

高齡者對電話語音階層數與目標語音出現順序之使用性研究

李傳房* 黃凱郁**

* 國立雲林科技大學工業設計系
e-mail:leecf@yuntech.edu.tw

** 國立雲林科技大學工業設計研究所
e-mail:g9231720@yuntech.edu.tw

(收件日期:95年02月15日;接受日期:95年06月28日)

摘要

探討高齡使用者對電話語音階層數與目標語音出現順序的使用性為本研究的目的。研究分兩個實驗進行,實驗一以電腦模擬不同電話語音的介面架構與目標語音出現的順序,探討電話語音介面之使用性。電話語音設有四種不同的階層數,三種不同的目標語音的出現順序。受測者有高齡者與年輕對照組各30名。實驗時,記錄操作時間、操作錯誤次數與主觀滿意度等三項。實驗二為探討電話語音介面的使用性與受測者工作記憶容量之間的關係。受測族群有高齡者與年輕族群各15名。實驗二的語音階層數設定有三種階層數;實驗二的執行步驟與實驗一相同。在實驗一執行之前,先測量受測者工作記憶的容量。從本研究的結果得知,影響電話語音介面的使用性主要有語音的階層數與目標語音出現的順序。當語音介面為四階層時,會增加對高齡者的工作記憶的要求,造成操作時間延長,與操作錯誤次數增加。整體而言,本研究的二階層、三階層的操作時間比四階層的操作時間較短,操作錯誤也較少。所以,電話語音介面應採用二、三階層,可以降低操作過程所需的工作記憶,尤其對高齡者特別有益。

關鍵詞:電話語音介面、高齡者、工作記憶

一、緒論

目前國內許多機構採用24小時的電話語音服務系統,例如銀行的客戶查詢系統、醫院的掛號系統或學校的電話查詢系統,只要依照電話語音的指示,利用電話按鍵輸入適當的號碼,即可達到查詢或掛號的目的[7]。但使用者在操作時需反覆與電話語音系統互動,若其中任一步驟操作錯誤,則無法達到使用的目的。從人因設計的觀點而言,電話語音服務系統是以系統為主的設計,而不是以使用者為中心的設計(user-centered design);使用者只能以聽覺接收系統的訊息,再以按鍵做輸入操作,若使用者稍不留意,則會有操作錯誤的情形發生[18]。

另一方面,為了考慮不同使用者的操作需求,提供餘備資訊(redundant information)給使用者,即提供如視覺、聽覺或觸覺等不同屬性的介面給使用者選擇使用,而語音為常用的餘備資訊設計的方案之

[14]。例如操作銀行的自動櫃員機時，可透過視覺接收呈現螢幕上的文字訊息，使用者皆可依自己的速度閱讀或重複閱讀訊息；如可以聽覺接收語音的提示，使用者能更客易操作自動櫃員機[3]。尤其語音服務系統的技術層次與成本較低，且客易製作，有其市場性與介面客易設計的優點；所以，電話語音服務系統為一般機關常用的服務系統之一[18,20]。

因聽覺不具有長時間的訊息暫留特性，使用者在語音播放時，若沒有注意聽取，則語音稍縱即逝；在語音播放時，使用者必須利用工作記憶（working memory）記住一段語音內容，再進行思考、判斷與決策的認知行為[1]。所以，當在操作電話語音系統時，連續性的語音介面操作，對使用者工作記憶的要求是非常高的[13,18,21]；尤其與年輕人相比較時，高齡者因對語音系統的不熟悉與短期記憶能力的衰退，對高齡者工作記憶的要求則更為嚴苛，客易造成操作困難或產生錯誤[19]。又，根據許多研究[11,14,15]，必須提供無障礙操作的生括用品給高齡者使用，使高齡者能自立生活。但一般的語音系統設計，並未考慮高齡者的操作需求，使得高齡者無法操作語音介面系統；如何提供適當的語音介面，則為本研究的動機之一。另一方面，為解決資訊產品操作上的問題點，探討實體介面（solid user interface）與圖像使用者介面（graphic user interface）的研究非常多[6,9,20]；但針對產品的語音介面的研究則比較少[10,13,18]，一般只有語音介面設計的原則說明，尤其缺少對高齡者相關的語音介面研究。或許未來寬頻技術將被應用在電話系統，可將影像融入電話語音服務系統達到餘備資訊的設計；但若能夠對電話語音服務系統進行研究，其成果將有助於未來的影像電話語音服務系統的設計，為本研究的另一動機。

