

國立台東大學資訊管理學系
環境經濟資訊管理碩士在職專班
碩士論文

指導教授：謝明哲 博士

循序輸入應用於手機鍵盤之設計
與實驗評估

Design and Experimental Evaluation of
Mobile Phone Keyboard with Sequential
Stroke Entry

研究生：林明宏 撰

中華民國九十八年七月

國立台東大學

學位論文考試委員審定書

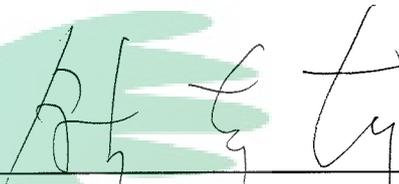
系所別：資訊管理學系

本班 林明宏 君

所提之論文 循序輸入應用於手機鍵盤之設計與實驗評估

業經本委員會通過合於 碩士學位論文 條件

論文學位考試委員會：


(學位考試委員會主席)

陳進隆

謝明忠

(指導教授)

論文學位考試日期：98 年 7 月 6 日

國立台東大學

博碩士論文電子檔案上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在 國立臺東大學 資訊管理學系碩士班 98 學年度第 二 學期取得 碩士 學位之論文。

論文題目： 循序輸入應用於手機鍵盤之設計與實驗評估

指導教授： 謝明哲

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文(含摘要)，非專屬、無償授權國家圖書館及本人畢業學校圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

- 讀者基非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應依著作權法相關規定辦理。

授權人： 林明宏

簽名： 林明宏

中華民國 98 年 07 月 27 日

博碩士論文授權書

本授權書所授權之論文為本人在 國立臺東大學 環境經濟資訊管理 系(所)

九十七 學年度第 二 學期取得 碩 士學位之論文。

論文名稱：循序輸入應用於手機鍵盤之設計與實驗評估

本人具有著作財產權之論文全文資料，授權予下列單位：

同意	不同意	單位
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	國家圖書館
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	本人畢業學校圖書館
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	與本人畢業學校圖書館簽訂合作協議之資料庫業者

得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或其他各種數位化方式重製後散布發行或上載網站，藉由網路傳輸，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

同意 不同意 本人畢業學校圖書館基於學術傳播之目的，在上述範圍內得再授權第三人進行資料重製。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利(未申請者本條款請不予理會)的附件之一，申請

文號為：_____，請將全文資料延後半年再公開。

公開時程

立即公開	一年後公開	二年後公開	三年後公開
		<input checked="" type="checkbox"/>	

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：謝明忠 (親筆簽名)

研究生簽名：林明忠 (親筆正楷)

學 號：4396021 (務必填寫)

日 期：中華民國 九十八 年 七 月 二十七 日

1.本授權書(得自 <http://www.lib.nttu.edu.tw/theses/> 下載)請以黑筆撰寫並影印裝訂於書名頁之次頁。

2.依據 91 學年度第一學期一次教務會議決議:研究生畢業論文「至少需授權學校圖書館數位化，並至遲

於三年後上載網路供各界使用及校內瀏覽。」

授權書版本:2008/05/29

誌 謝

首先，我要感謝我的指導教授謝明哲老師，給予我論文的研究方向和細心的指導；在研究過程更有幸參加第四屆龍騰微笑競賽，與宜澤與維昇共組競賽團隊並獲得第一階段入圍，真的非常感謝指導教授不辭辛勞指導。另外也要特別感謝明志科技大學鍾青萍教授及陳進隆教授，對於本研究提供十分寶貴經驗的指導，才讓本研究更趨於完整性及實用性。

其次要感謝家人精神與時間的支持，讓我無後顧之憂專心做好研究，讓我在社會上工作十年後能再度回到學校進行，知識充電的生活，雖然只有短短兩年，確讓自己在台東結識許多好朋友，讓我在學期間意外得到友情支柱。

最後要感謝是公司兩位大主管，讓我能順利完成學業，其中包含許多時間上的方便，讓我能充份專心完成人生當中最重要的一刻。

林明宏 謹誌

2009 年 7 月

循序輸入應用於手機鍵盤之設計與實驗評估

作者：林明宏 指導教授：謝明哲

國立台東大學資訊管理學系

環境經濟資訊管理碩士在職專班

摘要

數字鍵盤一直是手機簡訊最普遍的輸入工具之一，而傳統的數字鍵盤的英文字母或注音符號輸入方式，是採取單鍵一次或多次連續按壓按鍵完成文字符號輸入；這樣輸入速度不僅慢，長時間的使用亦容易造成手指傷害。因此，如何突破輸入效率，提升使用者操控手機鍵盤的舒適性及易用性，是本研究所要探討的問題。

本研究藉由實驗評估，探討六鍵摩斯碼鍵盤的循序輸入法及中文連合注音，應用於改進現有手機鍵盤中英文輸入的效能與使用性，以提供未來產品化之參考。經過主客觀實驗評估方法顯示，使用循序輸入法應用於手機文字簡訊符號的輸入，其速度與錯誤率是有所改善的。應用於手機英文簡訊，循序輸入較傳統英文鍵群配置來得更有效率；而且配合使用中文連合注音應用於中文簡訊符號，循序輸入較傳統中文注音鍵群配置更有效率。

本研究結果可以提供未來循序輸入手機鍵盤設計之參考，並提升人因設計的舒適度，進而幫助使用者更有意願的使用循序輸入鍵盤。

關鍵詞： 中文注音、實驗評估、行動鍵盤、循序輸入、文字輸入

Design and Experimental Evaluation of Mobile Phone Keyboard with Sequential Stroke Entry

Author: Lin Ming-Hong Advisor: Hsieh Ming-Che

Professional Master's Program of Environmental Economics and
Information Management

Department of Information Science and Management Systems

National Taitung University, ROC

Abstract

The traditional 12-key mobile phone keypad has been one of the most common text input devices for mobile phone's text messages. The text entry system, called Multitap, is used by repeatedly pressing the same key to cycle through the letters for that key. That is, the user has to press each key one or more times to specify the desired letter or Chinese Phonetics. Not only is Multitap an awkward text input method, but also its prolonged use will result in finger injuries. Therefore, how to enhance the mobile phone's text input efficiency and ease of use is our research problem.

This study conducted an experimental evaluation to investigate the effectiveness and efficiency of mobile phone keypads with the sequential stroke entry method and the Connected Chinese Phonetics which are from the six-switch Morse code keyboard. The objective and subjective evaluation results showed that the input speed and error rate were improved when the sequential stroke entry method was applied in entering mobile phone's text messages. The Connected Chinese Phonetics also outperformed the traditional Chinese Phonetics input method.

The results of our study will support the future design of mobile phone

keyboards with sequential stroke text entry to minimize the damage due to the design and to improve the usability of mobile phone keyboards, and help users more likely to accept sequential stroke keyboards.

Keywords: Chinese Phonetics, experimental evaluation, mobile keyboard, sequential stroke entry, text input



目 錄

目錄.....	i
表目錄.....	iii
圖目錄.....	iv
中文摘要.....	v
英文摘要.....	vi
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景.....	1
第二節 研究動機.....	3
第三節 研究目的.....	5
第四節 研究架構內容說明.....	6
第五節 研究標的範圍與限制.....	8
第二章 文獻探討.....	10
第一節 現行手機數字鍵盤鍵群配置.....	11
第二節 鍵盤上文字符號設計原理.....	19
第三節 循序輸入鍵盤.....	21
第四節 循序輸入手機鍵盤編排原則及操作模式.....	27
第五節 人因評估方式.....	30
第三章 循序輸入手機鍵盤鍵群配置與成本分析.....	32
第一節 循序輸入手機鍵盤配置原則與輸入方法.....	33
第二節 循序輸入手機鍵盤 Model B.....	36
第三節 循序輸入手機鍵盤 Model C.....	39
第四節 循序輸入手機鍵盤 Model D.....	42
第五節 鍵群配置成本分析.....	45
第四章 實驗設計與評估.....	55

第一節 實驗目的.....	55
第二節 實驗任務規劃及內容.....	56
第三節 實驗設計及變項.....	57
第四節 受測者.....	59
第五節 實驗任務執行工具	60
第六節 實驗流程	63
第七節 抽樣方法.....	65
第八節 評估方式選擇.....	67
第五章 資料分析與結果.....	73
第一節 任務完成時間與錯誤率分析.....	74
第二節 問卷調查統計分析	78
第三節 主客觀總體績效分析.....	81
第六章 討論與未來發展.....	83
參考文獻.....	85
一、中文部分.....	85
二、英文部分.....	87
附錄一 實驗測試項目與個別結果分析.....	91

表目錄

表 2-1 現今市面上手機鍵盤編排方式	13
表 2-2 英文字母按鍵排列對照圖表	15
表 2-3 中文注音按鍵排列對照圖表	16
表 2-4 傳統數字鍵盤英文字母輸入規則	17
表 2-5 中文注音連合編碼與英文字母對照表	24
表 2-6 英文字母出現頻次排名統計結果	18
表 2-7 英文自考課本中的字母出現頻率	19
表 2-8 現今市面上手機鍵盤編排方式	22
表 3-1 Model A 按鍵成本績效表	45
表 3-2 Model B 按鍵成本績效表	46
表 3-3 Model C 按鍵成本績效表	47
表 3-4 Model D 按鍵成本績效表	48
表 3-5 測試稿用字分析(任務一)	49
表 3-6 測試稿用字分析(任務二)	50
表 3-7 Model A、B 測試稿用字分析(任務三)	51
表 3-8 Model C、D 測試稿用字分析(任務三)	52
表 3-9 Model A、B 測試稿用字分析(任務四)	53
表 3-10 Model C、D 測試稿用字分析(任務四)	54
表 4-1 受測者任務評估指標條件表	59
表 4-2 實驗流程時程表	63
表 4-3 隨機任務抽測編排表	65
表 4-4 受隨機樣本任務表(亂數表)	66
表 4-5 調查項目的構成	68
表 4-6 任務最少必需花總合表	71
表 5-1 受測者四種手機鍵盤的任務完成時間與錯誤字數統計結果 ...	74
表 5-2 問卷評估一覽表	79
表 5-3 受測者Model 平均總績效一覽表	81
表 5-4 受測任務與Model 績效一覽表	82

