 PDA，如圖 2 所示。

2-2 受測者

受測者共有三組：年輕組（20~35 歲；平均 26.8±4.5（標準差））、中高齡組（45~55 歲；平均 48.8±4.4）、高齡組（65 歲以上；平均 69.5±4.8），每組 12 人。所有受測者皆視力正常或經矯正後正常，即在實驗前的練習操作時，確認每位受測者皆能夠清楚視認螢幕呈現的所有文字。每位受測者皆須操作



坐著-手持 PDA



坐著-PDA 置於桌上



站立-手持 PDA

圖 2 操作姿勢

30 次作業（按鍵尺寸 5 種 x 輸入方式 2 種 x 操作姿勢 3 種），其操作順序依拉丁方格法排序（Latin square layout），藉此避免固定的操作順序造成實驗結果的偏差。

2-3 實驗數據

本實驗探討對不同年齡層的使用者、觸控式螢幕的按鍵尺寸、輸入方式與操作姿勢對操作性的影響，故以操作時間來衡量其操作性的優劣。實驗的數據以 Windows 版 SPSS 統計軟體（8.0.1 版）做四因子（受測族群、操作姿勢、按鍵尺寸與輸入方式）變異數分析與用 Scheffe 法做事後比較，其檢定結果以 $p < 0.05$ 作為自變數對其依變數（操作時間）有顯著性影響的判斷基準。

三、實驗結果

本研究的變異數分析結果如表 1 所示，因自變數（受測族群、按鍵尺寸與輸入方式）之間有顯著的交互作用，則再進行各因子的單純主要效果比較[5]，其結果如下說明。

表 1 操作時間之變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	p 值（顯著性）
受測族群（A）	38249.6	2	19124.8	318.1	***
操作姿勢（B）	1087.1	2	543.6	9.0	***
按鍵尺寸（C）	42141.1	4	10535.3	175.2	***
輸入方式（D）	9718.8	1	9718.8	161.6	***
A * B	349.3	4	87.3	1.5	-
A * C	8709.4	8	1088.7	18.1	***
B * C	346.7	8	43.3	0.7	-
A * B * C	188.9	16	11.8	0.2	-
A * D	2862.7	2	1431.4	23.8	***
B * D	281.4	2	140.7	2.3	-
A * B * D	196.3	4	49.1	0.8	-
C * D	17314.9	4	4328.7	72.0	***
A * C * D	4019.6	8	502.5	8.4	***
B * C * D	330.4	8	41.3	0.7	-
A * B * C * D	309.0	16	19.3	0.3	-

(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$, -: 無顯著性)

根據研究結果顯示（表 2），用手指輸入時，本研究的按鍵尺寸大小對操作時間有顯著性的影響（ $p<0.001$ ）；經事後比較，高齡者所需的操作時間都比中高齡者與年輕人所需的操作時間長（ $p<0.001$ ）；當按鍵尺寸為 3mm x 3mm（ $p<0.001$ ）或 5mm x 5mm（ $p<0.05$ ）時，中高齡者所需的操作時間也比年輕人所需要的操作時間長。用觸控筆輸入時，按鍵尺寸大小對操作時間有顯著性的影響（ $p<0.001$ ）；其中，當任何按鍵尺寸之下，高齡者所需的操作時間都比中高齡者與年輕人所需的操作時間長（ $p<0.001$ ）；當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時，中高齡者所需的操作時間也比年輕人所需的操作時間長（ $p<0.05$ ）。