當使用者操作電話語音系統的過程猶如與人對話一樣，必須（1）透過聽覺接收語音訊息、（2）進行思考-判斷-決策、（3）以手指操作按鍵；且使用者需不斷地重複（1）至（3）的對話步驟，直到達成目的為止[1]。人與人的溝通首重對話的脈絡（context），再輔以肢體語言，一般人皆可以輕鬆的對話。如前所述，電話語音系統的人機對話，大部分由語音系統引導對話，較缺少會話的脈絡可循，所以高齡者較不喜歡語音電話的介面操作[17,19]，這可能與高齡者缺少語音介面的操作經驗與身心機能衰退有關；要設計符合高齡者使用的電話語音介面，若能特別考慮高齡者的聽覺與認知能力的特性[14]，則可改善高齡者與語音系統對話的缺失。

從本研究的早期探討發現，語音對話往返的次數愈多時，高齡者愈客易操作錯誤或顯得不耐煩；因為每次語音對話，高齡者需重複上述之（1）至（3）的步驟，對話次數愈多愈顯得系統的複雜，所需工作記憶的要求自然提高。所以，如何降低對高齡者工作記憶的要求是值得探討的議題。若系統的內容一定，則其內容的組織架構與語音對話的次數有密切的關係[16]。如其組織架構愈扁平化，雖可降低語音對話的往返次數，但每一階層內的搜尋時間可能延長，增加工作記憶的負擔。若組織架構的層次愈多，將使語音對話的往返次數增加，則客易引起操作錯誤；其操作錯誤也牽涉到內容的屬性分類，若內容分類不明確，則也客易發生操作錯誤；有關這方面的研究，可參閱圖像使用者介面之相關研究[1]。但電話語音介面與圖像使用者介面最大不同點為：在每一階層內的電話語音介面為序列式的呈現，即一個語音播放結束後，才播放下一個語音；但每一階層內的圖像介面為平行式的呈現，即同一階層的圖像介面同時呈現於畫面上。如何規劃語音介面內容的層屬架構與語音出現順序，降低工作記憶的要求，使高齡者客易操作為值得探討的議題。所以，從高齡使用者的觀點，探討電話語音階層數與目標語音出現順序的使用性為本研究的目的。

二、研究方法

2-1 實驗一

實驗一以電腦模擬不同電話語音的介面架構與目標語音出現的順序，探討高齡者對電話語音介面的使用性。實驗一的計畫詳如以下說明。

2-1.1 實驗設計

本實驗設計有受測族群、語音階層數與出現順序等三項的自變數。受測族群有高齡音與年輕族群兩組。如圖 1 所示，語音階層數有四種，以下分別簡稱一階層、二階層、三階層與四階層。目標語音的出現順序有三種，以下分別簡稱順序一、順序二與順序三；詳細如「2-1.4 語音出現順序」章節的說明。實驗一的自變數：受測族群與目標語音的出現順序為獨立樣本，階層數為相依樣本。依變數有操作時間、操作錯誤次數與對語音系統的觀滿意度等三項。

2-1.2 受測族群

本實驗參考 Sharit et al. [19]的研究，以方便取樣方式，徵求 60 歲至 77 歲的 30 位高齡音為實驗組，平均年齡為 64.1 歲（標準差為 4.7 歲），其中男性 21 位與女性 9 位；另有 22 歲至 32 歲的 30 位年輕族群為對照組，平均年齡為 25.3 歲（標準差為 2.1 歲），男性 20 位與女性 10 位。所有的受測者皆具有小學以上的教育程度；實驗之前，讓受測者操作類似實驗用的練習題，以瞭解實驗的操作步驟，並可確認受測者能聽懂本研究的中心語音的內容。高齡音與年輕族群各分成三組，每組 10 位受測者，分別操作不同出現順序的目標語音。所有的受測者皆須操作 4 種不同階層數的目標語音實驗。為避免實驗數據受實驗順序的影響，所有受測者的實驗順序皆依拉丁方格法排列。

2-1.3 語音階層數

參考小松原明哲的研究[1]，為避免受測者對現有電話語音系統的熟悉度影響實驗結果，本研究摒除現有的電話語音系統，利用 24 個中心名詞，並依其內容分類，重新建構一組模擬電話語音系統。根據名詞的分類，如圖 1 所示，可將此 24 個名詞分別組合成一階層、二階層、三階層及四階層等四種不同的階層系統，作為本實驗之用。