圖目錄

圖 1-1	研究架構圖	4
圖 2-1	常見英文字母及注音符號數字鍵方式	11
圖 2-2	Model A 鍵群編排與輸入規則	12
圖 2-3	六鍵摩斯碼連結圖	22
圖 2-4	傳統十二鍵電話鍵盤之循序輸入鍵群配置	25
圖 2-5	LG 生產的 AX490 行動電話	28
圖 3.1	單擊與長鍵輸入	34
圖 3-2	左右或上下相鄰兩鍵式循序輸入	34
圖 3-3	左上右下或右上左下兩鍵式詢序輸入	35
圖 3-4	循序輸入手機鍵盤 Model B 之中英文鍵群配置圖	36
圖 3-5	循序輸入手機鍵盤 Model C 之中英文鍵群配置圖	39
圖 3-6	循序輸入手機鍵盤 Model D 之中英文鍵群配置圖	42
圖 3-5	Model 「B」相鄰中文注音符號鍵群設計圖	35
圖 3-6	Model 「B」鍵盤按鍵中英文編排原則圖	36
圖 3-7	Model 「C」相鄰英文字母符號鍵群設計圖	38
圖 3-8	Model 「C」相鄰中文注音符號鍵群設計圖	39
圖 3-9	Model 「C」鍵盤按鍵中英文鍵群設計圖	40
圖 3-10	Model 「D」相鄰英文字母符號鍵群設計圖	42
圖 3-11	Model 「D」相鄰中文注音符號鍵群設計圖	43
圖 3-12	Model 「D」鍵盤按鍵中英文鍵群設計圖	44
圖 4-1	實驗研究架構	57
圖 4-2	Model B 裝置界面	61
圖 4-3	Model C 裝置界面	61
圖 4-4	Model D 裝置界面	62

第一章 緒論

第一節 研究背景

曾經擔任 Sony Ericsson 手機設計者的納辛斯基(Radzinski)對 PC Magazine 的專欄作家約翰.德瑞克(John C .Dvorak) 語帶抱怨的說：「手機鍵盤太小了，非得要在 3 行(columns)4 列(Rows)的數字按鍵上排列出二十六個英文字母；所以目前世界上通用的數字鍵盤手機，在人體工程學上都是失敗產品」。納辛斯基補充說：目前傳統的 3 行(columns)4 列(Rows)的數字鍵盤嚴重不符合人體工程學，即便輸入英文使用起來也不方便，遲早要被新技術替代（納辛斯基，2004）。

產品設計師 Henry Dreyfuss (1950)提出「The more involved the product is with human beings , the more it needs good design, So why not use man as the starting point for all design ...」，這一段話告訴我們「越貼近人性化的產品，越需要好的設計」。人性化產品乃應用理性的科技原理，減少使用者的疲勞並符合人性因素來考量設計。手機按鍵鍵盤要如何結合「科技」與「人性」的「人因工程」科學，讓手機按鍵鍵盤成為容易使用、容易上手，並提高輸入的效率和安全性，已經是當今手機按鍵鍵盤設計重要的課題。

因此，以「使用者為中心」的設計理念，慢慢受到重視。國際知

名認知心理學者諾曼提出，以使用者為中心的設計原則：內容提到產品的設計與使用者的需求和興趣，並且強調產品的易用性和易理解性的哲學。也就是說，以使用者為導向的思考方向才能看出「人、系統、環境」及「人、產品、情境」之間互動的關係全貌(Norman, et al., 1988)。

雖然現今設計師和學者強調以人為中心的設計，以使用者的便利為設計產品的出發點；但市面上仍有許多產品本身並沒有以人為中心的設計理念，造成消費者必需在使用過程中一再適應新的使用者介面，反而有時會減低了對產品的接受度。有鑒於此，兼具有用性與易用性使用者介面之人性化產品，將成為具有市場競爭優勢的必要條件。

第二節 研究動機

隨著現在使用者的手機功能日益複雜，手機鍵盤設計的複雜度也相對提高，多按鍵手機鍵盤乃大行其道的運用在現在的多功能手機上。現今時尚智慧手機標榜智慧輸入，只不過是在手機上分別提供數字鍵盤和一般所謂的「QWERTY」鍵盤兩種輸入方式，但是電話撥號與文字輸入相依相存廣泛存在於現今手機之中(Neweasypcc, 2008)。然而多按鍵卻帶來使用上的困擾，例如：誤觸按鍵使得在操作時產生輸入效率不彰。就消費性手機電子產品而言，在使用者需要選用較大的顯示螢幕，又必須兼顧體積輕薄短小的條件下，常因為體積小按鍵多造成使用者誤按、誤觸的情形；因此多按鍵鍵盤並不適合設計在體積輕、薄、短、小的電子產品鍵盤按鍵(Hahn, 2002)；然而按鍵配置方式好壞卻決定著消費性電子產品，在輸入中英文字或簡訊符號時是否實用的關鍵因素。

傳統3行(columns)4列(Rows)數字鍵盤輸入最大的問題在於，使用者必須花費重複按鍵輸入的成本，例如要輸入英文字母「Z」就得按壓「數字鍵 9」四次；要輸入注音符號「儿」就得按壓「數字鍵 9」五次。另外，對於中高齡使用者來說，大多無法順利學習並有效使用手機的電話簿、信息輸入等功能。許多現象顯示這些族群在使用多功

能手機時已造成不便，除了生理退化帶來的不便之外，更多來自於心理上的無法適應(張貝懿，2000)。

衍生自六鍵摩斯碼鍵盤(謝明哲，1999；Hsieh and Luo, 1999)的循序輸入簡易鍵盤(謝明哲，羅錦興，2001)，將摩斯鍵以一般文數字按鍵取代，而不依摩斯碼連結按鍵。如此產生的鍵盤，因不受摩斯碼限制而能以極少的按鍵包含大量字元，並以最多兩次連續或循序按鍵的方式輸入每一個字元。經由適當個字元連結設計與按鍵排列，循序輸入簡易鍵盤可提供各種用途，如功能選擇、文書編輯、電話、以及電腦鍵盤等。若結合單擊鍵法、長按鍵法、及中文連合注音，則可以進一步將傳統鍵盤之47個字母及數字符號鍵化簡為26個按鍵，以減輕尋找與定位上的困難(謝明哲，2001；2004)。因此，本研究希望藉由實驗評估探討循序輸入應用於改進現有手機鍵盤中英文輸入的效能與使用性，並找出一個可行的設計與發展模式提供未來產品化之參考。

第三節 研究目的

基於上述之研究背景與動機，本研究之目的如下：

- 一、藉由文獻回顧探討循序輸入法，並對現行手機輸入方式進行比較分析。
- 二、結合單擊、長按、及循序輸入鍵法，並採用中文連合注音，提出三種循序輸入手機鍵盤鍵群配置模式並進行分析評估。
- 三、使用 PDA 模擬手機鍵盤之鍵群配置設計，並配合實驗設計進行實驗評估。
- 四、探討循序輸入及中文連合注音應用於手機簡訊輸入，是否可以改善傳統手機之中英文輸入效度(effectiveness)與效率(efficiency)。
- 五、實驗測試後配合問卷及使用者訪談，以了解使用者對循序輸入應用於手機鍵盤鍵群配置之主觀感受。

第四節 研究範圍與限制

一、本研究標的：

使用循序輸入法應用於行動電話(手機)數字鍵盤。

二、本研究範圍：

(一) 僅針對行動電話傳統3行(columns)4列(Rows)按鍵鍵盤之

中文注音符號與英文字母兩項因子進行研究。

(二) 對於其他因素，如握持方式、操作者操作姿勢、拇指按壓

面積、拇指寬度對按鍵輸入時間的影響、手指移動特性、

操作環境與燈光、按鍵材質、按鍵大小、按鍵距離、觸碰

感應式按鍵等，所造成按鍵輸入影響不在本研究範圍之內。

(三)本研究的限制：

1. 依照本研究使用之四種手機鍵盤鍵群配置模式(Model A、Model B、Model C、Model D)進行用字成本分析，中文注音輸入不計入選字成本。
2. 本研究實驗評估使用之Model A為傳統手機鍵盤，以Nokia 3210機型數字鍵盤為代表，作為循序輸入手機鍵盤之實驗對照。
3. 本研究的實驗評估使用之其他三種循序輸入手機鍵盤鍵

群配置模式(Model B、Model C、Model D)，係利用PDA觸控螢幕模擬按鍵群配置，排除實體按鍵可能發生卡鍵之狀況，並忽略實體按鍵與觸控按鍵輸入之差異。

4. 本研究實驗評估以四種中英文簡訊輸入作為主要任務，不包含手機上提供之網頁瀏覽、文書編輯、應用程式等任務。
5. 本研究對象為一般年齡層，有使用手機數字鍵盤經驗者。



第五節 論文架構

本論文內容在撰寫與編排上，主要可分為六章，論文架構如圖

1-1。



圖1-1 論文架構圖

第一章說明研究背景與動機，並列出研究目的。

第二章回顧並探討現有行動電話數字鍵盤的相關研究，包括：(1)現有行動電話鍵盤的鍵群配置與簡要比較分析；(2)鍵盤設計原理；(3)現有行動電話鍵盤設計編排方式不當，將帶給使用者何種使用上的傷害；(4)循序輸入與最佳化單指鍵盤，如何讓使用者按鍵輸入次數及時間的效率大大提升；(5)鍵盤編碼原則與電腦上的螢幕小鍵盤，使用者視覺搜尋時間與熟悉性配置記憶之關係；(6)學者透過人

因的觀點，提出有關於鍵盤按鍵使用性評估之方法。

第三章提出循序輸入手機鍵盤鍵群配置設計與分析評估，並探討現有行動電話數字鍵盤按鍵配置，包括：(1)英文字母按鍵排列 (2)中文注音按鍵排列；另外最主要介紹如何以循序輸入法設計本研究使用之三種循序輸入手機鍵盤鍵群配置模式(Model B、Model C、Model D)；最後，加入Nokia 3210手機按鍵鍵盤作為Model A，完成本研究實驗評估之重要工具。

第四章說明研究方法與實驗設計，包括：(1)循序輸入鍵盤按鍵建群配置實驗目的；(2)實驗任務規劃及內容；(3)實驗變項；(4)受測流程；(5)實驗任務執行工具；(6)整個實驗流程花費時間；(7)實驗推理假設；及(8)選擇評估方式。最後，藉由此實驗設計與研究方法完成本研究之實驗評估。

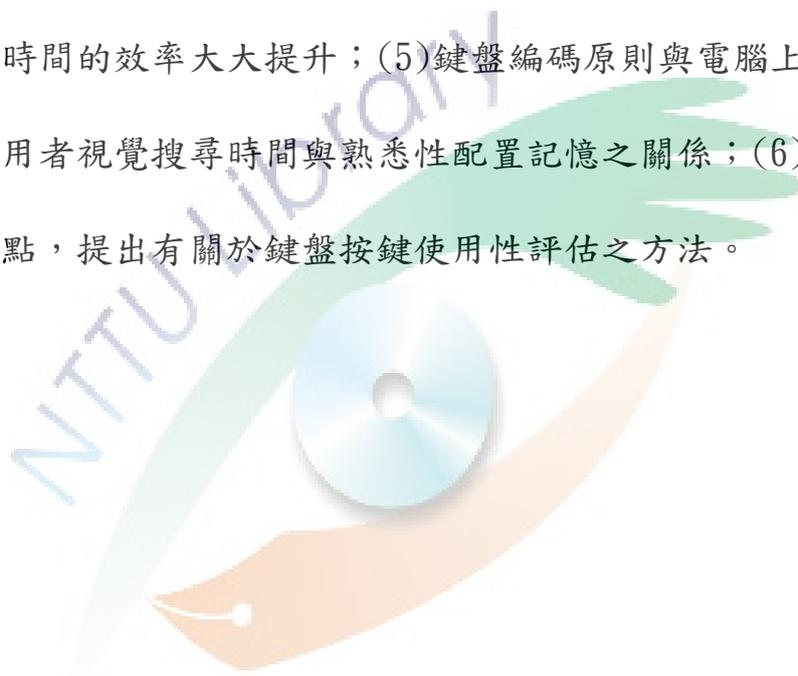
第五章為資料分析與結果，根據第四章實驗設計完成之個案實驗測試結果進行統計分析，並與第三章用字成本分析結果進行比較。

