

替代螢幕鍵盤與常用字預測功能對重度肢體障礙者在掃描模式下

中文輸入成效之研究

陳素瑩 葉耀明

師大資訊教育系

摘要

現今重度肢體障礙者常採用螢幕鍵盤搭配掃描模式，此輸入方式，基本上是利用電腦游標依序在螢幕鍵盤上移動，使用者只需在游標移到目標鍵時按下特殊開關即可，所以需要的肢體動作很少，適合只能控制一、兩個動作的肢體障礙者。但是掃描的缺點是非常慢，現今已有許多方法可以改進掃描輸入的績效。研究者參考國外增加英文掃描輸入的效率的方法，將其實作於中文輸入上。最後採用常用字分析來重新排列標準螢幕鍵盤版面，使其成為替代螢幕鍵盤與加入常用字資料庫，實作出常用字預測功能。研究者探討這兩項介入是否可增進重度肢體障礙者利用掃描模式於中文輸入的效率。實驗採單一受試者替代處理，實驗對象為二位脊髓損傷患者與一位手部變形，喪失手指的受試者重度肢體障礙者。實驗結果顯示替代螢幕鍵盤與常用字預測功能對中文輸入增加效率分別為 24% 與 33%。

關鍵詞：keyboard layout、word prediction

1. 前言

肢體障礙者在日常生活中，有時會遇到許多的不便，現今科技發達，許多科技性輔具便針對肢體障礙者的需求而陸續被研發出來。其中針對完全無法用手進行輸入的個案，可以由其能力的不同或喜好選擇語音辨識輸入、摩斯碼、掃描輸入。其中配合掃描方式所建立的輸入系統，適合對於只能控制一兩個動作的肢體障礙者。但是掃描輸入的缺點是非常慢，有許多的方法可用來改進掃描輸入的績效，群組資訊(chunking)、結合字預測系統，或是訓練也能改進掃描輸入的績效

(Anson, 1997)。不過以上針對改進掃描輸入的績效研究，多是在國外研究，主要是針對使用英文螢幕鍵盤使用者。針對中文輸入的螢幕鍵盤的相關研究很少。基於希望重度肢體障礙者在使用列行掃描輸入中文的績效，研究者參考國外相關的研究，將有助於增加掃描輸入績效的方法，實作於中文的輸入上，發展出替代螢幕鍵盤與常用字預測功能，期望藉著此兩項介入可以增進重度肢體障礙者利用列行掃描輸入中文的輸入成效。

2. 替代螢幕鍵盤

替代螢幕鍵盤主要是利用常用字資料庫來分析嘸蝦米字根的出現率，採出現率越高的字根放在掃描時間越短的原則來設計替代螢幕鍵盤的版面。設計流程分述如下：

一、選擇中文常用字詞資料庫

本研究利用八十七年常用語詞調查報告書中的字頻總表，選取其累積百分比達到 80% 中所包含的字，總共有 640 個中文字來做嘸蝦米字根的出現率分析。八十七年常用語詞是以八十七年一至十二月國內語言環境為調查對象，總收樣本為 1579771 字，累計單字數為 5063 字。其樣本採錄來源來自於八十七年出版的雜誌、書籍、報紙、奇摩站分類索引之各類網站與口語調查資料。