圖 1 各階層之語音架構

2-1.4 語音出現順序

因電話語音介面為序列式的呈現目標語音，其語音出現的順序將影響語音介面的操作。如圖 1 所示，本研究以目標語音呈現於最後一階層的前二分之一者稱為「順序一」，目標語音呈現於最後一階層的中間的二分之一者稱為「順序二」，目標語音呈現於最後一階層的最後二分之一者稱為「順序三」。實驗時，本研究規劃：如圖 1 的圈選所示，一階層的三個目標語音分別為電壓（順序一）、秦始皇（順序二）、牛肉麵（順序三）；二階層的三個目標語音分別為加法（順序一）、太平洋（順序二）、會計師（順序三）；三階層的目標語音分別為減法（順序一）、玉山（順序二）、國民黨（順序三）；四階層的三個目標語音分別為菊花（順序一）、三國志（順序二）、報紙（順序三）。本研究為降低目標語音呈現的步驟數對操作時間的影響，不同階層數之相同順序者的語音呈現的步驟數皆相同或相近，如此可以探討階層數對語音介面操作的影響。

2-1.5 實驗執行

本研究先錄製主播音員的語音，以 MP3 格式儲存於電腦內；利用 Borland Jbuilder 軟體撰寫模擬電話語音系統。實驗時，以筆記型電腦（Clevo-3200）透過喇叭播放電話語音。實驗情境如圖 2 所示，實驗者以卡片提示目標語音，受測者看不到電腦螢幕，只能透過聽覺接收語音的提示，利用按鍵輸入適當的數字，如此模擬電話語音的操作。受測者依語音內容而執行操作，直到達成目標語音的查詢為止。當播放第一個語音選項時，即開始記錄操作時間，直到受測者輸入目標語音對應的數字，即完成一次查詢作業，其記錄的時間為該作業的操作時間。實驗過程中，同時利用電腦記錄(computing logging)操作步驟；於實驗之後，計算該作業的操作錯誤次數。本研究用的模擬電話語音系統無容錯設計，若過程中操作錯誤一次則無法達到目標語音的選項位置，即計算操作錯誤一次；受測者必須回到起始的步驟，方能繼續操作。每一作業結束之後，讓受測者填寫三個主觀評價項目；但本研究只針對受測者「對系統整體的滿意度」的問項進行資料分析；其滿意度的評價尺度分為 5 階段，即分別為「5-非常同意」、「4-同意」、「3-沒意見」、「2-不同意」、「1-非常不同意」。



圖 2 實驗情境示意圖

2-1.6 實驗數據分析

實驗一的自變數有受測族群與目標語音的出現順序為獨立樣本，階層數為相依樣本；故實驗數據以 Windows 版 SPSS 統計軟體（8.0.1 版）做一個相依樣本與二個獨立樣本的變異數分析，並用 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有顯著性影響的判斷基準 [4,8]。

2-2 實驗二

2-2.1 實驗設計

實驗₂ 為探討高齡者操作電話語音介面與其工作記憶之間的關係。自變數有受測族群、語音階層數與工作記憶等三項。受測族群有兩組：15 位高齡者，其平均年齡為 69.9 歲（標準差為 3.3 歲）；與 15 位年輕族群，其平均年齡為 24.4 歲（標準差為 2.1 歲）。參考實驗₁ 的結果（表 4），語音階層時受測族群之間的操作時間無顯著的差異性存在；所以，實驗₂ 的語音階層數只設定 2、3、4 的三種；為避免目標語音呈現的步驟數目會影響操作時間，實驗₂ 的目標語音呈現的步驟數目皆設定為 7 步驟。參考極限法的記憶廣度（memory span）量測方式[2,5]，撰寫記憶廣度的實驗軟體，作為量測受測者工作記憶之用。本研究為考慮高齡者的能力，記憶廣度量測的數字提示時間與間隔時間皆設定為 0.3 秒。在記憶廣度量測時，電腦會隨機先提示二個阿拉伯數字給受測者，答對再進行三個阿拉伯數字的提示，依次答對則再增加阿拉伯數字的個數，直到答錯為止，則最後答對的阿拉伯數字的個數為該次受測者的記憶廣度。

2-2.2 實驗執行

在實驗之前，向受測者說明實驗₂ 的目的；並讓受測者練習語音實驗與記憶廣度的實驗步驟。在語音實驗之前，先讓每位受測者進行三次的記憶廣度實驗，三次記憶廣度的平均值則為該受測者的工作記憶的容量。實驗₂ 的語音實驗執行方式皆與實驗₁ 相同。