第六章為討論與未來發展，綜合整理本研究結論，探討研究產生的問題與結果，並建議後續研究發展方向。

第二章 文獻探討

本章節將回顧並探討現有行動電話數字鍵盤的相關研究，包括：

- (1)現有行動電話鍵盤的鍵群配置與簡要比較分析；
- (2)鍵盤設計原理；
- (3)現有行動電話鍵盤設計編排方式不當，將帶給使用者何種使用上的傷害；
- (4)循序輸入與最佳化單指鍵盤，如何讓使用者按鍵輸入次數及時間的效率大大提升；
- (5)鍵盤編碼原則與電腦上的螢幕小鍵盤，使用者視覺搜尋時間與熟悉性配置記憶之關係；
- (6)學者透過人因的觀點，提出有關於鍵盤按鍵使用性評估之方法。



第一節 現行手機數字鍵盤鍵群配置

一、數字鍵盤排列方式「Model A」

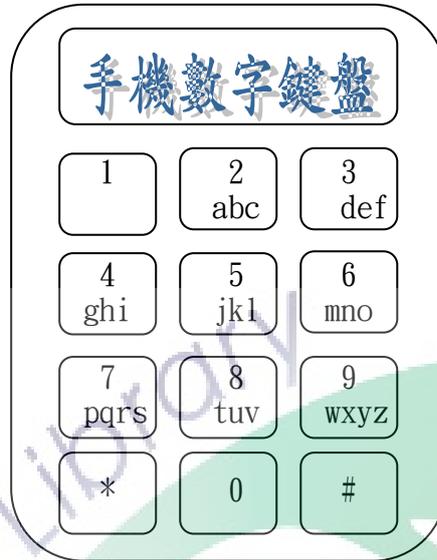


圖 2-1 常見英文字母及注音符號數字鍵方式

目前市面常見可以輸入英文字母與注音符號之數字鍵盤以3行 (columns)4列(rows)居多，如圖2-1所示。本研究實驗評估使用之 Model A亦為3行4列傳統手機鍵盤，以Nokia 3210機型數字鍵盤為代表，作為循序輸入手機鍵盤之實驗對照，其鍵群編排與輸入規則如圖 2-2所示。中文注音與英文字母，必須以「*」作為切換，輸入規則如下：

(1)中文注音/英文字母按壓一次：

數字鍵：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9

英文字母：A、D、G、J、M、P、T、W

張一岑(1998)曾針對現今市面上各種不同的手機鍵盤編排方式，就數字輸入模式、英文字母編排、按鍵數量、上手程度、佔用面積進行比較分析，並提出優缺點評估，如表2-1所示。整體而言，傳統按鍵式家用電話3行4列按鍵數量只有12個，所以輸入英文字母時必須連續敲擊鍵盤最多4次，易用性較差；但佔用面積小，功能擴充容易，符合手機輕薄短小之條件，且多數使用者已經習慣，是目前市佔率居高的主要原因。相對的，無論是10行4列、3行5列、6行5列、或虛擬鍵盤，雖然可以提高易用性，但按鍵面積範圍大，擴充不易。

表 2-1 現今市面上手機鍵盤編排方式

鍵盤樣式	廠牌	數字輸入模式	英文字母編排	按鍵數量	上手程度	按鍵功能	佔用的面積	優點	缺點
	Moto 系列、Nokia 系列	與傳統按鍵式家用電話一致	必須連續敲擊鍵盤最多4次	12	不易(需記憶)	字母符號一鍵少數功能	1/3	1.可降低按鍵數 2.功能易於了解 3.記憶可分辨佳 4.易增加功能數目	1.易發生鎖按卡鍵 2.按鍵字母配置難以最佳化排列
	Moto 系列、Nokia 系列	與傳統按鍵式家用電話一致	必須連續敲擊鍵盤最多4次	12	不易(需記憶)	字母符號一鍵少數功能	1/3	1.可降低按鍵數 2.功能易於了解 3.記憶可分辨佳 4.易增加功能數目	1.易發生鎖按卡鍵 2.按鍵字母配置難以最佳化排列
	BlackBerry 系列、Toto 系列、Moto Q、Nokia E61、Samsung i608、Dopod 838	與傳統按鍵式家用電話不一致	必須連續敲擊鍵盤最多1次	40	容易	字母符號一鍵一功能	2/3	1.使用者易於識別 2.使用者易使用 3.按鍵功能易於目視	1.按鍵面積範圍大 2.不易擴充
	手機廠商尚未量產推出	與傳統按鍵式家用電話一致	必須連續敲擊鍵盤最多1次	15	不易(需記憶)	字母符號一鍵少數功能	2/3	1.按鍵數增多 2.功能易於了解 3.記憶可分辨佳 4.易增加功能數目	1.按鍵增加面積太大 2.易發生鎖按卡鍵 3.按鍵字母配置難以最佳化排列
	手機廠商尚未量產推出	與傳統按鍵式家用電話不一致	必須連續敲擊鍵盤最多1次	30	容易	字母符號一鍵一功能	2/3	1.使用者易於識別 2.使用者易使用 3.按鍵功能易於目視 4.因人因等量圖形設計	1.按鍵面積範圍大 2.不易擴充 3.標示雜亂易混淆
	手機廠商尚未量產推出	與傳統按鍵式家用電話不一致	必須連續敲擊鍵盤最多1次	30	容易	字母符號一鍵一功能	2/3	1.使用者易於識別 2.使用者易使用 3.按鍵功能易於目視	1.按鍵面積範圍大 2.不易擴充 3.標示雜亂易混淆

資料來源：本研究改編自(張一岑，1998)

現有行動資訊產品輸入設備可分成三類：(1)單手操控設備：常見使用於 PDA、平板電腦 等產品中；最大的優點為不會造成腕道症候群現象。缺點為大為手寫輸入時並不穩定，當必須握持於手上操作時更是容易發生失誤 (Poika et al., 2002)；(2)外接式鍵盤：為了行動資訊產品使用單一指向設備不足之處所增加的裝置，其最大的優點是加強了文數字輸入功能；但是缺點為體積過於龐大，不易攜帶，無法滿足使用者行動上的需求，而將行動裝置體積縮小卻造成按鍵過小，按鍵間距過小容易導致較高的疲勞度(Hahn, 2002)；(3)嵌入式鍵盤：常應用於PDA、智慧型手機、掌上型電腦等；它的構造是將原始鍵盤體積縮小，並縮減不常使用之按鍵，並減少按鍵數目及按鍵的間距；但是和外接式鍵盤有相同的許多缺點 (Hahn, 2002)。

學者 Cushman et al. (1991)針對輸入裝置界面型式，將界面區分為三大類：(1)硬體操作界面：又稱為實體操作界面 (SUI, Solid User Interface)，包含控制器、顯示器及實際被使用者操作的部位；(2)觸控式操作界面 (Touch screen)，此種界面結合軟硬體讓使用者界面可直接作接觸面板操作；(3)軟體操作界面：目前朝圖形操作界面(GUI, Graphical User Interface)，使用者透過滑鼠或按鍵與GUI進行互動，藉由一高解析度辨識進行資訊的

回饋反應工作。

二、市面常見數字按鍵編排分析

陳郁涵(2009)參考市面常見行動電話數字按鍵，作出如表 2-2 英文字母按鍵排列對照圖表；其中依廠牌，按鍵印刷的排列可分成全部顯示與部分顯示。全部顯示在 3 行(columns)4 列(rows)按鍵印刷，英文字母編排使用八個按鍵，每一個按鍵編排字母數目為 3~4 個；而部分顯示在 3 行(columns)4 列(rows)按鍵印刷，則以每一個按鍵編排 1 個英文字母，但這樣的設計可能造成使用者記憶上的負擔。

表 2-2 英文字母按鍵排列對照圖表

廠牌	全部顯示	部份顯示
按鍵樣式	<p>大寫英文字母鍵盤 小寫英文字母鍵盤</p>	<p>大寫英文字母鍵盤 小寫英文字母鍵盤</p>
編排方式	八個按鍵之中，單一鍵設計僅有兩鍵設計四個英文字母，其餘皆為三個英文字母	八個按鍵之中，單一鍵設計只顯示一個英文字母編排，其餘皆為隱藏英文字母

資料來源：改編自(陳郁涵，2009)

表 2-3 則為中文注音按鍵排列對照圖表(陳郁涵，2009)，依按鍵樣式，注音符號印刷集中在九個按鍵到十二個按鍵，而以每一個按鍵排列注音符號數目為 3~4 個。其中 Nokia 的設計由一個注音符號按鍵

排列到四個注音符號，已經可以滿足單一按鍵多字元符號需求。

表 2-3 中文注音按鍵排列對照圖表

廠牌	SAMSUNG		Nokia
按鍵 樣式	<p>三星 注音符號鍵盤</p>	<p>三星注音符號鍵盤</p>	<p>Nokia 注音符號鍵</p>
編排 方式	十個按鍵之中，僅有兩鍵設計三個注音符號其餘皆為四個注音符號	十一個按鍵，單一鍵設計僅有三鍵設計四個注音符號其餘皆為三個注音符號	十二個按鍵之中，單一鍵設計一至四個注音符號
廠牌	Sony Ericsson	ALCATEL/華碩	MOTOROLA / BenQ
按鍵 樣式	<p>Sony Ericsson 注音符號鍵盤</p>	<p>華碩 注音符號鍵盤</p>	<p>Motorola 注音符號鍵盤</p>
編排 方式	十一個按鍵之中，僅有四鍵設計四個注音符號其餘皆為三個注音符號	十個按鍵之中，僅有四鍵設計三個注音符號其餘皆為四個注音符號	九個按鍵之中，單一鍵設計皆為四個注音符號

資料來源：改編自(陳郁涵，2009)

現有行動電話數字按鍵3行4列手機鍵盤，並不是專門為了輸入文字符號所設計的鍵盤；所以經由手機上的3行4列數字鍵要編排出二十六個英文字母及符號，使用者在輸入過程之中必須重覆按壓相同的按鍵。從表2-4所列為傳統數字鍵盤之英文字母輸入規則可以看出，若要輸入英文字母“S”，就必須連續敲擊3行4列數字按鍵“7“四