二、統計二十六個嘸蝦米字根的出現率

(一) 確定嘸蝦米字根的取碼原則

為求統一，嘸蝦米取碼的原則是採用嘸蝦米 5.6 標準編碼檔為主。

(二) 計算個別字根的出現率

所謂個別字根的出現頻率是將 640 個字拆解為嘸蝦米字根，以各字的出現次數為加權值，把

各字之字根乘以加權值後，計算各字根的總出現次數，再除以這 640 個字的字根總出現次數，即得字根的出現率。表 1 列出二十六個噯蝦米字根出現的頻次與累積百分比。

表 1 二十六個噯蝦米字根出現次數與累積百分比

排	字	出現	次	累積	百	排	字	出現	次	累積	百
序	根	數		百分比		序	根	數		百分比	
1	O	291501		7.86		14	S	128005		70.51	
2	E	249350		14.59		15	M	124746		73.88	
3	D	231828		20.84		16	W	123282		77.20	
4	N	217865		26.71		17	Q	120259		80.45	
5	B	214625		32.50		18	X	108664		83.38	
6	A	204401		38.01		19	Y	103931		86.18	
7	P	190199		43.14		20	K	95822		88.76	
8	I	177056		47.92		21	Z	90417		91.20	
9	L	148352		51.92		22	T	86414		93.53	
10	R	146094		55.86		23	C	74775		95.55	
11	U	143383		59.72		24	H	66268		97.33	
12	F	140284		63.51		25	G	55203		98.82	
13	J	131779		67.06		26	V	43631		100.00	

三、替代螢幕鍵盤實作

替代螢幕鍵盤實作可歸納出以下三點：

(一) 替代鍵盤版面採 6 列*7 行排列

圖 2 為替代螢幕鍵盤的版面配置，不同於如圖 1 所示標準鍵盤的 4 列*10 行鍵盤排列。替代鍵盤的設計，是參考 Foulds et al(1975)設計的 TIC 鍵盤，採 6 列*7 行的版面來設計。

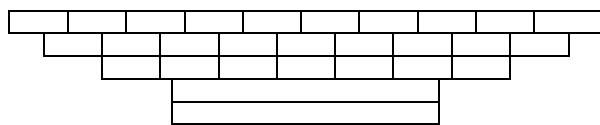


圖 1 標準螢幕鍵盤版面排列方式

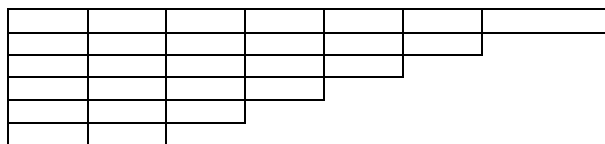


圖 2 替代螢幕鍵盤版面排列方式

(二) 依按鍵掃描等待時間與字根的出現率來排列

經過分析，我們可以從圖 3 了解替代螢幕鍵盤中每個按鍵所需要的掃描等待時間單位。掃描

等待時間單位乘於使用者自訂的掃描時間即為掃描等待時間。本研究提到之掃描等待時間，定義為輸入每個字根，扣掉兩次按下選取開關的時間，使用者想要掃描到目標字根所需要的等待時間，圖 3 列出替代螢幕鍵盤每個按鍵所需的掃描等待時間單位。

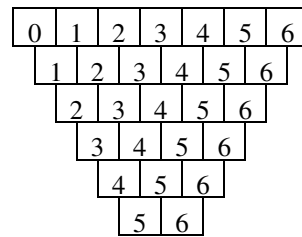


圖 3 替代螢幕鍵盤每個按鍵所需的掃描等待時間單位

再來根據每個噯蝦米字根的出現率，依照出現率越高(各字根出現率統計請參照表 1)，將其放置在掃描等待時間單位越小的按鍵上。替代螢幕鍵盤版面按鍵配置情形如圖 4 所示：

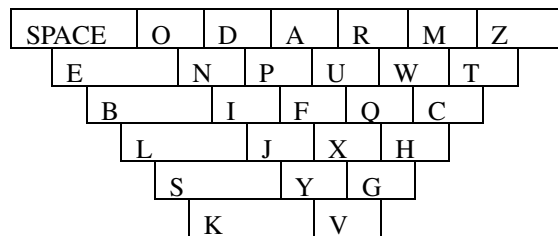


圖 4 替代螢幕鍵盤按鍵配置

(三) 替代螢幕鍵盤按鍵顏色設計

當掃描時，被掃描到的列或按鍵的顏色必須與沒有被掃描到的列或按鍵顏色有所差異，使用者才能區辨。從色彩對視覺搜尋的影響，按其易難度，分別為赤、青、綠、黃褐色及白色彩(Bloomfield, 1979)。此外如果要同時考慮背景顏色在不同亮度的明顯程度，則一般而言，黃、綠、青、橙等色皆為相當良好之色彩(Grossman, 1975)。參考以上文獻，研究者在螢幕鍵盤的按鍵使用上，在未掃描前的按鍵顏色為青色，當按鍵被掃描到時則轉為黃色，以利使用者辨識。