三、實驗結果

3-1 實驗一的結果

實驗₁ 的操作時間的變異數分析結果如表 1 所示，因出現順序與語音階層數（ $F(6,162)=41.9$ ； $p<0.001$ ）、受測族群與語音階層數（ $F(3,162)=6.1$ ； $p<0.01$ ）的自變數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[4,8]，其結果如下說明。

表1 實驗₁ 的操作時間變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	p值（顯著性）
族群（A；獨立樣本）	386.3	1	386.3	22.7	0.000***
順序（B；獨立樣本）	4491.9	2	2246.0	132.1	0.000***
階層（C；相依樣本）	1084.8	3	361.6	14.7	0.000***
A * B	102.9	2	51.5	3.0	0.057
A * C	448.7	3	149.6	6.1	0.001**
B * C	6160.6	6	1026.8	41.9	0.000***
A * B * C	256.8	6	42.8	1.7	0.114
誤差					
受測者間	918.5	54	17.0		
受測者內	3976.9	162	24.5		

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

根據語音出現順序之單純主要效果的變異數分析結果（表 2）顯示，對各種階層數的語音，目標語音的出現順序會影響所需的操作時間。經事後比較，語音階層的目標語音隨著語音出現的延遲而增加操作時間（ $F(2,57)=6900$ ； $p<0.001$ ）。當階層數為二（ $F(2,57)=30.0$ ； $p<0.001$ ）、三（ $F(2,57)=24.4$ ； $p<0.001$ ）、四（ $F(2,57)=6.5$ ； $p<0.001$ ）時，各順序三所需的操作時間皆大於順序二與順序一所需的操作時間。

表2 實驗一 順序之操作時間的單純主效果變異數分析結果 (表內為操作時間的平均值(標準差), 單位: 秒)

變異來源	順序一	順序二	順序三	F 檢定	p 值	事後比較
一階層	12.4(1.4)	32.9(0.8)	54.2(1.1)	6900	.000***	[順序一] < [順序二] < [順序三]
二階層	23.0(9.7)	27.4(4.4)	40.2(6.9)	30.0	.000***	[順序一]、[順序二] < [順序三]
三階層	20.8(7.9)	26.3(6.0)	36.0(6.9)	24.4	.000***	[順序一]、[順序二] < [順序三]
四階層	28.0(8.0)	31.2(5.9)	37.9(11.6)	6.5	.003**	[順序一]、[順序二] < [順序三]

(*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)

根據階層數之單純主效果變異數分析結果(表2)顯示,目標語音出現於任何順序時,語音的階層數對所需的操作時間有顯著性的影響。經事後比較,當目標語音出現於順序一(最前的三分之一)時,於二、三、四階層時所需的操作時間皆比於一階層時所需的時間長;同時,於四階層時所需的操作時間也比於三階層時所需的時間長($F(3,76)=15.3$; $p<0.001$)。當目標語音出現於順序二(中間的三分之一)時,於一階層時所需的操作時間比於二、三階層時所需的時間長;同時,於四階層時所需的操作時間也比於三階層時所需的時間長($F(3,76)=8.7$; $p<0.001$)。當目標語音出現於順序三(最後的三分之一)時,於一階層時所需的操作時間比於二、三、四階層時所需的時間長($F(3,76)=23.7$; $p<0.001$)。

表3 階層數之操作時間的單純主效果變異數分析結果 (表內數值為操作時間的平均值(標準差), 單位: 秒)

變異來源	一階層	二階層	三階層	四階層	F 檢定	p 值	事後比較
順序一	12.4(1.4)	23.0(9.7)	20.8(7.9)	28.0(8.0)	15.3	.000***	[一階] < [二階]、[三階]、[四階] [二階] < [四階]
順序二	32.9(0.8)	27.4(4.4)	26.3(6.0)	31.2(5.9)	8.7	.000***	[二階]、[三階] < [一階] [三階] < [四階]
順序三	54.2(1.1)	40.2(6.9)	36.0(6.9)	37.9(11.6)	23.7	.000***	[二階]、[三階]、[四階] < [一階]

(*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)