次，花費在按鍵輸入按壓的次數及完成文字時間太過冗長，將影響到使用者使用的意願。

表2-4 傳統數字鍵盤英文字母輸入規則

英文字母	數字碼	英文字母	數字碼
A	2	N	6 _ 6 (M → N)
B	2 _ 2 (A → B)	O	6 _ 6 _ 6 (M → N → O)
C	2 _ 2 _ 2 (A → B → C)	P	7
D	3	Q	7 _ 7 (P → Q)
E	3 _ 3 (D → E)	R	7 _ 7 _ 7 (P → Q → R)
F	3 _ 3 _ 3 (D → E → F)	S	7 _ 7 _ 7 _ 7 (P → Q → R → S)
G	4	T	8
H	4 _ 4 (G → H)	U	8 _ 8 (T → U)
I	4 _ 4 _ 4 (G → H → I)	V	8 _ 8 _ 8 (T → U → V)
J	5	W	9
K	5 _ 5 (J → K)	X	9 _ 9 (W → X)
L	5 _ 5 _ 5 (J → K → L)	Y	9 _ 9 _ 9 (W → X → Y)
M	6	Z	9 _ 9 _ 9 _ 9 (W → X → Y → Z)

資料來源：本研究整理

目前手機輸入形式主要有三種：數字鍵盤、全字母鍵盤、手寫輸入，而大多數的手機輸入都是採用傳統 3 行 4 列的數字手機鍵盤，無論是直立式手機或是折疊式手機，幾乎都是以數字按鍵鍵盤作為文字符號輸入界面(IT168, 2004)。手機上面的數字鍵盤主要缺點就是不能一鍵一字母完全對應，造成使用者在輸入文字符號時產生挫折感。使用者偶爾在電話簿中簡短的輸入連絡人姓名，或許還可以忍受多次按壓鍵盤按鍵進行文字符號輸入；但隨著近年來 3G 手機功能的增強，

越來越多的使用者需要在手機上進行簡訊、郵件、行程表、文件檔、表格編輯等大量的文字輸入，傳統 3 行 4 列數字鍵盤確實已無法滿足多數使用者的需求。



第二節 鍵盤不當設計與使用帶來的傷害

手機的發明帶來了人與人之間溝通的便利性，同時也帶來了手部傷害的潛在危險。目前市面上的手機鍵盤按鍵的輸入面積相當狹窄，按鍵大小也有受到限制，在有限的空間之中操作手機鍵盤，重複使用手指按壓按鍵輸入簡訊，特別是持續過久或長期使用同一隻手指操作，容易造成手指拇指及手腕關節的傷害(壹蘋果健康網，2008)。

近年來出現了一種新疾病名為「累積性傷害症候群」，這樣的症狀與長期使用電腦有關；由於人們長時間不當地使用電腦，罹患人數也急速增加，使得「累積性傷害症候群」成為常見的職業病。大多數患者長期使用鍵盤施力不當及缺乏定時休息，便會造成身體組織如肌肉、肌腱、韌帶或神經等部位，反覆地被壓迫或拉傷，這些傷害稱為RSI (Repetitive Strain Injury 勞肌損傷)，已成為社會中普遍的職業病害 (鄭年哲，2006)，嚴重的有可能引發狹窄性腱鞘炎等病症。

以電腦作業使用的傳統QWERTY鍵盤為例，當使用者輸入字母及符號時，使用在敲擊按鍵的時間僅佔整個打字工作的30%，卻有48%的時間耗在手指做鍵面上下的移動 (Pconline，2003)。使用者輸入英文字母符號時，QWERTY 鍵盤之編排配置，容易造成雙手負荷的手

指按壓次數不平均，左手負擔約56%的按鍵輸入操作，而且小指負荷也較其他手指頭重 (Griffith, 1989; Noyes, 1998)。QWERTY 鍵盤按鍵之配置方式除在輸入效率上影響打字外，對於手指在操作的負荷上也容易引發手指伸肌的疲勞 (王映嵐，1996)。

目前市面上許多智慧型手機亦提供 QWERTY 形式的手機鍵盤，例如：BlackBerry 黑莓機、Tero 650、Dopod 858、Moto Q、Nokia E61、I Phone、Google Phone、HTC Phone 等。透過一鍵一字母的全字母對應讓使用者很快找到所需輸入的文字符號位置，其按鍵編排方式與電腦 101 鍵盤十分類似。使用者先前若有使用過電腦 101 鍵盤的經驗，在文字符號輸入上可經由先前的使用經驗快速上手；然而 QWERTY 鍵盤會讓手機上按鍵數目增加，造成使用上誤按及手指游移的現象 (Griffith, 1949; Neweasypc, 2008)。

另外，拇指經常處於向上及向下的屈曲狀態，易拉傷筋腱。手機的按鍵越小，拇指受傷的風險越大，而且經研究發現方形按鍵較其他形狀按鍵容易造成拇指傷害 (壹蘋果健康網，2008)。此外按鍵設計需考量操作的生理特徵，尺寸不宜過小，減少按鍵數或改變鍵距會有成效不彰的問題，故無法有效縮小現有鍵盤的體積而為攜帶式設備使用 (鄭年哲，2006)。

第三節 循序輸入鍵盤

循序輸入簡易鍵盤(謝明哲，羅錦興，2001)衍生自六鍵摩斯碼鍵盤(謝明哲，1999)，使用者可以在不記憶任何編碼下，以少數按鍵，依鍵盤上標示的字元連結關係，以一次或循序兩次按鍵完成一個英文字母、中文注音符號、數字或標點符號的輸入。另外，中文連合注音(謝明哲，1999；2001;2004)能夠讓四十二個注音符號對應到二十六個英文字母，不但使鍵盤呈現簡潔一致的中英文輸入界面，並且提高了注音符號的輸入效率。以下就六鍵摩斯碼鍵盤、中文連合注音、及循序輸入簡易鍵盤的發展緣起與設計原理分別加以說明。

一、六鍵摩斯碼鍵盤

摩斯碼是將所有的字母、數字、標點符號，用點號「·」、間號「—」、以及間隔組合而成的 時序訊號來表示。為了方便記憶，在傳遞上將「·」發作「滴」聲，「—」發作「答」聲。在操作上 可藉由單一按鍵的按下與放開來實現，按下時發出聲音代表有聲訊號，放開時則代表無聲的間隔。若按下的時間短代表短音的「滴」，時間長則代表長音的「答」。另外，也可以使用兩個按鍵 分別代表短音的「滴」和長音的「答」來輸入摩斯碼。同樣地，按鍵放開的間隔時間短為短間隔；時間長則為長間隔（字元間隔）。

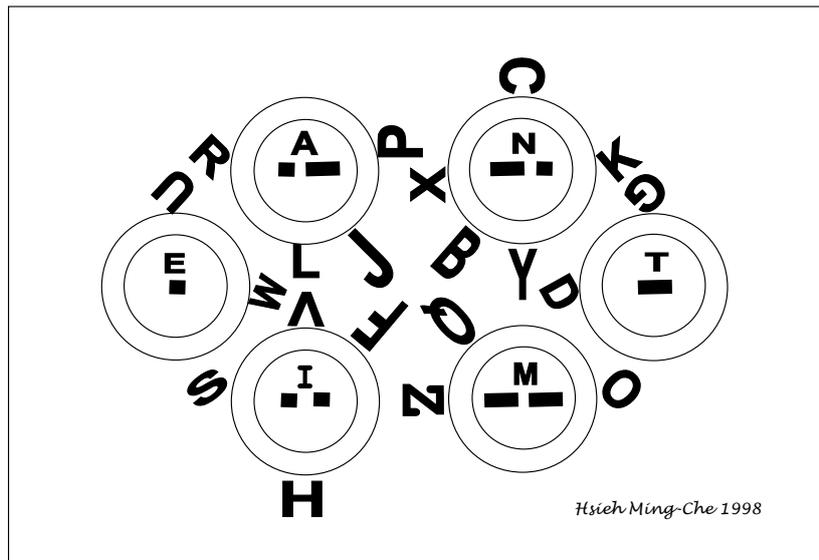


圖2-4 六鍵摩斯碼連結圖

資料來源：(謝明哲，1999)

六鍵摩斯碼緣起於謝明哲(1999)為改善一位腦性痲痺少年的文字輸入效率，於自修林久惟老師傳授之自在太極兩儀樁時，面對內識當下所見之六鍵摩斯碼連結圖(如圖 2-4 所示)。主要問題為個案在長期使用套上洞洞板的標準鍵盤下，因為需要精細的對位動作，造成左手拇指與鍵孔邊緣的過度摩擦或是手部關節過度屈曲、伸張；而複雜的選鍵動作容易引起疲勞、降低打字效率。在介入傳統的單鍵摩斯碼中英文輸入訓練約三個月後，其輸入效率仍未見太大改善(與使用套上洞洞板的標準鍵盤相差不大，約為 3.39WPM (word per minute)及 84.6%的辨識率)。在使用性的相較考量下，操作單鍵摩斯碼必須先記住摩斯編碼，輸入一個字元得花費較多的按鍵次數，而且還要學習控制長短音，因此個案寧可選擇繼續使用套上洞洞板的標準鍵盤。

反之，六鍵摩斯碼是由兩個單元摩斯鍵：“●”、“—”與四個雙元摩斯鍵：“●●”、“●—”、“—●”、“——”組成。藉由這六個按鍵，使用者可以拼出所有摩斯碼字元。每個英文字母的平均按鍵數降為 1.77 次，而且無需維持有聲（或無聲）比值。使用者只需學習如何維持自己打出的字元間隔大於一個固定或適應性分界值即可。因此，打字負荷得以降低，而且經由適當的練習，摩斯碼辨識率都會接近 100%。此外，為了輔助使用者在不記憶摩斯碼下，能夠使用六個摩斯鍵直覺地打出所有摩斯碼英文字母，六個摩斯鍵以英文字母連結。列印在摩斯鍵上小字母（A、N、E、T、I、M）表示一個按鍵數；而大字母則表示兩個按鍵數。其中，在六角形外圍的大字母‘C’與‘H’表示需要對同一鍵連續按兩次。

在依據六鍵摩斯碼連結圖完成第一個六鍵摩斯碼手工鍵盤後，個案經過三個星期的訓練後，將輸入效率提高到 8.4WPM 以上及接近 100%的辨識率(Hsieh and Luo, 1999)。

二、中文連合注音

中文注音連合編碼(謝明哲, 1999; 2001; 2004)將 42 個的中文注音符號分為聲母、介母、韻母(1)、韻母(2)、與聲調（__ / ∨ \ •）等五大類型後，再依據教育部國語字典簡編小組統計之注音符號出現頻率，將聲母與韻母連合、聲母與聲調連合編碼。最後，將連合注音

與英文字母依字形相似原則配對，讓四十二個中文注音符號可以對應二十六個英文字母鍵，而使鍵盤呈現簡潔一致的中英文輸入界面。表 2-5 所示為輸入中文連合注音與英文字母的對應關係。

