

高齡者使用小型觸控介面之操作性研究

趙方麟 張珈瑜
朝陽科技大學工業設計研究所
e-mail: flin@cyut.edu.tw

摘要

高齡者因肌肉的衰退造成手部的握持力及靈敏度降低。本研究探討高齡者小型觸控式介面操作參數，受測對象為 65 歲以上，針對三種輸入方式：觸控筆、手指及一般筆輸入，搭配不同的按鍵尺寸進行實驗。以五種不同尺寸的按鍵，搭配三種不同的點選方式進行測試。以操作秒數為實驗效標，以程式擷取動作時間，於操作實驗的末頁顯示。本研究結果得知在使用方式上觸控筆輸入時，最小建議尺寸為 4mm；若使用手指輸入時，最小建議尺寸為 8mm；若使用一般筆輸入時，最小建議尺寸為 6mm。描繪寬度分別為 5pt、10pt 及 15pt 黑色方框，以點選次數及完成秒數為實驗效標，發現以手指>觸控筆>一般筆，表示手指動作最快，可用於小型觸控式介面的參考。

關鍵詞：高齡者、觸控式螢幕、操作描繪。

Abstract

Muscle decay caused stability decreasing for elderly, the small touch panel interface were investigated with elderly. Three kinds of input methods: stylus, finger and normal pen were utilized in the study. By changing different touch pad sizes, the time to finish the task were evaluated. Touch-screen interface experiments were conducted in five different virtual key sizes: 4-12mm, with three different ways to click. Subjects were required to perform 3 selections with 5 lattice sizes. The minimum recommended size is 4mm with the stylus, and 8mm for the finger input. If the pen input is prefer, the minimum recommended size is 6mm.

Subjects also were tested in three different widths to tracking line. The number of clicks and the completion time in seconds were recorded. In timing aspect, the finger action is the fastest one; the results can be a reference for small touch-screen interface design.

Keywords: elderly person, touch screen, tracing operation.

1. 前言

生育率降低，西元 2050 年全球逾 60 歲的高齡人將明顯增加。高齡人口的生活能力因日漸衰退的生理機能而逐漸降低。由於生活與行動力的減低，高齡者大部分的活動將限制於家中，造成停滯的時間增長，家庭照護的需求亦提高（廖哲政, 2002）。台灣的家庭結構漸趨向小家庭化，高齡者必須自行打理生活中的各個層面，在資訊社會中，高齡者亦須具有操作電子產品的能力。

高齡者的相關研究中，曾歸納出高齡者在操作觸控式介面(相對於硬體按鍵)時通常有較快的表現、較少錯誤、較容易學習和較高的滿意度(蔡旺晉, 2004)。因此本研究以觸控式介面為操作平台，透過電子產品的操作觀察、與模擬重要操作介面選項的設計，瞭解適切設計參數，以改善高齡者於觸控電子產品介面的操作績效。

2. 文獻回顧

人口結構變化中所含高齡族群之人口型態，由於其所佔總人口的比例節節上升，形成高齡化社會。超過 65 歲以後，平均還約有 11 年的生命時間；這段時間中，高齡者需持續與社會保持互動；擁有具備操作生活產品的能力，才可照顧基本起居。生理與心理機能的衰退雖然影響了高齡者操作能力；介面的改善確實可增進高齡者與產品間的互動，促進日常活動之獨立自主。

老化是一種很緩慢的生理變化過程，人體的各個結構及功能隨著生命逐漸成長逐漸發生變化，包含神經系統變化包含有記憶力衰退、邏輯與思考能力減弱、學習與反應感覺遲鈍。相關於神經系統退化所導致的問題，在產品設計時則應注意到產品操作程序、功能階層及按鍵配置的適當性。視覺機能退化方面，因為敏銳度降低(彭駕驊, 1999)，較不易察覺細節或是需要較長的觀察時間完成；閱讀小型顯示器時有誤判物件間距離的困擾(Welford, 1985)。由於目前電子產品介面顯示器趨向小型化，因此更應針對高齡者於操作介面