根據受測族群之單純主效果變異數分析結果(表4)顯示,於一階層時,兩組受測族群之間的操作時間並無顯著的差異($F(1,58)=0.03$; $p=0.86$)。當階層數為二階層($F(1,58)=4.7$; $p<0.05$)、三階層($F(1,58)=5.7$; $p<0.05$)、四階層($F(1,58)=13.9$; $p<0.001$)時,高齡者所需的操作時間皆大於年輕族群的操作時間;且隨著階層數的增加,其彼此之間所需的操作時間的差異愈大。

表4 實驗一 受測族群之操作時間的單純主效果變異數分析結果 (表內為操作時間平均值(標準差), 單位: 秒)

變異來源	高齡組	年輕組	F 檢定	p 值	事後比較
一階層	33.6(17.3)	32.8(7.5)	.03	.86	-
二階層	33.0(10.8)	27.4(9.1)	4.7	.034*	[年輕組] < [高齡組]
三階層	30.5(9.5)	24.9(8.5)	5.7	.02*	[年輕組] < [高齡組]
四階層	36.6(10.7)	28.2(6.1)	13.9	.000***	[年輕組] < [高齡組]

(*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)

根據實驗一的操作錯誤次數的變異數分析結果,因語音階層數與出現順序的主變數之間有顯著的交互作用($F(6,162)=2.24$; $p<0.05$),則再進行各因子的單純主效果比較,其結果如表5所示。整體而言,隨著階層數的增加其錯誤次數也有逐漸增加的趨勢;但在統計上,只有當目標語音較慢(順序三)出現時,於四階層的操作錯誤次數明顯高於其他階層數的錯誤次數($F(3,76)=12.7$; $p<0.001$)。

實驗一的系統滿意度的變異數分析結果如表6所示,因受測族群、出現順序與語音階層數之間有顯著的交互作用($F(6,162)=2.40$; $p<0.05$),則再進行因子之間的單純主效果比較。表7為實驗一的系統滿意度之變異數分析結果彙整表。整體而言,高齡者對於系統的滿意度比年輕族群高;尤其是二階層、

在任何目標語音出現順序的條件之下，高齡者對於系統的滿意度明顯高於年輕族群（ $F(1,18)=5.2$ ； $p<0.01$ ）。而在二階層、順序一的條件（ $F(1,18)=11.4$ ； $p<0.01$ ），三階層、順序二的條件（ $F(1,18)=11.6$ ； $p<0.01$ ），及四階層、順序三的條件（ $F(1,18)=6.0$ ； $p<0.05$ ）之下，高齡者對於系統的滿意度也明顯高於年輕族群。

表5 實驗一的階層數錯誤次數的單純主要效果的變異數分析結果（表內為錯誤次數的平均值（標準差），單位：次）

變異來源	一階層	二階層	三階層	四階層	F檢定	p值	事後比較
順序一	0(0)	0.15(0.49)	0.20(0.70)	0.55(1.39)	1.62	.19	-
順序二	0(0)	0(0)	0.10(0.31)	0.20(0.52)	1.99	.12	-
順序三	0(0)	0.10(0.31)	0.05(0.22)	0.85(0.93)	12.7	.000***	[一階]、[二階]、[三階]<[四階]

(*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$)

表6 實驗一系統滿意度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)
族群(A；獨立樣本)	9.40	1	9.40	31.45	0.000***
順序(B；獨立樣本)	.83	2	.41	1.38	.26
階層(C；相依樣本)	22.71	3	7.57	12.87	0.000***
A * B	.69	2	.34	1.15	.23
A * C	6.31	3	2.10	3.58	0.015*
B * C	16.93	6	2.82	4.79	0.000***
A * B * C	8.48	6	1.41	2.40	.03*
誤差					
受測者間	16.14	54	.30		
受測者內	95.32	162	.59		

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

表7 實驗一系統滿意度之變異數分析結果摘要

變異來源	順序一	順序二	順序三
一階層	[年輕組]<[高齡組]*	[年輕組]<[高齡組]***	[年輕組]<[高齡組]*
二階層	[年輕組]<[高齡組]**	-	-
三階層	-	-	[年輕組]<[高齡組]**
四階層	-	-	[年輕組]<[高齡組]*