表 2 受測族群之單純主要效果的變異數分析結果（表內數值為操作時間的平均值(標準差)，單位：秒）

變異來源	年輕組	中高齡組	高齡組	p 值(顯著性)	事後比較
用手指輸入					
按鍵尺寸 3mm x 3mm	22.8(12.5)	35.6(21.7)	62.9(22.4)	***	[年輕]<[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 5mm x 5mm	11.0(2.9)	15.4(5.1)	29.1(10.2)	***	[年輕]<[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 7mm x 7mm	10.8(3.8)	14.1(5.3)	23.1(7.6)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 9mm x 9mm	8.8(1.9)	11.3(2.3)	18.6(4.3)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 11mm x 11mm	9.6(3.2)	11.9(2.9)	19.4(9.4)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]
用觸控筆輸入					
按鍵尺寸 3mm x 3mm	12.7(6.4)	16.2(4.3)	26.9(8.0)	***	[年輕]<[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 5mm x 5mm	9.3(2.8)	13.4(4.0)	20.4(5.7)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 7mm x 7mm	9.1(2.2)	12.0(2.9)	19.0(3.9)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 9mm x 9mm	9.2(4.4)	10.9(3.0)	17.1(4.1)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]
按鍵尺寸 11mm x 11mm	8.9(2.1)	11.7(3.5)	17.4(4.2)	***	[年輕]、[中高齡]<[高齡]

(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$, -: 無顯著性)

根據按鍵尺寸之單純主要效果的變異數分析結果（表 3）顯示，對年輕人而言，用手指輸入時，按鍵尺寸對所需的操作時間有顯著性的影響（ $p<0.001$ ）；經事後比較，當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間皆比其他按鍵尺寸所需的時間長（ $p<0.001$ ），但其他按鍵尺寸之間所需的操作時間並沒有顯著性的差異；用觸控筆輸入時，按鍵尺寸對所需的操作時間並沒有顯著性的影響。對中高齡者而言，用手指輸入、當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間皆比其他按鍵尺寸所需的時間長（ $p<0.001$ ）；當按鍵尺寸為 5mm x 5mm 時所需的操作時間比按鍵尺寸為 9mm x 9mm 時所需的時間長（ $p<0.05$ ）；當按鍵尺寸為 7mm x 7mm 時所需的操作時間也比按鍵尺寸為 9mm x 9mm（ $p<0.01$ ）或 11mm x 11mm（ $p<0.05$ ）時所需的時間長。對中高齡者用觸控筆輸入時，按鍵尺寸對所需的操作時間有顯著性的影響（ $p<0.05$ ）；尤其當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間比按鍵尺寸為 7mm x 7mm（ $p<0.05$ ）、9mm x 9mm（ $p<0.01$ ）、或 11mm x 11mm（ $p<0.05$ ）時所需的時間長。對高齡者用手指輸入時，所需的操作時間依序為按鍵尺寸 3mm x 3mm、5mm x 5mm、7mm x 7mm、9mm x 9mm 或 11mm x 11mm 而遞減（ $p<0.001$ ）；對高齡者用觸控筆輸入時，當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間皆比其他按鍵尺寸所需的時間長（ $p<0.001$ ）。

根據輸入方式之單純主要效果的變異數分析結果（表 4）顯示，對任何使用族群而言，當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時，用手指輸入比用觸控筆輸入所需的時間長（ $p<0.001$ ）。另外，高齡者當按鍵尺寸為 5mm x 5mm（ $p<0.001$ ）與 7mm x 7mm（ $p<0.05$ ）時，用手指輸入也比用觸控筆輸入所需的時間長。

依變異數分析結果（表 1），操作 PDA 的姿勢對所需的操作時間有顯著性的影響（ $p<0.001$ ），但與其他因子之間並沒有顯著性的交互作用。依 Scheffe 法的事後比較，坐著用 PDA 置於桌上時，比其他兩種操作姿勢所需的操作時間短。