時的所產生的問題點進行設計。

手部機能方面:銀髮族隨著肌肉纖維量的減少與長度的稀鬆,肌肉出現收縮現象(彭駕驊,1999);肌肉的強度於 50 歲之後開始下降,至 70 歲前會下降多達 20%。手部的握力和肌肉靈活性也跟著降低,因此運動時的速度跟力量也因此會逐漸減低(Paul W. Foos, 2008)。引起手部機能退化的現象包含有:肌力、敏捷性、精密性、協調性(Napier, 1956)、關節活動性及敏感性,因此會造成高齡者在操作按鍵時的困難,不容易迅速操作細小的按鍵(古京讓,2006)。工作記憶又稱短期記憶,個人對於相同事件的記憶是每個人對於該事件發生後處理的結果,因此記憶取決於處理,處理又倚賴許多其他的元素或者不同心智模式影響。銀髮族除了短期記憶減低,因為失智症患者的增加,特殊記憶障礙亦漸漸被重視。

觸控螢幕在操控過程中,須透過觸控筆或手指來進行點選。用觸控筆進行點選時,其基本操作動作可分為輕敲(tap)、輕敲並停止(tap & hold)及拖曳(drag)三種(郭彥谷,2001)。精細控制動作因需要精確操控物體的行為,常牽扯到手及手指的使用。手指最適合於執行快速與準確度高的動作(張一岑,1998)。手部動作最基本的分類是「抓握」與「非抓握」動作(黃中宏,2002);不需要手部握持,常具備相當程度的穩定性;觸摸、按壓、切削等都屬於這類的動作。

智慧手機點選的使用方式有觸控筆及手指,因為智慧手機螢幕面積小,位移不大,常需具準確性和較小的施力與位移。觸控筆其點選動作因須透過手指夾住筆來進行,可將之歸類為「抓握」;以別於以手指點選之「非抓握」。本研究將以實驗評估高齡者以不同使用方式在操作績效之差異。

3. 研究方法

實驗對象為台中縣大里清心養護所及台中傳愛社區服務中心;實驗過程中發現雖然受測對象皆為 65 歲以上之高齡者,但因為他們在身體健康狀況及社交活動能力上已有很大的差異,因此先天上會影響或造成操作績效的差異。少數健康狀況較不佳的高齡者(其社交活動不頻繁),在接觸電子產品及陌生人時容易緊張而生排斥,受測前雖已經說明並讓高齡者自行試著操作,但仍然會因恐懼而傾向依賴研究人員的指引之後才完成操作測試。

在養護所及傳愛社區服務中心的協助下,由研究者至該活動中心進行實測。觸控介面實

測受測者每項測試各 18 名,年齡範圍為 66~95 歲,平均年齡為 79.94 ± 8 ;其中男性 10 位女性 8 位。18 位測試者的視力狀態,多數為老花眼少數為近視,在進行測試時都已經配戴矯正眼鏡。

本研究主要有點選不同的按鍵尺寸、描繪不同寬度幾何形。討論的因變數有三個,分別為點選使用方式、按鍵格子大小、描繪寬度;應變數則為完成時間及主觀評量。各變數之操作型定義如下:(1)點選使用方式:分為觸控筆、手指及一般用筆等三種水準,探討高齡者在點選介面時使用何種方式的點選績效為佳。(2)點選按鍵格子大小:先以正方形為按鍵樣式,分別以 $4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 、 $6\text{mm} \times 6\text{mm}$ 、 $8\text{mm} \times 8\text{mm}$ 、 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、 $12\text{mm} \times 12\text{mm}$,五種大小搭配不同的使用方式進行測試,尋求在不同的使用方式操作下按鍵大小最小的範圍。(3)完成不同描繪寬度的時間與嘗試次數。

首先撰寫 Smart Device 智慧手機裝置的應用程式。程式語言採 Visual Basic .NET,在.NET Common Language Environment (CLR, 共通語言執行環境)下執行;對於任何 Microsoft Visual Studio .NET 2005 開發工具而言,皆可由.NET 支援的程式語言撰寫程式,而可直接投射於手機上,因此實驗中皆以內建軟體直接由手機進行操作測試。