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

3-2 實驗二的結果

實驗二的操作時間的變異數分析結果如表8所示，受測族群與語音階層數之間無顯著的交互作用（ $F(2,84)=2.8$ ； $p=0.064$ ）；但族群（ $F(1,84)=53.3$ ； $p<0.001$ ）與階層數（ $F(2,84)=10.5$ ； $p<0.001$ ）分別會影響所需的操作時間。經事後比較得知，高齡者所需的操作時間皆比年輕族群長；而在四階層的操作時間皆比二階層或三階層的操作時間長，其操作時間如表9所示。經t檢定結果，高齡者的平均工作記憶的容量為4.7（標準差：1.4）比年輕族群的7.0（標準差：1.3）為低（ $t(28)=4.89$, $p<0.05$ ）。又，根據Pearson法檢驗工作記憶與操作時間之間的相關性，其相關係數依二階層、三階層、四階層分別為-0.33、-0.31、-0.59；表示在二、三階層時，兩者之間只有弱的負相關存在；而在四階層時，兩者之間有中等程度的負相關存在（ $p<0.01$, $n=28$ ）。

表8 實驗二 的操作時間變異數分析摘要表

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F檢定	p值 (顯著性)
族群 (A)	4175.2	1	4175.2	53.3	0.000 ***
階層 (B)	1638.9	2	819.4	10.5	0.000 ***
A * B	446.0	2	223.0	2.8	0.064
誤差	6578.8	84	78.3		

(*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)

表9 實驗二 的操作時間與其階層數的變異數分析結果 (表內數值為操作時間的平均值(標準差), 單位: 秒)

變異來源	二階層	三階層	四階層	F檢定	p值	事後比較
高齡組	26.7(9.0)	29.5(10.4)	41.3(10.2)	10.5	.000***	[二階]、[三階] < [四階]
年輕組	15.5(10.5)	19.7(6.0)	21.5(5.3)			

(*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001)

四、討論

實驗一以受測族群、語音階層數與目標語音出現順序等三項自變數,以操作時間、操作錯誤次數與主觀滿意度為因變數,探討電話語音介面的使用性。從實驗結果(表2)得知,二階層的目標語音隨著語音出現的延遲而增加操作時間($F(2,57)=6900$; $p<0.001$);即因為相同階層內的電話語音介面為序列式的呈現,所以目標語音在順序一的操作時間最短,在順序三的操作時間最長。但二、三、四階層時的順序一與順序二彼此之間的操作時間無差異性存在,而順序三的操作時間仍大於順序一或順序二的操作時間;這可能與在操作二、三、四階層時有增加階層轉換的思考-判斷-決策的時間[1],減低出現順序一與順序二之間的操作時間的差異;但在順序三的條件之下,因其操作時間較長,所以出現順序三仍影響操作時間,使順序三的操作時間大於順序一或順序二的操作時間。

如表3所示,當目標語音出現在各階層的順序一時,二階層所需的操作時間比二、三、四階層所需的操作時間短;但當目標語音出現在各階層的順序二或順序三時,二階層所需的操作時間反而比三其他階層所需的操作時間長。這現象可說明位於二階層的中間或後段出現的目標語音的查詢時間延長,導致所需的操作時間增加。另一方面,當階層數增加時,雖可減低二階層內對目標語音的查詢時間,但也導致需增加階層轉換時的思考-判斷-決策的時間[1]及可能增加操作錯誤的情形發生。Bond & Camack[10]的報告也說明,增加電話語音的階層數會增加操作錯誤的次數;如表5所示,二階層的條件之下,所有受測者皆沒有操作錯誤;但當階層數增加,操作錯誤的次數也有增加的趨勢;這可能與名詞的分類、階層轉換的思考-判斷-決策的步驟有關[1]。由此可知,若沒有階層轉換的步驟,高齡者也能與年輕族群一樣的操作績效,並且高齡者也給予較高的主觀滿意度(如表7內的二階層的結果所示)。

如表4所示,除二階層之外,高齡者所需的操作時間皆大於年輕族群的操作時間;且隨著階層數的增加,其彼此之間所需的操作時間的差異愈大,可能的原因為高齡者的工作記憶能力退化與以手指輸入數字的速度變慢,造成高齡者操作電話語音所需的時間比年輕族群長。

由實驗二的結果得知,高齡者的平均工作記憶的容量為4.7,明顯比年輕族群的7.0為低($t(28)=4.89$, $p<0.05$)。另一方面,在實驗二高齡者所需的操作時間皆比年輕族群長;而四階層的操作時間皆比二階層或三階層的操作時間長。又,在四階層的條件下,工作記憶與操作時間之間有中等程度的負相關存在($p<0.01$, $n=28$);可推測在四階層有較多次的階層轉換的思考-判斷-決策的步驟,使得工作記憶能力較低者,延長其所需的操作時間,反之亦然。但在二階層或三階層的工作記憶與操作時間之間只有弱的負相關存在,即操作時間與工作記憶之間較無相關性存在,可說明操作時間較不受工作記憶能力