表 2-5 中文注音連合編碼與英文字母對照表

編碼類型	注音符號	六鍵摩斯碼	英文字母
聲調連合	ㄊ、	—	T
	ㄗ	••	I
	ㄩ、	•—	A
	ㄨ、	—•	N
	ㄌ•	••—••	H
聲韻連合	ㄌㄌ	••—•• 或 •—••	S
	ㄎㄎ	•—••	R
	ㄨㄨ	•—•—	W
	ㄝㄝ	—•••	D
	ㄥㄥ	—•—•	K
	ㄉㄉ	—•—••	G
	ㄛㄛ	—•—•— 或 —•—•—	O
	ㄓㄓ	•—•—•—	J
	ㄎㄎ	—•—•••	B
	ㄉㄉ	—•—•—•	C
	ㄌㄌ	•—•••	L
聲母	ㄅ	••—•—	V
	ㄆ	••—•—•	F
	ㄇ	•—•—••	P
	ㄏ	—•—•—	X
	ㄏ	—•—•—•	Q
韻母(1)	ㄩ	—•—•—	Y
介母	ㄟ	•	E
	ㄨ	—•—	M
	ㄨ	••—•—	U
韻母(2)	ㄩ	—•—••	Z

資料來源：(謝明哲，1999；2001；2004)

在輸入中文注音時，使用者只需將連合注音符號視為同一按鍵即可。例如輸入「本」時，使用者應依序輸入ㄌㄌ-ㄌㄌ-ㄨ、或 S-S-N。

中文連合注音轉譯器將會依據十條轉譯規則，自動分離聲韻連合符號及聲調連合符號。

三、循序輸入簡易鍵盤

衍生自六鍵摩斯碼鍵盤(謝明哲，1999)的循序輸入簡易鍵盤(謝明哲，羅錦興，2001)，將摩斯鍵以一般文數字按鍵取代，而不依摩斯碼連結按鍵。如此產生的鍵盤，因不受摩斯碼限制而能以極少的按鍵包含大量字元，並以最多兩次連續或循序按鍵的方式輸入每一個字元。經由適當個字元連結設計與按鍵排列，循序輸入簡易鍵盤可提供各種用途，如功能選擇、文書編輯、電話、以及電腦鍵盤等。

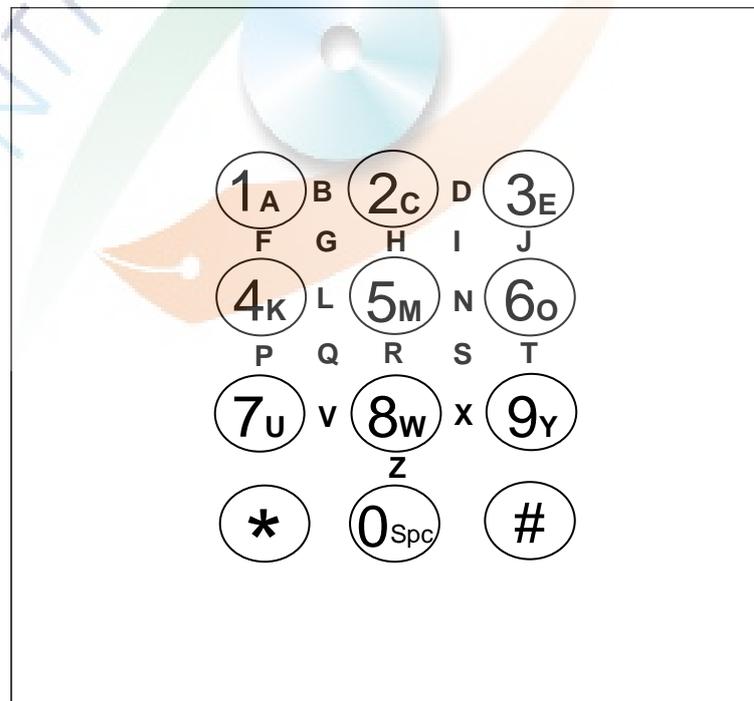


圖2-4 傳統十二鍵電話鍵盤之循序輸入鍵群配置圖

資料來源：(謝明哲，羅錦興，2001)

圖 2-4 所示即為循序輸入鍵盤應用在傳統十二鍵電話鍵的一種鍵群配置圖。當其做為文字鍵盤使用時，平均每個英文字母按鍵次數只需 1.65 次；而傳統電話鍵盤將三個字母集中在一個按鍵的方法則需要 2 次。其中，列印在按鍵上的字母，包括 A、C、E、K、M、O、U、W、Y、及 Spc（空白鍵），表示一次按鍵。列印在兩個相鄰按鍵之間的字母，包括 B、D、F、H、J、L、N、P、R、T、V、X、及 Z，則表示雙向連結關係。例如，字母 B 在鍵盤上雙向連結按鍵 1 與按鍵 2，循序按 1-2 或 2-1 皆可輸入得到字母 B。依此類推，其餘列印在四個相鄰鍵之間的字母 G、I、Q、及 S，表示四向連結關係。例如，輸入字母 G 時，使用者循序按 1-5、5-1、2-4 或 4-2 皆可。這種多向連結關係可以提供使用者較大的輸入彈性。

第四節 手機鍵盤編排原則及操作模式

一個好的人機介面設計應該具備下列三種層次：第一種層次，端看使用者能否看到就有反應知覺，換句話說就是「外形知覺」的層次；第二種層次，端看使用者能否有所認知並了解其意義，換句話說就是「語意認知」的層次；第三種層次，端看使用者能否按照介面設計出的語意認知，進一步達到正確操作，換句話說就是「預期效果」的層次（褚俊宏，2000）。Mackay(1999)則認為一個好的使用者介面可以決定程式設計的成功與否。一個軟體程式設計所用的技術或許決定其的功能及效能，但對於使用者而言，軟體的介面代表了一切。如果介面設計得不好，則使用者便無法善用這個軟體，即使有再好的功能與效能，也都是無法惠及使用者。

目前在國內也有許多學者針對如何建立一個好的手機鍵盤之編排原則及操作模式提出相關探討，例如：考慮手指之靈活度(次/秒)、漢語拼音及英文拼碼出現頻率、字母順序排列之記憶模式、注音導入之拼碼等(陳富明，1992；梁成一、謝育錚，1985；周太一，2005)。

圖2-6為LG生產的AX490手機，由設計師Levy在1993年設計，將字母按鍵編排分配在按鍵的四個角落，而十八個按鍵的數字鍵盤的設計剛好有二十八個可用的角落。Levy將所有二十六個字母分配在其他二

十六個角落處。這樣的鍵盤按鍵次數經使用者測試能夠從8次下降到2次，加上手機按鍵依照字母順序編排將輸入速度提高兩倍(中通網，2006)。但按鍵數增加後，按鍵面積範圍變大，一樣會有擴充不易及，容易誤觸其它按鍵等缺點。



圖2-5 LG生產的AX490行動電話

資料來源:(中通網, 2006)

另外，針對鍵盤記憶與配置之相關研究，學者Shiffrin & Schneider(1977) 提出鍵盤熟悉輸入的最大的功能在於縮短視覺搜尋的時間。周太一、梁成一(1995)針對電腦資料輸入的模式進行討論則進一步發現，一般使用者透過鍵盤方式進行輸入資料時，是藉由鍵盤或是螢幕小鍵盤，使用者一般剛開始使用電腦鍵盤輸入時，會採用所謂的單一手指方式或是以觀看鍵盤上的印刷去尋找所需字元；但因

為印刷所呈現的資訊不只一種，例如注音符號、標點符號、數字、英文字母，倉頡等，且電腦鍵盤所呈現的視覺範圍較大，因此容易造成資訊的混淆，游移的情形。相反的，螢幕小鍵盤每個鍵只顯示單一符號，且範圍較小，眼睛不需要游移，使用者可以藉著滑鼠點選觀看螢幕小鍵盤來幫助記憶，不需要在鍵盤與螢幕之間作視覺的游移。Sears 等人(2001)亦發現鍵盤的排列方式對於使用者視覺搜尋時間有顯著差異。



第五節 人因評估方式

一九九零年代初期，資訊系統的專案開發者就已經知道，其中有近一半的時間與努力集中在使用者介面(Myers and Rosson, 1992)。至今資訊系統的專案開發仍然一再強調以使用者為中心的設計概念，並加入使用者參與及雛型系統開發或螺旋性模式(Spiral Model)軟體開發等觀念(Satzinger et al., 2002)。其目的不但要讓最終使用者及早參與規劃，還要藉由這些使用者不斷使用後的結果回饋，進一步建立雛形評估系統，逐漸形成系統設計最佳化。在早期僅只在系統開發完成時執行總結性(Summative)評估，演進至今所謂的形成性(Formative)評估，更要求最後產品系統不但可用(Usable)而且有用(Useful)(Preece et al., 1996)，以求系統與使用者介面的最大使用性(Usability)(陶幼慧，2006)。

一個好的產品設計，有可能會因為一個較差的使用者介面而導致商業上的失敗(Mackay, 1999)。人機界面系統的開發是一個反覆驗證的過程，包含了設計(Design)、實現(Construction)和評估(Evaluation)三個步驟。系統化評估模式的目的是在於提供給一般初學者，學習如何評估有效的互動式系統設計，進一步獲得評估的過程產生的結果，具備完整性與一致性(Yun et al., 2000)。

一般人機介面的人因評估方法大體上可以分成：使用者評估、理論評估、和專家評估三種，而區分的標準在於評估數據是來自使用者使用心得、理論預測還是專家經驗(Xiaowei7, 2006)。使用者評估通常是由一個或多個使用者，在模擬或是真實的環境中完成一個或多個測試任務。而理論評估則是經由描述設計者或受測者的匹配情形，轉換成計算任務或使用者模型與系統，藉此得出定量的結果。專家評估則是透過結構化的方式，測試系統是否符合預先定義的準則，也就是說將系統和先前已建立的標準，經規則(Guideline)或原則(Principle)進行比較。

本研究先以理論評估法分析預先設定的四種手機鍵盤之用字成本，再透過使用者評估經由實驗記錄人機互動過程得到客觀數據，並藉由詢問使用者了解使用者的主觀滿意程度及設計的有效性。

第三章 循序輸入手機鍵盤鍵群配置與成本分析

在本章節內容將探討傳統手機數字鍵盤的中英文用字成本分析，並介紹三種循序輸入手機鍵盤鍵群的配置與使用方法；加入現行 Nokia 3210 的傳統手機按鍵中文注音及英文字母編排，構成四種手機鍵盤輸入模式以作為本研究實驗評估之主要對象。



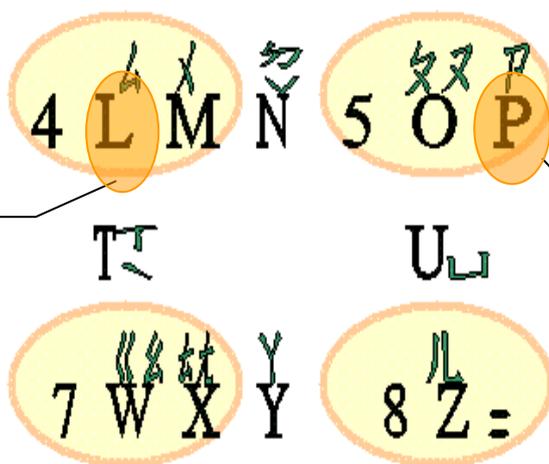
第一節 循序輸入手機鍵盤配置原則與輸入方法

本研究使用的三種循序輸入手機鍵盤輸入模式：Model B、Model C、及Model D，為本論文指導教授於2009年6月24日指導第四屆龍騰微笑競賽41t196團隊會議時所提出之設計。以下就Model B、Model C、及Model D三種循序輸入手機鍵盤之鍵群配置原則加以說明。