依照以上三個原則，實作出來的替代螢幕鍵

盤如圖 5 所示：

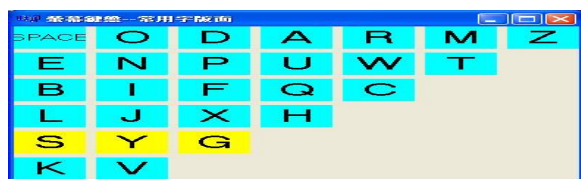


圖 5 替代螢幕鍵盤

3. 常用字預測功能

MacArthur(1999)認為英文字預測功能原本設計用意在於希望減少肢障者的按鍵按壓動作。Merbler, Hadadian, and Ulman(1999)建議英文字預測軟體適用於任何對使用標準鍵盤而遭到困難的學生，因為這個功能可以減少鍵盤按壓的動作。歸納一些商業販售的字預測軟體，他們可以減少開關選取動作約 37~47%(Higginbotham, 1992)。臨床上的報告減少率約分佈在 23~58%之間(Gibler and Childress, 1982)。

英文字預測的功能除了減少按鍵選取的次數外，MacArthur(1998, 1999)認為此功能還可以幫助那些即使已經利用拼字檢查器，但是仍有拼字障礙的學生。除此之外，字預測功能也可以拓廣學生詞彙的使用。但是使用英文字預測的功能的限制在於，使用者一定要先正確輸入每個英文字的起始字元(MacArthur, 1998)。而且一旦英文字預測功能沒有正確預測出學生所要輸入的英文字，學生反而需要更長的時間去輸入目標字。

經過上述幾個研究，可以歸納出幾個影響英文字預測功能之效率的因素。例如使用者按壓按鍵的時間、使用者搜尋預測字列表的時間。除此之外，鍵盤版面的排列與減少按鍵按壓次數的百分比，也是影響英文字預測功能的因素。(Koester and Levine, 1998)。其中針對肢體障礙者，使用者按壓按鍵的時間分歧最大(Jennifer and Kathryn, 2004)。

Gibler 在 1981 年首度將英文字預測功能實作在掃描輸入上。Gibler and Childress(1982)建議至少掃描兩個英文字母後再做預測英文字功能，以減少非目標字的產生。他們並做了相關研究，發現

預測英文字功能約減少 24%的按鍵選取動作，可增加的溝通效率則是在 3%~10%之間。另外 Koester and Levine(1994)研究發現英文字預測功能可以減少 28%的掃描等待時間，但是在文字產生效率上並不明顯。

從國外的相關研究來看，英文字預測功能可減少按鍵選取動作，也可增加英文輸入的效率。研究者據此概念，設計出中文的常用字預測功能。在使用者輸入每個中文字的前兩個嘸蝦米字根後，系統會利用這兩個字根自動去搜尋常用字中文資料庫(此資料庫與先前計算字根出現率的資料庫相同，總共有 640 個字)篩選出使用者可能想要輸入的中文字做成列表，並且自動去掃描此列表，讓使用者可以選取。加入常用字預測功能之標準螢幕如圖 6 所示：