操作前先向受測者說明進行的步驟,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,以一次輸入五個數字為主,虛擬按鍵(以下簡稱為「按鍵」)排列與一般的電話類似(排除最下方一排,包含“*”、“0”、“#”)。輸入數字以抽樣的方式,由研究者先行選出。實驗時,受測者依螢幕上的指示,先按「開始」鍵,螢幕上方即呈現五碼的數字,受測者依序輸入該數字串;若輸入正確,螢幕上則會顯示出“過關”的對話框,確認後即可按下“下一題”按鍵,進行下一題的實驗操作(圖 1、2)。

若輸入錯誤,螢幕上則會顯示“錯誤”的對話框,受測者此時可按下“清除”鍵,即可逐一由後往前刪除,再進行輸入。連續改變五種不同按鍵大小的輸入後最後按「下一頁」鍵,即會出現前五次實驗的秒數統計,並完成一次作業的操作。操作方式如圖 3、4 所示。

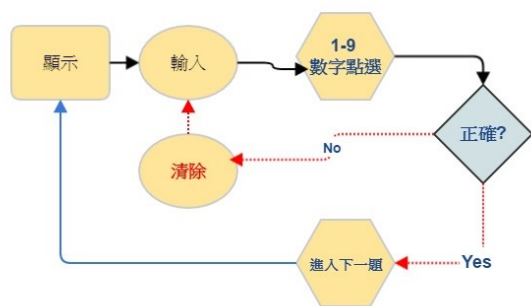


圖 1 測試流程圖

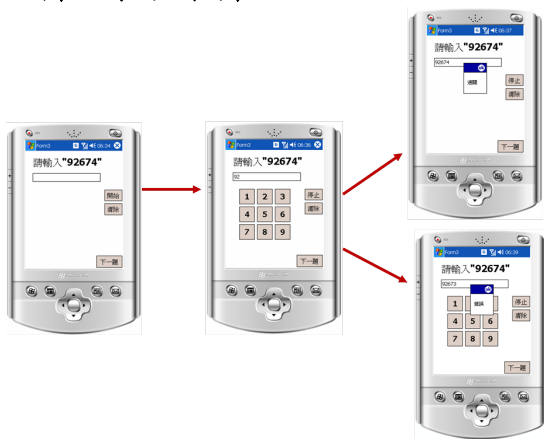


圖 2 使用方式及格子大小測試案例



圖 3 測試案例錯誤之修正



圖 4 測試方式

參考圖 4，測試時研究者不在受測者後方，坐在對面的方式，避免干擾。測試時程式可同時紀錄各次作業的操作時間；實驗五個步驟中，每次實驗點選“開始”時便開始計時，點選完成後即停止計算秒數。考慮到每次實驗後顯示結果，會讓高齡受測者感到緊張及壓力，因此僅於最後一頁顯示執行時間。

4. 研究結果

4.1 使用方式及按鍵大小

將各個自變數各水準的平均數及標準差列示於表 1，針對三種不同點選方式與五種不同的按鍵格子大小進行變異數分析，結果顯示於表 2。

表 1. 三種使用方式不同按鍵大小之平均數與標準差

大小	觸控筆 平均秒數	標準 差	手指 平均 秒數	標準 差
4	13.48	6.77	22.97	6.65
6	10.90	5.19	15.08	3.19
8	10.08	4.52	9.86	3.89
10	8.50	3.77	9.08	4.05
12	7.80	3.82	8.82	3.74
總平均	10.15		13.16	

表 2. 三種點選方式於不同按鍵大小之平均秒數變異數分析

來源	自由 度	平方和	F 值	p 值
使用方式 誤差	2 34	220.58 17.96	12.28	0.003
按鍵大小 誤差	4 68	685.79 6.35	107.94	0.000
方式× 按鍵大小	8 136	92.15 5.46	16.87	0.001