應用在3行4列電話數字鍵盤，三種模式的英文配置原則為：依二十六個英文字母順序，由左向右、由上向下依序編排；而三十七個中文注音符號原則上依中文連合注音對應到二十六個英文字母，使手機數字鍵盤呈現簡潔一致的中英文輸入介面。為了減少聲調符號的視覺搜尋時間，原來使用在六鍵摩斯碼鍵盤的中文連合注音略為修改，將五個聲調符號盡可能依數字鍵順序編排在可用的聲調連合或介調連合注音符號上。

另外，為了提高輸入效率與增加使用性，借用26鍵單指鍵盤(謝明哲，2001；2004)的單擊與長按輸入並存的設計概念，三種循序輸入手機鍵盤輸入模式對使用者的按鍵輸入方式，皆同時應用了單擊、長按、及相鄰兩鍵式循序輸入。其主要的操作方法說明如圖3-1、圖3-2、及圖3-3所示。

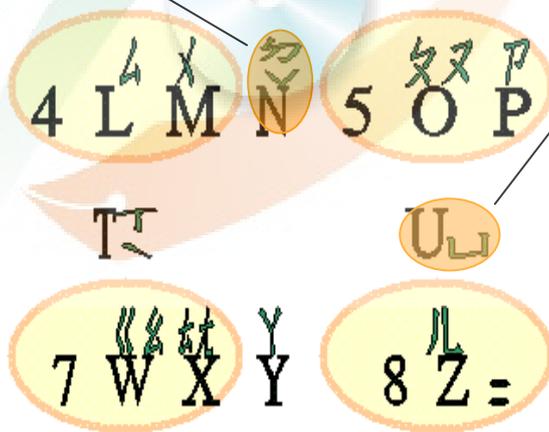
標示在按鍵上左邊的英文字母表示單擊一次輸入，與其對應的連合注音亦同此方法。



標示在按鍵上右邊的英文字母表示長按一次輸入，與其對應的連合注音亦同此方法。

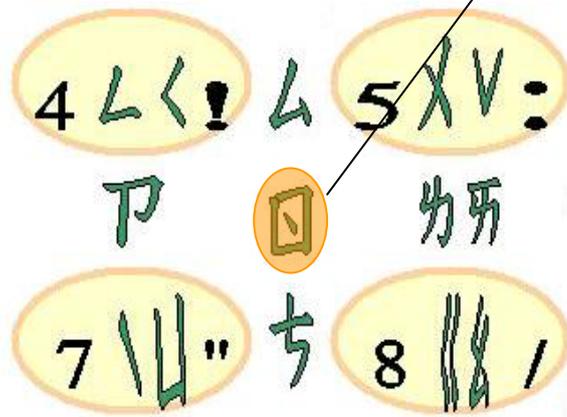
圖 3-1 單擊與長按輸入

標示在左右兩個相鄰按鍵之間的英文字母表示由左到右或由右到左循序按鍵輸入，以 N 為例應循序輸入 4-5 或 5-4，而與其對應的連合注音 ㄋ 亦同此方法。



標示在上下兩個相鄰按鍵之間的英文字母表示由上到下或由下到上循序按鍵輸入，以 U 為例應循序輸入 5-8 或 8-5，而與其對應的連合注音 ㄩ 亦同此方法。

圖 3-2 左右或上下相鄰兩鍵式循序輸入



標示在四個相鄰按鍵中間的英文字母或連合注音表示由左上到右下、右下到左上、右上到左下、或左下到右上循序按鍵輸入，以日為例應循序輸入4-8、8-4、5-7、或7-5皆可

圖 3-3 左上右下或右上左下兩鍵式循序輸入



第二節 循序輸入手機鍵盤 Model B



圖 3-4 循序輸入手機鍵盤 Model B 之中英文鍵群配置圖

資料來源：(謝明哲，EASY Mobile Keyboard，2009/6/24)

圖 3-4 所示為循序輸入手機鍵盤輸入模式 Model B 之中英文鍵群配置圖，為本論文指導教授於 2009 年 6 月 24 日指導第四屆龍騰微笑競賽 41t196 團隊會議時，所提出之 EASY Mobile Keyboard 設計。其英文字母排列方式，係在 3 行 4 列電話數字鍵盤上，依二十六個英文字母順序，由左向右、由上向下依序編排，並同時使用單擊、長按及兩鍵式循序輸入法來輸入英文字母。因此，一次按鍵輸入之英文字母

為：A、D、G、K、N、Q、U、X、Z；左右相鄰循序輸入之英文字母為：B、C、E、F、L、M、O、P、V、W、Y；上下相鄰循序輸入之英文字母為：H、T、J、R、S、T。

另外，三十七個中文注音符號原則上依中文連合注音對應到二十六個英文字母，使手機數字鍵盤呈現簡潔一致的中英文輸入介面。而為了減少聲調符號的視覺搜尋時間，原來使用在六鍵摩斯碼鍵盤的中文連合注音略為修改，將五個聲調符號依序編排在數字鍵 1-5，並使用聲調連合(尸_、ㄩ∨、ㄆ•)及介調連合(一/、ㄨ\)符號。整體而言，鍵盤外觀呈現接近傳統手機鍵盤的編排順序，傳統手機鍵盤的使用者可以不用花太多時間記憶。其輸入方法整理如下：

(一) 數字鍵盤按鍵上數字：九個撥號功能的數字所屬鍵按壓一次

數字鍵：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9

(二) 數字鍵盤按鍵上英文字母及標點符號：所屬鍵按壓一次

英文字母：A、D、G、L、O、R、W、Z

標點符號：『，』

(三) 數字鍵盤按鍵上右邊的英文字母及標點符號：所屬鍵長按一次

英文字母：B、E、H、M、P、S、X

標點符號：『：』、『.』

(四) 左右相鄰按鍵之間的英文字母：由左至右或由右至左循序按壓

二次

英文字母：C、F、N、Q、Y

(五) 按鍵間相鄰的六個英文字母及常用標點符號：使用該字母連結的兩個按鍵，由上至下或由下至上循序按壓二次

英文字母：I、J、K、T、U、V

標點符號：『@』

(六) 中文連合注音：輸入規則同其對應的英文字母。

以『明』字為例：中文注音為『ㄇ』-『ㄟ』-『ㄥ』-『ㄩ』，其在 Model B 對應的連合注音是『ㄇㄟ』-『ㄟㄩ』-『ㄨㄥ』-『ㄩ』，則依其對應的英文字母為『D』-『E』-『K』-『E』，故輸入順序為：單擊 2、長按 2、循序 3-6、長按 2。

第三節 循序輸入手機鍵盤 Model C

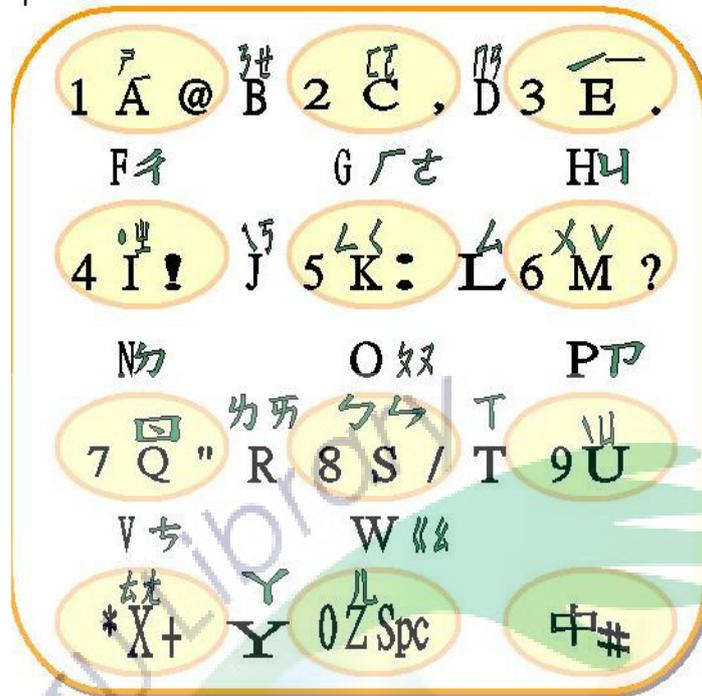


圖 3-5 循序輸入手機鍵盤 Model C 之中英文鍵群配置圖

資料來源：(謝明哲，FLOW Mobile Keyboard，2009/6/24)

圖 3-5 所示為循序輸入手機鍵盤輸入模式 Model C 之中英文鍵群配置圖，為本論文指導教授於 2009 年 6 月 24 日指導第四屆龍騰微笑競賽 41t196 團隊會議時，所提出之 FLOW Mobile Keyboard 設計。其英文字母排列方式與 Model B 類似，係在 3 行 4 列電話數字鍵盤上，依二十六個英文字母順序，由左向右、由上向下依序編排，但是只使用單擊及兩鍵式循序輸入法（左右及上下兩種）來輸入英文字母，長按鍵法留給常用的標點符號。因此，一次按鍵輸入之英文字母為：A、

C、E、I、K、M、Q、S、U、X、Z；左右相鄰循序輸入之英文字母為：
B、D、J、L、R、T、Y；上下相鄰循序輸入之英文字母為：F、G、H、
N、O、P、V、W。

另外，三十七個中文注音符號原則上依中文連合注音對應到二十六個英文字母，使手機數字鍵盤呈現簡潔一致的中英文輸入介面。而為了減少聲調符號的視覺搜尋時間，原來使用在六鍵摩斯碼鍵盤的中文連合注音略為修改，將五個聲調符號盡可能依序編排在數字鍵上，並使用聲調連合(尸_、出•)及介調連合(一ノ、メV、口\)符號。其輸入方法整理如下：

(一) 數字按鍵：所屬鍵按壓一次

數字鍵：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9

(二) 數字按鍵上的英文字母：所屬鍵按壓一次

英文字母：A、C、E、I、K、M、Q、S、U、X、Z

(三) 數字按鍵上的標點符號：所屬鍵長按一次

標點符號：『@』、『,』、『.』、『!』、『:』、『?』、『”』、
『/』、『;』

(四) 左右相鄰按鍵之間的英文字母：使用該字母連結的兩個按鍵，

由左至右或由右至左循序按壓二次

英文字母：B、D、J、L、R、T、Y

(五) 上下相鄰按鍵之間的英文字母：使用該字母連結的兩個按鍵，

由上至下或由下至上循序按壓二次

英文字母：F、G、H、N、O、P、V、W

(六) 中文連合注音：輸入規則同其對應的英文字母。

以『明』字為例：中文注音為『ㄇ』-『ㄨㄛˊ』-『ㄥ』-『ㄥˊ』，

其在 Model C 對應的連合注音是『ㄇㄨㄛˊ』-『ㄥㄥˊ』-

『ㄥㄥˊ』，則依其對應的英文字母之輸入方法為『D』-『E』-

『K』-『E』。故輸入順序為：循序 2-3、單擊 3、單擊 5、單擊

3。



第四節 循序輸入手機鍵盤 Model D



圖 3-6 循序輸入手機鍵盤 Model D 之中英文鍵群配置圖

資料來源：(謝明哲，CLOUD Mobile Keyboard，2009/6/24)