表3 按鍵尺寸之單純主要效果的變異數分析結果（表內數值為操作時間的平均值(標準差)，單位：秒）

變異來源	3mm x 3mm	5mm x 5mm	7mm x 7mm	9mm x 9mm	11mm x 11mm	p 值(顯著性)	事後比較
年輕組							
用手指輸入	22.8(12.5)	11.0(2.9)	10.8(3.8)	8.8(1.9)	9.6(3.2)	***	[5]、[7]、[9]、[11] < [3]
用觸控筆輸入	12.7(6.4)	9.3(2.8)	9.1(2.2)	9.2(4.4)	8.9(2.1)	-	-
中高齡組							
用手指輸入	35.6(21.7)	15.4(5.1)	14.1(5.3)	11.3(2.3)	11.9(2.9)	***	[5]、[7]、[9]、[11] < [3] [11] < [5]；[9]、[11] < [7]
用觸控筆輸入	16.2(4.3)	13.4(4.0)	12.0(2.9)	10.9(3.0)	11.7(3.5)	*	[7]、[9]、[11] < [3]
高齡組							
用手指輸入	62.9(22.4)	29.1(10.2)	23.1(7.6)	18.6(4.3)	19.4(9.4)	***	[9]、[11] < [7] < [5] < [3]
用觸控筆輸入	26.9(8.0)	20.4(5.7)	19.0(3.9)	17.1(4.1)	17.4(4.2)	***	[5]、[7]、[9]、[11] < [3]

(*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001, -: 無顯著性)

表4 輸入方式之單純主要效果的變異數分析結果（表內數值為操作時間的平均值(標準差)，單位：秒）

變異來源	用手指輸入	用觸控筆輸入	p 值(顯著性)	事後比較
年輕組				
按鍵尺寸 3mm x 3mm	22.8(12.5)	12.7(6.4)	***	[筆] < [手指]
按鍵尺寸 5mm x 5mm	11.0(2.9)	9.3(2.8)	-	-
按鍵尺寸 7mm x 7mm	10.8(3.8)	9.1(2.2)	-	-
按鍵尺寸 9mm x 9mm	8.8(1.9)	9.2(4.4)	-	-
按鍵尺寸 11mm x 11mm	9.6(3.2)	8.9(2.1)	-	-
中高齡組				
按鍵尺寸 3mm x 3mm	35.6(21.7)	16.2(4.3)	***	[筆] < [手指]
按鍵尺寸 5mm x 5mm	15.4(5.1)	13.4(4.0)	-	-
按鍵尺寸 7mm x 7mm	14.1(5.3)	12.0(2.9)	-	-
按鍵尺寸 9mm x 9mm	11.3(2.3)	10.9(3.0)	-	-
按鍵尺寸 11mm x 11mm	11.9(2.9)	11.7(3.5)	-	-
高齡組				
按鍵尺寸 3mm x 3mm	62.9(22.4)	26.9(8.0)	***	[筆] < [手指]
按鍵尺寸 5mm x 5mm	29.1(10.2)	20.4(5.7)	***	[筆] < [手指]
按鍵尺寸 7mm x 7mm	23.1(7.6)	19.0(3.9)	*	[筆] < [手指]
按鍵尺寸 9mm x 9mm	18.6(4.3)	17.1(4.1)	-	-
按鍵尺寸 11mm x 11mm	19.4(9.4)	17.4(4.2)	-	-

(*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001, -: 無顯著性)

四、討論

本研究以受測族群、操作姿勢、按鍵尺寸與輸入方式等四項自變數，以操作時間為因變數探討觸控式螢幕的操作性。本研究選用操作時間來衡量觸控式螢幕的操作性，主要是要評估受測者手部的運動與視知覺等因素對操作性的影響，而避免受測者的認知行為對觸控式螢幕操作性產生影響。從實驗結果(表2)得知，在任何按鍵尺寸與輸入方式之下，高齡者所需的操作時間都比中高齡者與年輕人所需的操作時間長(p<0.001)。主要是隨著年齡的增加，注意力與運動能力逐漸降低，使得高齡者與中高齡者的操作時間延長。Vercruyssen [30]曾提出，高齡者為了怕操作錯誤，所以在心理上特別要求操作的精確度，而不太在意操作速度，使得其操作時間比中高齡者與年輕人所需的操作時間長。Brogmus [12]針對高齡受測者進行手部運動的精確性與速度的實驗，其研究報告顯示：操作時間隨著年齡與作業困難度的增加而