的影響。在實驗一的順序二的條件下，也得到類似的結果，即以二、三階層的語音系統有較短的操作時間之趨勢（如表 3 所示）；在出現順序一的條件下，除一階層之外，三階層比四階層所需的操作時間短；在出現順序二的條件下，其三、四階層的語音系統有較短的操作時間之趨勢。綜合上述實驗一與實驗二的結果，當目標語音出現於順序一或順序二時，以一階層或二階層所需的操作時間較短；當目標語音出現於順序三時，以三階層所需的操作時間較短。因操作介面所需的工作記憶愈低，其操作時間愈短（快速）[12]；由此可以推測，本研究的語音介面以一、二階層架構的操作時間較短，其所需的工作記憶低，較適合高齡者電話語音的介面設計。在實際的語音介面設計，必須考慮目標語音數量的多寡（本研究設定的目標語音為 24 個名詞）；當語音內容較多時，建議採用三階層的介面架構；當語音內容較少時，建議採用二階層的介面架構，則可以降低操作過程所需的工作記憶，尤其對高齡者特別有益。

如前所述，本研究也發現隨著語音階層數的增加，操作錯誤的次數有增加的趨勢（如表 5 所示），這可能與名詞的屬性分類有關；若能進一步的探討語音系統的名詞分類與用詞，將有助於語音系統的設計更加合理化。又如圖 1 所示，除一階層之外，本研究設定的階層轉換的選擇項目皆為二項，以降低高齡者工作記憶的負擔；若語音內容數量非常多時，配合名詞分類的規劃，並參考 Schumacher et al.[18]的研究，可將階層轉換的選擇項目增加為三項或四項，以容納更多的語音內容，但勢必提升對高齡者工作記憶的要求，影響其對語音介面的使用性。另一方面，本研究的受測者輸入數字所需的時間也包含在記錄的操作時間內；未來在實驗時可記錄其輸入時間，以分離輸入時間對操作時間的影響，可進一步探討階層數對電話語音介面之使用性的影響。以上建議可作為後續研究的參考。

五、結論

從本研究的結果得知，影響電話語音介面的使用性主要有語音的階層數與目標語音出現的順序，尤其以階層數影響較為顯著。當語音介面為四階層時，會增加對高齡者的工作記憶的要求，造成操作時間延長，與操作錯誤次數增加。整體而言，本研究的二階層、三階層的操作時間比四階層的操作時間較短，操作錯誤也較少。所以，當語音內容較多時，建議採用三階層；當語音內容較少時，建議採用二階層，則可以降低操作過程所需的工作記憶，尤其對高齡者特別有益。