圖 3-6 所示為循序輸入手機鍵盤輸入模式 Model D 之中英文鍵群配置圖，為本論文指導教授於 2009 年 6 月 24 日指導第四屆龍騰微笑競賽 41t196 團隊會議時，所提出之 CLOUD Mobile Keyboard 設計。其英文字母排列方式與 Model C 類似，係在 3 行 4 列電話數字鍵盤上，依二十六個英文字母順序，由左向右、由上向下依序編排。但不同的是，Model D 除了使用單擊、左右兩鍵式循序輸入、及上下兩鍵式循

序輸入法來輸入英文字母外，並增加了左上右下及右上左下兩鍵式循序輸入法，而長按鍵法仍留給常用的標點符號。因此，一次按鍵輸入之英文字母為：A、C、E、K、M、O、U、W、Y；左右相鄰循序輸入之英文字母為：B、D、L、N、V、X；上下相鄰循序輸入之英文字母為：F、H、J、P、R、T、Z；左上右下或右上左下相鄰循序輸入之英文字母為：G、I、Q、S。

另外，三十七個中文注音符號原則上依中文連合注音對應到二十六個英文字母，使手機數字鍵盤呈現簡潔一致的中英文輸入介面。而為了減少聲調符號的視覺搜尋時間，原來使用在六鍵摩斯碼鍵盤的中文連合注音略為修改，將五個聲調符號盡可能依序編排在數字鍵上（除ㄊ・外），並使用聲調連合（ㄩ_、ㄊ・）及介調連合（一ノ、ㄨ∨、ㄌ、）。其輸入方法整理如下：

（一）數字按鍵：所屬鍵按壓一次

數字鍵：0、1、2、3、4、5、6、7、8、9

（二）數字按鍵上的英文字母：所屬鍵按壓一次

英文字母：A、C、E、K、M、O、U、W、Y

（三）數字按鍵上的標點符號：所屬鍵長按一次

標點符號：『@』、『，』、『.』、『!』、『:』、『?』、『”』、
『/』、『;』

(四) 左右相鄰按鍵之間的英文字母：使用該字母連結的兩個按鍵，

由左至右或由右至左循序按壓二次

英文字母：B、D、L、N、V、X

(五) 上下相鄰按鍵之間的英文字母：使用該字母連結的兩個按鍵，

由上至下或由下至上循序按壓二次

英文字母：F、H、J、P、R、T、Z

(六) 左上右下或右上左下相鄰按鍵之間的英文字母：使用該字母連

結的斜角兩個按鍵，由左上至右下、右下至左上、右上至左下、

或左下至右上循序按壓二次

英文字母：G、I、Q、S

(七) 中文連合注音：輸入規則同其對應的英文字母。

以『本』字為例：中文注音為『ㄅ』-『ㄨ』-『ㄣ』，其在 Model

D 對應的連合注音是『ㄅㄨ』-『ㄅㄨ』-『ㄨㄣ』，則依其對應

的英文字母之輸入方法為『S』-『S』-『M』。故輸入順序為：

循序 5-9 (或循序 6-8)、循序 5-9 (或循序 6-8)、單擊 5。

第五節 鍵群配置成本分析

傳統手機鍵盤的按鍵排列方法並不符合現代社會上追求有效率的前題，加上手指偏移距離太大設計上的問題，極可能在打字時不自覺出現手指關節過度屈曲或伸張及手指未能正確擺位等問題，複雜的選鍵動作則容易引起疲勞並降低打字效率；因此下列章節將分析出三種 Model 按鍵成本績效評估分析探討。

一、按鍵成本績效分析

如表3-1為Model「A」按鍵成本績效表得知，傳統數字鍵盤是使用連續擊鍵的模式來進行文字輸入，中文注音及英文字母最多連續擊鍵四次，最少擊鍵一次，這樣的設計會使得擊鍵次數過於分散，造成擊鍵次數不均情形。

表3-1 Model「A」按鍵成本績效表

英文字母	數字鍵盤	用字成本	英文字母	數字鍵盤	用字成本	注音符號	數字鍵盤	用字成本	注音符號	數字鍵盤	用字成本
A	2	1	N	6 + 6	2	ㄍ	3	1	ㄎ	8	1
B	2 + 2	2	O	6 + 6 + 6	3	ㄎ	3 + 3	2	ㄏ	8+8	2
C	2 + 2 + 2	3	P	7	1	ㄏ	3 + 3+3	3	ㄏ	8+8+8	3
D	3	1	Q	7 + 7	2	ㄏ	4	1	ㄏ	8+8+8+8	4
E	3 + 3	2	R	7 + 7 + 7	3	ㄏ	4 + 4	2	ㄏ	9	1
F	3 + 3 + 3	3	S	7 + 7 + 7 + 7	4	ㄏ	4 + 4+4	3	ㄏ	9+9	2
G	4	1	T	8	1	ㄏ	5	1	ㄏ	9+9+9	3
H	4 + 4	2	U	8 + 8	2	ㄏ	5 +5	2	ㄏ	9+9+9+9	4

I	4 + 4 + 4	3	V	8 + 8 + 8	3	尸	5+5+5	3	儿	9+9+9+9+9	5
J	5	1	W	9	1	回	5+5+5+5	4	一	0	1
K	5 + 5	2	X	9 + 9	2	尸	6	1	又	0+0	2
L	5 + 5 + 5	3	Y	9 + 9 + 9	3	ㄗ	6 + 6	2	口	0+0+0	3
M	6	1	Z	9 + 9 + 9 + 9	4	厶	6 +6 +6	3			
ㄅ	1	1	ㄉ	2	1	ㄚ	7	1			
ㄆ	1 + 1	2	ㄊ	2 + 2	2	ㄗ	7 +7	2			
ㄇ	1 + 1 +1	3	ㄋ	2 +2 +2	3	ㄗ	7 +7+7	3			
ㄘ	1 + 1 +1+1	4	ㄌ	2 +2 +2+2	4	ㄗ	7+7+7+7	4			

資料來源：本研究整理

如表 3-2 Model「B」按鍵成本績效表得知，每一個中文注音及英文字母最多分開擊鍵兩次，最少擊鍵一次；而本研究將連擊視為一個用字成本，這樣的設計解決 Model「A」擊鍵次數不均情形，而中文注音使用連合注音方法編排，讓原本數字鍵盤輸入效率提升，按鍵次數相對也減少了。

表 3-2 Model「B」按鍵績效表

英文字母	數字鍵盤	用字成本	連合注音符號	英文字母	數字鍵盤	用字成本	連合注音符號
A	1	1	尸, _	N	4+5 / 5+4	2	ㄉ
B	1 + 1	1.5	ㄋ, ㄋ	O	5	1	ㄆ, 又
C	1+2 / 2+1	2	ㄘ, 尤	P	5 + 5	1.5	尸•
D	2	1	ㄇ, ㄗ	Q	5+6 / 6+5	2	回
E	2 + 2	1.5	一, /	R	6	1	ㄌ, ㄎ
F	2+3 / 3+2	2	ㄟ	S	6 + 6	1.5	ㄅ, ㄅ
G	3	1	ㄥ, ㄥ	T	4+7 / 7+4	2	ㄒ
H	3 + 3	1.5	ㄩ, ∨	U	5+8 / 8+5	2	口
I	1+4 / 4+1	2	ㄗ	V	6+9 / 9+6	2	ㄗ
J	2+5 / 5+2	2	ㄗ, ㄗ	W	7	1	ㄥ, ㄥ
K	3+6 / 6+3	2	ㄥ, ㄥ	X	7 + 7	1.5	厶
L	4	1	ㄊ, ㄗ	Y	7+8 / 8+7	2	ㄚ

M	4 + 4	1.5	ㄨ, ㄨˊ	Z	8	1	儿
---	-------	-----	-------	---	---	---	---

資料來源：本研究整理

如表3-3 Model「C」按鍵成本績效表得知，使用單次按壓與連續按壓設計為主軸，將常用符號用於連續按壓設計，字母使用單次按壓方式設計；使用在按鍵上鍵群數目上，由9個按鍵增為個按鍵11個按鍵，Model「B」與Model「C」之間多了一點的差異性；而本研究將連擊視為一個用字成本，使得數字鍵盤鍵群多一些實用可能性；以下是Model「C」按鍵成本績效表：

表3-3 Model「C」按鍵績效表

英 文 字 母	數字鍵盤	用字 成本	連合注 音符號	英 文 字 母	數字鍵盤	用字 成本	連合注 音符號
A	1	1	尸, 丿	N	4+7 / 7+4	2	ㄋ
B	1+2 / 2+1	2	ㄣ, ㄣˊ	O	5+8 / 8+5	2	ㄨ, ㄨˊ
C	2	1	ㄨ, ㄨˊ	P	6+9 / 9+6	2	ㄆ•
D	2+3 / 3+2	2	ㄇ, ㄇˊ	Q	7	1	ㄑ
E	3	1	一, 丿	R	7+8 / 8+7	2	ㄨ, ㄨˊ
F	1+4 / 4+1	2	ㄟ	S	8	1	ㄨ, ㄨˊ
G	2+5 / 5+2	2	ㄈ, ㄈˊ	T	9+8 / 8+9	2	ㄊ
H	3+6 / 6+3	2	ㄨ, ㄨˊ	U	9	1	ㄨ
I	4	1	ㄨ	V	7+*/ *+7	2	ㄨ
J	4+5 / 5+4	2	ㄨ, ㄨˊ	W	8+0 / 0+8	2	ㄨ, ㄨˊ
K	5	1	ㄨ, ㄨˊ	X	*1	1	ㄨ
L	5+6 / 6+5	2	ㄨ, ㄨˊ	Y	*+0 / 0+*	2	ㄨ
M	6	1	ㄨ, ㄨˊ	Z	0	1	儿

資料來源：本研究整理

如表3-4 Model「D」按鍵成本績效表得知，使用單次按壓與連續按壓設計為主軸，將常用符號用於連續按壓設計，字母使用單次按壓方式設計；而本研究將連擊視為一個用字成本，使用在按鍵上鍵群數目上與Model「B」數目相同，使得Model「C」與Model「D」之間多了一點的差異性，數字鍵盤鍵群設計多一些實用可能性；以下是Model「D」按鍵成本績效表：