由表 2 的變異數分析結果研究者可得知：不同使用方式在操作時間平均秒數上有顯著的差異($F(2,34)=12.280, p<0.05$)。其中觸控筆所花費的時間最短平均為 10.15 秒；其次為一般用筆，平均時間為 10.89 秒；平均花費時間最久的為手指的操作方式，平均時間為 13.16 秒(表 1)。

按鍵格子大小其操作時間具有顯著差異($F(4,68)=107.94, p<0.05$)。其中以按鍵大小為 4mm×4mm 所花費的時間最久(平均值為:17.31

秒)> 6mm×6mm(12.06 秒)> 8mm×8mm(10.04 秒)> 10mm×10mm(9.01 秒)> 12mm×12mm(8.59 秒)(表 3)。將不同觸控方式的平均秒數為垂直軸、以不同按鍵大小為水平軸，觀察其曲線形式。曲線形式隨按鍵變大而操作秒數遞減，但是超過特定按鍵尺寸後即已平滑化，顯示按鍵增大已無實質效益。此外交互作用方面，三條曲線有交叉，顯示按鍵格子大小與觸控方式二因子間具有交互作用(圖 5)。

表 3 格子大小(mm)之平均秒數

	4	6	8	10	12
觸控筆	13.48	10.90	10.08	8.50	7.80
手指	22.97	15.08	9.86	9.08	8.82
一般筆	15.49	10.20	10.18	9.46	9.16
平均	17.31	12.06	10.04	9.01	8.59

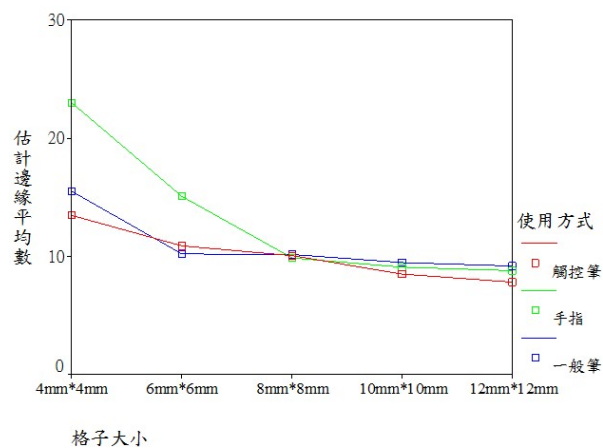


圖 5 點選方式與按鍵大小之交互作用

4.2 點選方式結果討論

根據上述分析得知點選方式與按鍵大小之交互作用具顯著性($p < 0.05$)，由表 4 單因子變異數分析，可發現三種點選方式觸控筆($p < 0.05$)、手指($p < 0.0001$)、一般筆($p < 0.05$)對操作時間績效均具有顯著影響，表示高齡者在操作按鍵時會因點選方式與格子大小而影響操作績效。

表 4 點選方式單因子變異數分析

	自由度	平方和	F 檢定	p 顯著
觸控筆	4	89.07	3.641	.009
組間	85	24.46		
組內和	89			
手指	4	658.75	32.922	.000

組間	85	20.01		
組內和	89			
一般筆	4	122.27	5.463	.001
組間	85	22.38		
組內和	89			

表 5 各個按鍵大小之平均數及標準差

按鍵(mm)	觸控筆	手指輸入	一般筆
4×4	13.488 (6.779)	22.977 (6.653)	15.494 (5.393)
6×6	10.905 (5.194)	15.088 (3.191)	10.2 (4.303)
8×8	10.083 (4.523)	9.866 (3.894)	10.183 (4.544)
10×10	8.505 (3.779)	9.083 (4.051)	9.466 (4.876)
12×12	7.833 (3.823)	8.822 (3.743)	9.166 (4.456)
P(顯著性)	*	**	*