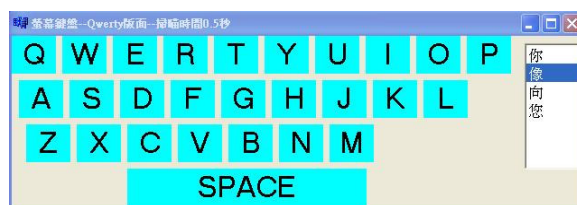


圖 6 加入常用字預測功能之標準螢幕鍵盤

4. 研究方法

4.1 研究對象

本研究以三位重度肢體障礙者為研究對象，這三位受試者所必須具有的條件如下：

- (一) 具有辨識二十六個英文字母的能力
- (二) 電腦鍵盤操作能力至少可以利用螢幕鍵盤搭配兩個外接開關來做輸入。

經由上述的條件，本研究最後選出了三位受試者。受試者的基本特質詳見表 2。

表 2 三位受試者的基本資料

	受試 A	受試 B	受試 C
性別	女	男	女
年齡	32	49	22
障礙情形	頸椎四、五節損傷	頸椎五、六節損傷	母親懷胎時發生異常，造成出生後手腳變形

障礙程度	重度	重度	重度
鍵盤操作	左、右食指	左、右中指	喪失手指部分，利用手部後段輸入
按壓按鍵的平均時間	1.42 秒	1.85 秒	1.68 秒

4.2 研究工具

一、實驗材料與實驗工具

(一) 實驗材料

評估題本的選擇是從 Yahoo! 奇摩新聞首頁，政治、社會、影視、生活、休閒、科技、健康與新奇八種新聞類別的分類網頁下。每次實驗按照分類順序，挑選出四篇五十字的新聞。為降低每次受試時測試新聞的差異性，研究者自行於民國 94 年 7 月 8 日從以上八類新聞網頁中，各選取出四篇五十個字的新聞，再針對這三十二篇新聞分析其輸入所需的嘸蝦米字根數與常用字分佈。經過統計發現，這三十二篇的新聞平均嘸蝦米字根數為 202，常用字出現率約 80%。根據以上的統計，研究者在選擇評估題本時，會限制選取這五十個字總合起來所要輸入的嘸蝦米按鍵包含空白鍵，鍵數限定在(202+3)與(202-3)之間。常用字比例為 80%的新聞文章。

(二) 實驗工具

本研究使用的實驗工具包括：

1. PENTIUM-III 800 的個人多媒體電腦。
2. 研究者利用 Borland C++ Builder 6.0 設計的螢幕鍵盤。

4.3 研究設計

本研究的目的是在於探討替代螢幕鍵盤與常用字預測功能對重度肢體障礙者的中文輸入成效。本研究以三位重度肢體障礙者為對象，利用單一受試 (single subject) 的替代處理 (alternative treatment design; ATD)，探討在嘸蝦米輸入法下，替代螢幕鍵盤與常用字預測功能對重度肢體障礙者的中文輸入成效。研究架構圖如圖 7：

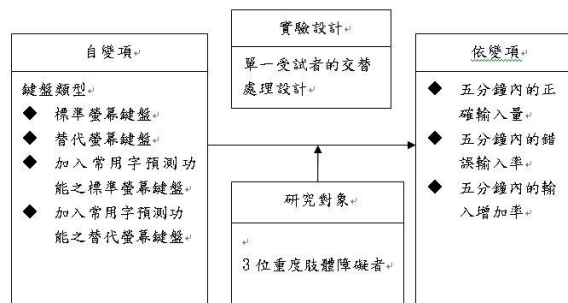


圖 7 替代螢幕鍵盤與常用字預測功能在中文輸入的成效評估研究架構圖

5. 研究結果與討論

5.1 三位受試者的正確輸入量與輸入增加率

統計這三位受試者受測的七次正確輸入量，其替代螢幕鍵盤的平均正確輸入量相較於標準螢幕鍵盤都來得高。同樣地，當標準螢幕鍵盤開啟常用字預測功能時，相較於只利用標準螢幕鍵盤輸入時，其平均正確輸入量也來得比較高。若是我們更進一步比較替代螢幕鍵盤與常用字預測功能的相較於標準螢幕鍵盤的輸入增加率，可以發現常用字預測功能相較於替代螢幕鍵盤在中文輸入的成效更高。

表 3 AK、QK with Pre、AK with Pre 相較於 QK 的平均輸入增加率

	受試 A	受試 B	受試 C
AK vs. QK	29	23	24
QK with Pre vs. QK	34	30	33
AK with Pre vs. QK	55	47	55