增加；本研究與 Brogmus 的研究結果一致。由本研究可知，可以理解按鍵尺寸愈小時，對於中高齡者以上的族群其對操作時間的影響愈大；也可以說，按鍵尺寸愈小時，對於中高齡者以上的族群之操作能力要求愈高，因而延長其操作時間。

依 Fitts 法則[21]，手部的運動距離與按鍵尺寸（目標的大小）會影響動作時間；該法則（方程式）的斜率隨著年齡呈線性的增加[12]。因本研究的各實驗條件之間，手部只有做觸控螢幕的動作，並沒有大距離的移動手部，所以在相同的受測族群與操作姿勢下，操作時間受按鍵尺寸的影響較大，而受手部的運動距離影響較小。如表 3 所示，用手指輸入時，對年輕人而言，當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間皆比其他按鍵尺寸所需的時間長（ $p < 0.001$ ），但其他按鍵尺寸之間所需的操作時間並沒有顯著性的差異。對中高齡者與高齡者而言，大致上操作時間隨著按鍵尺寸逐漸增加而遞減（表 3）；可能因為按鍵尺寸愈小時，作業的困難度愈高（例如：對操作的準確度與視覺對按鍵文字的辨識能力要求提高），而增加中高齡者與高齡者的操作時間。整體而言，用手指輸入、按鍵尺寸大於 9mm x 9mm 時，其各族群之間所需的操作時間並沒有顯著性差異。用觸控筆輸入時，對年輕人而言，按鍵尺寸對所需的操作時間並沒有顯著性的影響；對中高齡者而言，按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間比按鍵尺寸為 7mm x 7mm（ $p < 0.05$ ）、9mm x 9mm（ $p < 0.01$ ）、或 11mm x 11mm（ $p < 0.05$ ）時所需的時間長；對高齡者而言，當按鍵尺寸為 3mm x 3mm 時所需的操作時間皆比其他按鍵尺寸所需的時間長（ $p < 0.001$ ）。整體上，用觸控筆輸入、按鍵尺寸大於 5mm x 5mm 時，其各族群所需的操作時間並沒有顯著性差異。依據以上所述，可以推測用觸控筆輸入時，觸控式螢幕最小的按鍵尺寸建議值為 5mm x 5mm；對中高齡者以上的族群，若用手指輸入時，觸控式螢幕最小的按鍵尺寸建議值為 9mm x 9mm。

Baumann [11]建議觸控式螢幕的相鄰兩虛擬按鍵的垂直間距至少需分別為 12mm 與 14mm；但根據前述說明，本研究用觸控筆輸入與用手指輸入的方式皆比 Baumann 所建議的按鍵尺寸小，這可能因為該研究皆沒有說明按鍵周邊可使用空間大小的限制下，所建議的按鍵尺寸值。而本研究是假設在有限的空間條件（如小型的資訊產品）之下，探討不同的使用族群可接受的按鍵尺寸最小值為何？從本研究的結果得知，在有限的空間之下，同時從通用設計的觀點考慮不同的使用族群，用手指輸入時，最小的按鍵尺寸需為 9mm x 9mm（兩按鍵的間距為 11mm）；若用觸控筆輸入時，最小的按鍵尺寸為 5mm x 5mm（兩按鍵的間距為 7mm）。但，若空間大小足夠的話，設計師也可參考本研究的前述建議值，將按鍵尺寸適度加大，以提升產品的操作性。

如表 4 所示，對任何族群當按鍵尺寸為 3mm x 3mm（ $p < 0.001$ ）時、與高齡者當按鍵尺寸為 5mm x 5mm（ $p < 0.001$ ）與 7mm x 7mm（ $p < 0.05$ ）時，用手指輸入皆比用觸控筆輸入所需的時間長。因為觸控筆的筆尖比食指的指尖小，所以操作小的按鍵時，用觸控筆可以提升其操作性；尤其當按鍵尺寸小於 7mm x 7mm 時，用觸控筆輸入可以明顯地提升高齡者的操作性。