參考文獻

1. 小松原明哲, 1992, “對話型系統之人間工程”, <對話型系統之認知人間工程學設計(日文)>, pp.9-19, 技報堂出版, 東京。
2. 水野, 2004, “Memory Span實驗”, <基礎認知心理學實驗練習(日文)>, pp.43-48, Nakanishiya 出版, 京都。
3. 李傳房、曾思瑜、褚引慧, 2000, “探討Universal Design 應用在高齡者GUI 設計之研究”, <國科會專題研究計畫報告[NSC 89-2213-E-224-008]>, 行政院國家科學委員會, 台北。
4. 邱皓政, 2000, “二因子變異數分析”, <社會與行為科學的量化研究與統計分析>, pp.11-33~11-40, 五南出版, 台北。
5. 荻阪直行, 大田正三 人編著, 1994, “極限法”, <新編感覺知覺心理學(日文)>, pp.23-26, 誠信書房, 東京。
6. 沟保博之、加藤隆, 1994, “介面設計的基礎”, <電腦螢幕設計(日文)>, pp.6-61, 日經BP出版中心, 東京。
7. 特望科技公司, 1995, “電話語音的應用”, <電話語音/傳真應用技術大公開>, pp.1-2~1-5, 旗標出版公司, 台北。
8. 張紹勳、林秀娟, 1995, “多因子變異數分析”, <SPSS For Windows 統計分析>, pp.13-171~13-195, 松崗出版, 台北。
9. Baumann, K. and Thomas, B., 2001, “User interface design”, *User interface design for electronic appliances*, Taylor & Francis, London, pp. 49-128.
10. Bond, C., Camack, M., 1999, “Your call is important to us...please hold”, *Ergonomics in design*, Vol.7, No.4, pp. 9-15.
11. 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.
12. Czaja, S.J., Sharit, J., Ownby, R., Roth, D.L., 2001, “Examining age differences in performance of a complex information search and retrieval task”, *Psychology and Aging*, Vol.16, No.4, pp. 564-579.
13. Cohen, M.H., Giangola, J.P., Balogh, J., 2004, “What is voice user interface design?”, *Voice user interface design*, Addison-wesley, U.S.A., pp.5-8.
14. Fisk, A.D., Rogers, W.A., Charness, N., Czaja, S.J., Sharit, J., 2004, “Synthesis and comments”, *Designing for older adults: principles and creative human factors approaches*, CRC press, U.S.A., pp.143-153.
15. Lee, C.F., and Kuo, C.C., 2001, “A Pilot Study of Ergonomic Design for Taiwanese Elderly People”, *Proceedings of the 5th Asian Design Conference-International Symposium on Design Science*, Seoul, Korea, pp. TW-030.
16. Komatsubara, A., 1991, “Ergonomic design of group size on single-but group-structured menu retrieval system”, *The Japanese journal of ergonomics*, Vol.27, No.2, pp.73-82.
17. Rogers, W.A., Meyer, B., Walker, N., Fisk, A.D., 1998, “Functional limitations to daily living tasks in the aged: a focus group analysis”, *Human factors*, Vol.40, No.1, pp.111-125.
18. Schumacher, R.M., Hardzinski, M., Schwartz, A.L., 1995, “Increasing the usability of interactive voice response systems: research and guidelines for phone-based interfaces”, *Human factors*, Vol.37, No.2, pp. 251-264.
19. Sharit, J., Czaja, S.J., Nair, S., Lee, C.C., 2003, “Effects of age, speech rate, and environmental support

- inusing telephone voice menu systems”, *Human Factors*, Vol.45, No.2, pp. 234-251.
20. Shneiderman, B., 1992, “Interaction devices”, *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction* (2nd ed.), Addison-Wesley publishing Co., U.S.A. pp.235-275.
21. Tun, P.A., Wingfield, A., 1997, “Language and communication: fundamentals of speech communication and language processing in old age”, In Fisk, A.D., and Rogers, W.A. (Eds.), *Handbook of human factors and the older adult*, Academic Press, U.S.A, pp.125-149.

誌謝

古京讓、訥純綺與呂 卿誠協助本研究實驗 的執行與資料整理，特此致謝。

Usability of Hierarchical Telephone Voice Interfaces and Sequences of Targeted Voice Responses for the Elderly

Chang-Franw Lee* Kai-Yu Huang**

* Department of Industrial Design, National Yunlin University of Science and Technology
e-mail:leecf@yuntech.edu.tw

** Graduate School of Industrial, National Yunlin University of Science and Technology
e-mail:g9231720@yuntech.edu.tw

(Date Received : February 15, 2006 ; Date Accepted : June 28, 2006)

Abstract

This study investigated the usability of hierarchical telephone voice interfaces and sequences of the targeted voice responses for the elderly using two experiments. Simulated with a notebook computer, the first experiment explored the usability of telephone voice interface for elderly people using four kinds of hierarchical telephone voice interfaces, and three sequences of the targeted voice responses in the targeted hierarchy. Thirty elderly people and thirty young people participated in the study. Each participant listened to the voice message on the telephone voice and inputted the number with the keypad depending on the experimental task. The operation time, accuracy and subjective evaluation of each task were recorded. The second experiment probed into the relationship between usability of telephone voice interface and working memory using two-, three- and four-step of hierarchical telephone voice interfaces. Working memory of fifteen elderly people and fifteen young people were measured. The experimental setup of the two experiments are the same. The results reveal that the hierarchical voice interfaces and the sequence of the targeted voice responses had significant effects on operation time, error rate and subjective evaluation. Elderly people took longer operation time and had higher error rates on the four-step hierarchical telephone voice interfaces that required more working memory. Two- and three-step hierarchical telephone voice interfaces took less operation time and had lower error rate than the four-step hierarchical telephone voice interfaces. Therefore, it is suggested that a two-step or three-step hierarchy with less working memory should be used for telephone voice interface, especially for the elderly.

Keywords: Telephone voice interface, Elderly people, Working memory