本實驗選用操作時間來衡量觸控螢幕的操作性，間接了解受測者手部的穩定度與視知覺等要素對操作性的影響。從表 4 得知，高齡者在使用觸控筆輸入的時間有顯著差異，以 Scheffe 法比較後，發現除了 4mm×4mm 與 12mm×12mm 間具有顯著差異外，其它按鍵尺寸並無顯著差異。而在郭辰嘉對高齡者使用小型觸控式螢幕之研究中發現，按鍵 3mm×3mm 與按鍵 5mm×5mm 有顯著差異；當按鍵大小為 3mm×3mm 時對高齡者操作上會增加其困難度，因此觸控筆的按鍵尺寸最小建議值為大於 4mm×4mm。手指輸入的部分，4mm×4mm 及 6mm×6mm 的按鍵尺寸的操作秒數与其它按鍵尺寸的操作秒數有明顯的增加，因此手指的輸入部分以 8mm×8mm 為最小建議值；而一般筆現在使用較少，因為 4mm×4mm 与其它按鍵尺寸大小比較亦有顯著差異，因此建議按鍵尺寸為 6mm×6mm。

對高齡者而言，大致上操作時間隨著按鍵尺寸增加而遞減(圖 5)；按鍵尺寸變小時其作業的困難度變高，因而增加了高齡者的操作時間。我們也可發現在按鍵大小為 4mm×4mm 時，手指及一般筆輸入的時間均比觸控筆的時間長。因為觸控筆的筆尖比手指及一般筆的筆尖細小，所以在操作較小的按鍵時，使用觸控筆確可提升操作績效。當觸控筆沒有針對高齡者設計時，其握持亦可能形成障礙。

4.3 描繪寬度

實驗各個自變數各水準的平均數及標準差列於表 6，三種不同點選方式與三種不同的描繪寬度進行二因子變異數分析，結果如表 7。

表 6 不同線寬(mm)之描繪平均秒數

線寬度	平均數	標準差	個數
觸控筆 5pt	1.53	.58	18
觸控筆 10pt	1.15	.43	18
觸控筆 15pt	0.93	.43	18
手指 5pt	1.03	.49	18
手指 10pt	0.86	.47	18
手指 15pt	0.80	.49	18
一般筆 5pt	1.09	.50	18
一般筆 10pt	0.98	.49	18
一般筆 15pt	0.93	.50	18

表 7 描繪/點選方式單因子變異數分析

變異來源	自由度	平均平方和	F 值	p 值
觸控方式 誤差	2 34	1.336 0.0973	13.728	0.000
描繪寬度 誤差	2 34	1.537 0.0487	31.502	0.000
方式/寬度	4 68	0.255 0.0206	12.338	0.000

由表 7 變異數分析表可以得知：使用方式的不同對操作時間有顯著的影響 ($F(2,34)=13.728, p<0.05$)；其中以手指所花費的時間最短，平均為 0.899 秒；其次為一般用筆，平均時間為 1.005 秒；平均花費時間最久的觸控筆為 1.209 秒。描繪寬度為 5pt 所花費的時間最久(平均值為：1.223 秒)> 10pt(0.999 秒)> 15pt(0.892 秒)。顯示高齡者手部穩定度不佳，當需要沿著線條描繪時，耗費時間均增加。其次依據高齡者完成描繪所需嘗試次數，不同線寬度之完成次數如表 8 所示。

表 8 不同線寬度之完成平均次數

寬度	觸控筆輸入	手指輸入	一般筆輸入	寬度/平均次數
5pt	3.38	5.16	4.83	4.45
10pt	3.00	3.50	3.61	3.37
15pt	2.61	3.00	3.00	2.87
使用方式總和	8.99	11.66	11.44	3.56

由表 8 發現三種不同的描繪寬度，以 5pt(4.45 次)所嘗試的次數最多、其次為

10pt(3.37 次)，而描繪寬度為 15pt(2.87 次)次數最低。就使用方式做比較，則以觸控筆描繪所觸控的次數最低(平均值為 8.99 次)<一般筆(11.44 次)<手指(11.66 次)。顯示高齡者因手指寬度超過線寬度，當沿著細線條描繪時，失敗再嘗試的次數會增加，因此觸控筆的效率最好。