操作 PDA 的姿勢對所需的操作時間有顯著性的影響（ $p < 0.001$ ，表 1）；尤其以坐著用 PDA 置於桌上時，比其他兩種操作姿勢所需的操作時間較短。可能將 PDA 置於桌上有助於操作的穩定性；若由手直接握持 PDA 時，則操作的困難度較高，而延長作業的時間。本研究的結果只能說明點選或觸控虛擬按鍵或圖像的操作方式，其他如手寫輸入的方式，則需進一步實驗才可以說明其操作姿勢是否對操作時間有影響？另一方面，本研究只以操作時間作為衡量不同實驗條件下之操作性的論述依據，若能對受測者操作錯誤率的記錄與分析，應可更詳細的探討作業績效；又，因高齡者的個人生理機能差異較大，若能同時量測受測者的手部操控能力與視力等數據，將有助於實驗結果之探討；以上建議可作為後續研究的參考。

五、結論

由本研究的結果得知，在任何按鍵尺寸與輸入方式之下，高齡者所需的操作時間都比中高齡者與年輕人所需的操作時間長。將 PDA 置於桌上有助於操作的穩定性，所需的操作時間較短。在操作小型觸控式螢幕時，建議高齡者儘量採用觸控筆輸入，可提升其操作性。整體而言，在有限的空間之下，考慮到不同的使用族群，用手指輸入時，最小的按鍵尺寸需為 9mm x 9mm（兩按鍵的間距為 11mm）；若用觸控筆輸入時，最小的按鍵尺寸為 5mm x 5mm（兩按鍵的間距為 7mm）；本研究的結果可作為小型資訊產品之觸控式螢幕介面設計的參考。

參考文獻

1. 小林和孝，1988，人間工學手冊《日ム》，日本出版服務社，p.28。
2. 山岡俊樹等三人，2000，構造化使用者介面設計與評估《日ム》，其立出版社。
3. 寺傳房，2002，日本無障礙設計與通用設計考察報告。
4. 寺傳房、寺敏傑，1999，組織與動態資訊對小型顯示介面之訊息處理的影響，科技學刊，Vol. 8 No.2, pp.259-265。
5. 吳明隆，2003，SPSS 統計應用實務，文魁資訊公司出版，台北。
6. 岡田明，1993，工業設計《日ム》，森典彦（編），朝倉書店，東京，p.26。
7. 宮田紀元，1994，高齡者的建築環境《日ム》，日本建築學會（編），彰國社，東京。
8. 通用設計研究會編，2001，通用設計—迎向超高齡社會的造物《日ム》，日本工業出版社，東京。
9. 葉恆芬，2003，掌握天下事的無線網際網路，科學發展，371 期，pp.12-15。
10. Alm, N. et al., 2002, Older people and information technology are ideal partners, International Conference for UD in Japan 2002, [2078].
11. Baumann, K. and Thomas, B., 2001, User interface design for electronic appliances. Taylor & Francis, London.
12. Brogmus, G.E., 1997, Effects of age and sex on speed and accuracy of hand movements and the refinements They suggest for Fitts' law, In Rogers, W.A. (Eds.), Designing for an aging population, human factors program; Human Factors and Ergonomics Society, pp.25-29.
13. Czaja, S.J., 1997, Using technologies to aid the performance of home tasks, In Fisk, A.D., and Rogers, W.A. (Eds.), Handbook of human factors and the older adult, Academic Press, U.S.A. pp.311-334.
14. Douglas, F., and Naylor, J.R., 2001, Handheld devices, personal digital assistants, and palmtop devices; can you live with them or without them? Current surgery, Vol. 58, No. 6, pp.554-555.
15. Fisk A.D., et al., 2004, Designing for older adults, CRC Press, U.S.A. pp.143-149.
16. Han, S.H., et al., 2001, Usability of consumer electronic products, International Journal of Industrial Ergonomics, No. 28, pp.143-151.
17. Hotta, A., 1997. The direction of design in aged society. Bulletin of JSSD, Vol.4 No.3, pp.35-42.
18. Lee, C.F., and Kuo, C.C., 2001, A Pilot Study of Ergonomic Design for Elderly Taiwanese People, Proceedings of the 5th Asian Design Conference-International Symposium on Design Science, Seoul, Korea, TW-030.
19. Lee, C.F., 2004, A Study on the Mapping of User Interface for an Electronic Appliance, Applied ergonomics, (投稿中)。
20. Mace, R. et al., 1997, http://www.design.ncsu.edu/cud/univ_design/princ_overview.htm.
21. Mohagheghi, A.A., and Anson J.G., 2002, Amplitude and target diameter in motor programming of discrete, rapid aimed movements: Fitts and Peterson (1964) and Klapp (1975) revisited, Acta psychological, Vol. 109, pp.113-136.
22. Namba, S., Sasaki, A., and Hosoi, T., 1995, Study of sound signal interface (in Japanese), Toshiba review, Vol.55 No.6, pp.471-474.
23. Newman, W.M. and Lamming, M.G., 1995, Interaction System Design, Addison – Wesley, pp.183-214.
24. Nielsen, J., 1993, Usability Engineering. San Diego CA: Academic Press.
25. Norman, D.A., 1988, The psychology of every day things, Basic Book INC, New York.