表 3 中，三位受試者，加入常用字預測功能之標準螢幕鍵盤相較於替代螢幕鍵盤的平均輸入增加率比較高。此研究結果和國外的研究結果不一致，Gibler 和 Childress(1982)經實驗發現英文字預測功能可增加的溝通效率則是在 3%~10%之間。另外 Koester 和 Levine(1994)研究發現英文字預測功能可以減少 28%的掃描等待時間，但是在文字產生效率上並不明顯。從以上文獻，可以發現有國外學者的研究認為字預測功能對增加輸入效率

的效果並不明顯，不過此功能可以減少使用者按壓開關的次數，使其不易疲累。但是在本研究卻發現三位受試者在使用常用字預測的功能於輸入字數的平均增加率平均為 32%，比替代螢幕鍵盤的平均增加率 25%多 7%。會有此與國外研究結果不一致的情況發生，研究者推測可能是因為本研究所選取的 640 個常用字在評估題本中出現率高達 80%。經由推論，可導出加入常用字預測功能的標準螢幕鍵盤在五分鐘內輸入字數計算公式為：

$$Wq_p = 300 / (3 * Tmq + 3 * Ts + 7 * Tp) * 0.2 + 300 / (2 * Tmq + 2.5 * 5 * Tp) * 0.8$$

Wq_p 代表加入常用字預測功能的標準螢幕鍵盤的理論輸入字數值

Tmq 代表標準螢幕鍵盤所有字根加權平均掃描時間

Ts 代表使用者自訂的掃描時間

Tp 代表使用者按壓開關的反應時間

假設 $Ts=1$ 秒， $Tp=1$ 秒， $Tmq=4.94$ 秒，可得 $Wq_p=16.22$ 。也就是說，在五分鐘內，使用加入常用字預測功能的標準螢幕鍵盤做輸入，在使用者自訂掃描時間為一秒，按壓開關反應時間為一秒的情況下，若是沒有錯誤選取或是延遲選取，使用者能輸入 16.22 個中文字。此結果比替代螢幕鍵盤的正確輸入量 16 個字稍微多一點，和本研究所做出來的研究結果相符。

5.2 三位受試者的錯誤輸入率

從表 4 的資料，可看出受試 A 在四種螢幕鍵盤的平均錯誤輸入率差不多，約在 1~2%之間。受試 B 在使用替代螢幕鍵盤時，不管有沒有加入常用字預測功能，平均錯誤輸入率都比標準螢幕鍵盤來得高。研究者從實驗中的觀察記錄，發現因為替代螢幕鍵盤的空白鍵放在第一列的第一個位置，當受試者在利用替代螢幕鍵盤輸入完每個中文字的拆碼，最後要輸入空白鍵時，需要連續的按壓關閉兩下才能輸入空白鍵。因此當掃描時間設定的比較短，使用者的肢體反應時間沒有辦法配合，很容易發生誤觸空白鍵下一個按鍵「O」的

狀況。標準螢幕鍵盤因為空白鍵就放在最後一列，而且整列只有一個空白鍵，所以受試者在使用標準螢幕鍵盤不會發生欲輸入空白鍵卻誤觸其他鍵的情況，因此減少錯誤輸入率的產生。而受試 B 在三位受試者中，手部移動與按壓的反應時間為 1.85 秒為三位受試中最長的。所以在受試中，受試 B 在調快掃描時間後，容易在使用替代螢幕鍵盤輸入空白時發生錯誤，所以他在替代螢幕鍵盤的錯誤輸入率較高。受試 C 在四種螢幕鍵盤的平均錯誤輸入率都高於 5%。經過研究者觀察，發現受試 C 在受試時，容易因為心急而發生誤觸的狀況，所以在四種螢幕鍵盤的錯誤輸入率都高於 5%。

表 4 三位受試者的平均錯誤率(單位：%)

受試者	QK	AK	QK with Pre	AK with Pre
A	1	2	1	1
B	2	9	4	8
C	7	9	8	10

6. 研究結論與建議

6.1 研究結論

本研究探討的是替代螢幕鍵盤與常用字預測功能對重度肢體障礙患者利用列行掃描模式在中文輸入的成效。其研究結果如下：

一、替代螢幕鍵盤及常用字預測功能皆有助於重度肢體障礙患者利用列行掃描模式在中文輸入的成效。對三位受試者來說常用字預測功能對增加中文輸入的成效比起替代螢幕鍵盤成效較高。