4.2 描繪寬度結果討論

秒數統計中：手指>觸控筆>一般筆，表示手指的完成動作最快。若將手部動作依動作範圍與動作耗力分為五個級次(張一岑，1998)；高齡者以手指直接操作觸控介面為一級動作，如果以觸控筆或一般筆操作，因為需先以手指握取筆，而移動筆時則需要用到手腕和前臂的動作，故觸控筆與一般筆的操作是接近於三級動作。觸控筆握持處較細，在握持施力上常較需要額外留意。

Jagacinski(1996)提出對於穩定度的看法為「對於一個特定的行為目標，聚精會神且不受其它干擾的影響」。考慮年紀越大將使得保持穩定困難度增加；當描繪寬度越細時，為了不超過黑線的範圍則需花費較多的時間完成任務。在描繪次數的統計，仍以觸控筆最好；手指及一般筆的寬度皆大於線寬許多。高齡者在描繪圖形時因無法確定是否有正確的描繪於黑線上，常常移離開觸控螢幕，導致手指之嘗試次數高於觸控筆。

5. 結論與建議

受測實驗族群中，觀察發現高齡者操作電子產品的意願會因社交的活動關係的不同而有所改變。例如台中縣大里養護中心的高齡族群，因較少與同儕之間互動，對新事物及新面孔易產生恐懼及排斥。因高齡者較少接觸觸控式介面，因此實驗前的教學必須要有耐心，一步一步的進行解說，在操作時也要給予他們鼓勵，幫助他們建立信心完成實驗。

高齡者雖然較少接觸觸控式介面，剛接觸時會有排斥，但在操作解說過後便能快速的學習並操作。主要原因在觸控式介面的直接操控，高齡者不需記憶而不致於發生按鍵與螢幕的對應問題。觸控式介面的按鍵大小的設置，亦可以考慮高齡者所方便使用的方式來設定(例如可以依據使用者偏好改變)。用觸控筆輸入時，建議最小值為 4mm；用手指輸入時，建議最小值為 8mm；用一般筆輸入時，建議最小值為 6mm。

描繪寬度方面：受測者分別以三種不同的使用方式及三種不同的描繪寬度進行穩定度的測試。使用方式分別為觸控筆、手指、一般筆；描繪寬度分別為 5pt、10pt 及 15pt。描繪螢幕出現黑色方框，描繪回到原點時即可按下停止鍵，以點選次數及完成時的秒數為實驗效標。在三種不同的描繪寬度上以 5pt(4.45 次)所觸控的次數最多、其次為 10pt(3.37 次)。在秒數的統計上以手指>觸控筆>一般筆，表示手指在動作的完成度最快。

本研究受測者以 65 歲以上之高齡者為主，但在測試實驗中受測者的年齡從 66~95 歲仍有很大的差異。未來在執行時，建議可將不同年齡之高齡者分群，或依其健康狀況及社交活動的不同而分群，藉此探討不同高齡者操作產品情形的差異程度。本研究以小型觸控螢幕所提供的縱(直)向瀏覽為實驗變因，但目前亦有多數電子產品為橫向瀏覽模式。後續研究中可以加入此部分，將能對高齡者在使用觸控式界面的需求有更完整的認識。

誌謝

感謝審查者細心優美的建議，本研究由朝陽科技大學計畫 105-6653-05 補助支持，特此誌謝。

參考文獻

- [1] 張一岑，*人因工程學*，楊智文化，台北，1997。
- [2] 彭駕騁，*老人學*，揚智文化，台北，pp.14-p22，1999。
- [3] 古京讓，“中高齡者之智慧手機中文手寫輸入研究”，雲林科技大學工業設計研究所碩士論文，2006。
- [4] 黃中宏，“智慧手機小螢幕圖示配置與資訊呈現視認性之相關研究”，東海大學工業工程碩士論文，2002。
- [5] Napier, J.R., “The muscle movements of the human hand”, *J. Bone and Joint Surgery*, 38, p902-p913, 1956.
- [6] Paul W. Foos, M. Cherie Clark, *Human aging*, Allyn and Bacon, 2008.
- [7] Welford, A.T. “Changes of performance with age”, *Aging and Human Performance*, Wiley, New York, 1985.