26. Okada, A., 1997, Ergonomics approach in universal design (in Japanese), Special issue of JSSD, Vol.4 No.4, pp.40-45.
27. Okada, A., 1999, Measurement and application of human data for aged oriented design (in Japanese), Special issue of JSSD, Vol.7 No.1, pp.2-9.
28. Torres, R.J., 2002, Practitioner's handbook for user interface design and development, Prentice Hall PTR.
29. Universal Design (in Japanese), 2001, Vol.8, pp.43-45.
30. Vercruyssen, M., 1997. Movement control and speed of behavior, In Fisk, A.D., and Rogers, W.A. (Eds.), Handbook of human factors and the older adult, Academic Press, U.S.A. pp.55-86.
31. Yamaoka, T., 2003, Human design technology (in Japanese), Morikita Co, Tokyo.

誌謝

本研究獲行政院國家科學委員會之專題研究計畫補助（計畫編號：NSC91-2213-E-224-026），得以順利完成，特此致謝。

A Study on the Operation of the Elderly for a Small Touch-screen

Chang-Franw Lee* Chen-Chia Kuo**

* Graduate School of Design, National Yunlin University of Science & Technology
e-mail:leecf@yuntech.edu.tw

** Graduate School of Design, National Yunlin University of Science & Technology
e-mail:g9130802@yuntech.edu.tw

(Date Received : April 01, 2004 ; Date Accepted : December 01, 2004)

Abstract

The purpose of this study was to investigate the operation of the elderly for a small touch-screen. Twelve elderly subjects (above 65 years old), twelve middle-elderly subjects (45-64 years old), and twelve young subjects (20-35 years old) participated in the study. The setting of the experiment was simulated by a personal digital assistant (PDA). Each subject had to perform the task of inputting a ten-digit phone number under 30 different conditions (five dimensions of virtual keys: square of 3mm, 5mm, 7mm, 9mm, and 11mm; two input devices: with a pointer and the subject's finger; three operating postures: sitting posture and the PDA held by hand, sitting posture and the PDA put on a desk, and standing posture and the PDA held by hand). The operation time of each task was recorded when the subject performed the task. According to the results of this study, the elderly took longer operation time than middle-elderly and young subjects. Considering different user groups, it was suggested that the minimum dimension of virtual keys for a small touch-screen to be 9mm x 9mm with finger input, or 5mm x 5mm with pointer input to effectively operate a small touch-screen product.

Keywords: Elderly, Dimension of virtual key, Operating posture, Operation time, Input device, Personal digital assistant