二、三位受試者經過七次的評估，詢問他們對這四個鍵盤使用的感覺。雖然研究結果顯示，常用字預測功能相較於替代螢幕鍵盤在中文輸入的效率。但是三位受試者有兩位受試者都不喜歡使用常用字預測功能，因為在使用常用字預測功能時，會造成使用者的眼睛必須在字根版面與常用字列表的焦點切換，因而造成疲累。相對的，雖然替代螢幕鍵盤的中文輸入成效沒有常用字預測功能來得高，但是三位受試者一致反應喜歡使用

替代螢幕鍵盤，因為相較於 4 列*10 行的標準螢幕鍵盤，替代螢幕鍵盤 6 列*7 行的版面設計，讓使用者比較容易找到目標字根。經此調查，可以發現在螢幕鍵盤的設計上，除了增加中文輸入的成效之外，如何減少使用螢幕鍵盤時的眼睛負擔，也是需要連帶考量的項目。

6.2 未來研究建議

本研究是利用八十七年常用語詞調查報告書中的字頻總表，選取其累積百分比達到 80% 中所包含的字，總共有 640 個中文字，來當做設計常用字預測功能的分析資料庫，這 640 個字的選取，並沒有考慮到不同使用者所使用的常用字可能不同。因此建議將來可以朝智慧型常用字分析器研究，藉著平常分析受試者利用螢幕鍵盤輸入的字，去調整常用字資料庫所應包含的字，來提昇常用字預測率。

7. 誌謝

此文章的完成要特別感謝李天佑教授的指導，可惜教授於此文撰寫中不幸過世，想藉著此篇文章向老師致上最大的感謝與尊敬。

8. 參考文獻

- Anson, D. K. (1997). *Alternative computer access-A guide to selection*. Philadelphia : F. A. Davis Company , 14-35.
- Bloomfield, J.R. (1979). Visual Search with embedded Target: Color and Texture Differences. *Human Factors*, 21, 317-330.
- Foulds, R., Balesta, G., & Crochetiere, W. (1975). The effectiveness of language redundancy in non-verbal communication. In *Proceedings of the Conference on Devices and Systems for the Disabled*(pp. 82-86). Philadelphia: Krusen Center for Research and Engineering
- Gibler, C. & Childress, D. (1982). Language anticipation with a computer-based scanning communication aid. In *Proceedings of the IEEE Conference for Computer Society Workshop on Computing to Aid the Handicapped*. (pp. 11-16), Charlottesville, VA.
- Grossman, J.D. (1975). Research Note: Reticle Color reference as a Function of Luminance and Background. *Human Factors*, 17(2), 215-217.
- Higginbotham, D. J. (1992). Evaluation of keystroke savings across five assistive communication technologies. *Augmentative Alternative Communication*, 8(4), 258-272.
- Jennifer, T., Kathryn, W. H. (2004). Using Word Prediction Software to Increase Typing Fluency with Students with Physical Disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 19(4).
- Koester, H. & Levine, S. (1994). Learning and performance in scanning systems with and without word prediction – report on a pilot study. In *Proceedings of the RESNA International '92 Conference*(pp. 299-301). Washington, D.C.: RESNA.
- Koester, H. H., & Levine, S. P. (1998). Model simulations of user performance with word prediction. *AAC Augmentative and Alternative Communication*, 14, 25-35.
- MacArthur, C. A. (1998). From illegible to understandable: How word recognition and speech synthesis can help. *Teaching Exceptional Children*, 30(6), 66-71.
- MacArthur, C. A. (1999). Overcoming barriers to writing: Computer support for basic writing skills. *Reading & Writing Quarterly*, 15, 69-192.
- Merbler, J. B., Hadadian, A., & Ulman, J. (1999). Using assistive technology in the inclusive classroom. *Preventing School Failure*, 34, 113-118.