表3-4 Model「D」按鍵績效表

英 文 字 母	數字鍵盤	用字 成本	連合注 音符號	英 文 字 母	數字鍵盤	用 字 成 本	連合 注 音 符 號
A	1	1	尸, _	N	5+6 / 6+5	2	ㄉ
B	1+2 / 2+1	2	ㄋ, ㄌ	O	6	1	ㄨ, ㄨˊ
C	2	1	ㄒ, ㄨˊ	P	4+7 / 7+4	2	ㄆ•
D	2+3 / 3+2	2	ㄇ, ㄝ	Q	5+7/7+5/4+8/8+4	2	ㄑ
E	3	1	一, /	R	5+8 / 8+5	2	ㄨˊ, ㄨˊ
F	1+4 / 4+1	2	ㄟ	S	6+8/8+6/5+9/9+5	2	ㄝ, ㄝ
G	2+4/4+2/1+5/5+1	2	ㄈ, ㄨˊ	T	6+9 / 9+6	2	ㄊ
H	2+5 / 5+2	2	ㄨ, ㄨˊ	U	7	1	ㄨ
I	3+5/5+3/2+6/6+2	2	ㄨˊ	V	7+8/ 8+7	2	ㄨˊ
J	3+6 / 6+3	2	ㄨˊ, ㄨˊ	W	8	1	ㄨˊ, ㄨˊ
K	4	1	ㄨˊ, ㄨˊ	X	8+9 / 9+8	2	ㄨˊ
L	4+5 / 5+4	2	ㄨˊ, ㄨˊ	Y	9	1	ㄨˊ
M	5	1	ㄨˊ, ㄨˊ	Z	8+0 / 0+8	2	ㄨˊ

資料來源：本研究整理

二、兩種任務成本評估分析

本項研究實驗評估中文注音/英文字母用字分析，結論發現表3-1

至表3-4 發現 Model B 用字成本最省，分析結果如下：

(一) 表3-5 任務評估分析之後發現：

任務一 Model 「A」 花費用字成本為 57 按鍵，Model 「B」

花費用字成本為 37 按鍵，Model「C」花費用字成本為 37 按

鍵次數，Model「D」花費用字成本為 34 按鍵次數，因此Model

「D」為任務一最佳的鍵群編排設計的Model。

表3-5 測試稿用字分析(任務一)

英文 字母	Model(A) 用字成本	Model(B) 用字成本	Model(C) 用字成本	Model(D) 用字成本	英文 字母	Model(A) 用字成本	Model(B) 用字成本	Model(C) 用字成本	Model(D) 用字成本
I	3	2	1	2	O	3	1	2	1
M	1	1.5	1	1	U	2	2	1	1
I	3	2	1	2	A	1	1	1	1
S	4	1.5	1	2	R	3	1	2	2
S	4	1.5	1	2	E	2	1.5	1	1
Y	3	2	2	1	F	3	2	2	2
O	3	1	2	1	A	1	1	1	1
U	2	2	1	1	R	3	1	2	2
W	1	1	2	1	A	1	1	1	1
H	2	1.5	2	2	W	1	1	2	1
E	2	1.5	1	1	A	1	1	1	1
N	2	2	2	2	Y	3	2	2	1
Y	3	2	2	1		24	15.5	18	15
小計	33	21.5	19	19	合計	57	37	37	34

資料來源：本研究整理

(二) 表3-6 任務評估分析之後發現：

任務二 Model「A」花費用字成本為 25 按鍵，Model「B」花費用字成本為 19.5 按鍵，Model「C」與Model「D」花費用字成本同為 24 按鍵次數；因此Model「B」為任務二最佳的鍵群編排設計的Model。

表3-6 測試稿用字分析(任務二)

中文注音	Model(A) 用字成本	Model(B) 用字成本	Model(C) 用字成本	Model(D) 用字成本
ㄟ	2	2	2	2
ㄨ	2	1.5	1	1
ㄇ	3	1	2	2
ㄣ	2	1.5	1	2
ㄣ	1	1.5	2	2
一	1	1.5	1	1
ㄉ	1	2	2	2
ㄘ	3	1	2	2
ㄉ	1	2	2	2
ㄎ	1	1	2	2
ㄨ	2	1.5	1	1
ㄎ	1	1	2	2
ㄘ	2	1	2	2
ㄨ	3	1	2	1
合計	25	19.5	24	24

資料來源：本研究整理

三、中英文兩種任務成本評估分析

(一) 評估分析方法

單一字母按鍵平均按壓次數成本 = 例如英文字母 A 鍵盤按鍵次數為一次(次數) X 字母出現百分比(以 A 為例 = 1 x 0.6)。

(二) 任務三測試稿分析表

測試稿：I LOVE YOU 春 嬌

測試稿分析：I LOVE YOU ㄟ ㄨ ㄣ ㄩ ㄟ

(三) 表3-7、表3-8 任務評估分析之後發現：

Model「B」花費用字成本為 21.5 按鍵，經過加權百分比分析過後過的平均成本為64.6185，在四種 Model之中績效最好的Model。因此Model「B」為任務四最佳的鍵群編排設計的Model。

表3-7 Model A、B 測試稿用字分析(任務三)

字母	Model A			Model B		
	用字成本	加權百分比	平均成本	用字成本	加權百分比	平均成本
I	3	6.964	20.89	2	6.964	13.93
L	3	4.141	12.42	1	4.141	4.141
O	3	7.789	23.37	1	7.789	7.789
V	3	1.119	3.357	2	1.119	2.238
E	2	12.982	25.96	1.5	12.982	19.473
Y	3	2.036	6.108	2	2.036	4.072
0	3	7.7897	23.4	1	7.7897	7.79

U	3	2.036	6.108	2	2.036	4.072
彳	2	0.033	0.066	2	0.033	0.066
ㄨ	2	0.22	0.44	1.5	0.22	0.33
ㄣ	2	0.073	0.146	1.5	0.073	0.1095
ㄩ	1	0.068	0.068	1.5	0.068	0.102
一	1	0.3	0.3	1.5	0.3	0.45
幺	3	0.056	0.168	1	0.056	0.056
合計	34	122.803		21.5	64.6185	

資料來源：本研究整理

表3-8 Model C、D 測試稿用字分析(任務三)

字母	Model C			Model D		
	用字 成本	加權百 分比	平均成 本	用字 成本	加權百 分比	平均成 本
I	1	6.964	6.964	2	6.964	13.93
L	2	4.141	8.282	2	4.141	8.282
O	2	7.789	15.578	1	7.789	7.789
V	2	1.119	2.238	2	1.119	2.238
E	1	12.982	12.98	1	12.982	12.98
Y	2	2.036	4.072	1	2.036	2.036
0	2	7.7897	15.58	1	7.7897	7.79
U	1	2.036	2.036	1	2.036	2.036
彳	2	0.033	0.066	2	0.033	0.066
ㄨ	1	0.22	0.22	1	0.22	0.22
ㄣ	1	0.073	0.073	2	0.073	0.146
ㄩ	2	0.068	0.136	2	0.068	0.136
一	1	0.3	0.3	1	0.3	0.3
幺	2	0.056	0.112	1	0.056	0.056
合計	22	68.64		20	58	

資料來源：本研究整理

(四) 任務四測試稿分析表

測試稿：祝 志 明 HAPPY Birthday

測試稿分析：出又 出 冂一厶 HAPPY Birthday

(五) 表3-9 任務(四) 評估分析之後發現：

Model「B」花費用字成本為 29 按鍵，經過加權百分比分析過後過的平均成本為91.1995，在四種 Model之中績效最好的Model。因此Model「B」為任務四最佳的鍵群編排設計的Model。

表3-9 Model A、B 測試稿用字分析(任務四)

字母	Model A			Model B		
	用字成本	加權百分比	平均成本	用字成本	加權百分比	平均成本
出	1	0.057	0.06	2	0.057	0.15
又	2	0.22	0.44	1.5	0.22	0.33
出	1	0.057	0.06	2	0.057	0.15
冂	3	0.037	0.11	1	0.037	0.037
一	1	0.3	0.3	1.5	0.3	0.45
厶	4	0.11	0.44	1.5	0.11	0.165
H	1	5.032	5.03	1.5	5.032	7.548
A	1	8.184	8.18	1	8.184	8.184
P	1	2.013	2.01	1.5	2.013	3.0195
P	1	2.013	2.01	1.5	2.013	3.0195
Y	3	2.063	6.11	2	2.063	4.126
B	2	1.445	2.89	1.5	1.445	2.1675
I	3	6.964	21	2	6.964	13.93
R	3	6.181	18.5	1	6.181	6.181
T	1	9.233	9.23	2	9.233	18.47
H	2	5.032	10.1	1.5	5.032	7.548
D	1	3.468	3.47	1	3.468	3.468

A	1	8.184	8.18	1	8.184	8.184
Y	3	2.036	6.11	2	2.036	4.072
合計	35	104.227		29	91.1995	

資料來源：本研究整理

表 3-10 Model C、D 測試稿用字分析(任務四)

字母	Model C			Model D		
	用字成本	加權百分比	平均成本	用字成本	加權百分比	平均成本
出	1	0.057	0.06	2	0.057	0.114
又	1	0.22	0.22	1	0.22	0.22
出	1	0.057	0.06	2	0.057	0.114
冂	2	0.037	0.07	2	0.037	0.074
一	1	0.3	0.3	1	0.3	0.3
厶	1	0.11	0.11	1	0.11	0.11
H	2	5.032	10.1	2	5.032	10.06
A	1	8.184	8.18	1	8.184	8.184
P	2	2.013	4.03	2	2.013	4.026
P	2	2.013	4.03	2	2.013	4.026
Y	2	2.063	4.13	1	2.063	2.063
B	2	1.445	2.89	2	1.445	2.89
I	1	6.964	6.96	2	6.964	13.93
R	2	6.181	12.4	2	6.181	12.36
T	2	9.233	18.5	2	9.233	18.47
H	2	5.032	10.1	2	5.032	10.06
D	2	3.468	6.94	2	3.468	6.936
A	1	8.184	8.18	1	8.184	8.184
Y	2	2.036	4.07	1	2.036	2.036
合計	30	101		31	104.2	

資料來源：本研究整理

第四章 實驗設計與評估

在本章節將介紹實驗設計與研究方法，首先(1) 設計循序輸入鍵盤按鍵建群配置實驗目的 (2) 設計實驗任務規劃及內容 (3) 設計實驗變項 (4) 設計受測流程 (5) 設計實驗任務執行工具 (6) 設計整個實驗流程花費時間 (7)抽樣方法 (8) 選擇評估方式，藉由此實驗設計與研究方法完成本實驗。

第一節 實驗目的

本研究的實驗目的在於檢測四種按鍵設計的 Model，運用在手機輸入文字符號，針對其介面設計編排方式對使用者做使用性評估。其實驗內容包含實驗設計出的四種任務，針對使用者在手機輸入文字符號的操作上，所產生的主客觀滿意度；以及花費輸入上所需時間、按壓次數的表現、受測步驟流程、操作熟悉度等要素進行探討。因此，本實驗將針對以手機輸入文字符號使用介面的效標作為探討重點，提供給往後的設計者或研究者，改善介面設計應用時所產生的缺點。

第二節 實驗任務規劃及內容

本研究實驗任務設計內容主要區分四種類型，讓使用者配合事先規劃好的四種 Model，以手指去按壓或是觸碰 PDA 螢幕，使用者只要依序將字母輸入，並完成任任務即可。詳細分類如下：

一、任務(一)：

以全英文常見簡訊「I miss you when you are far away」。

二、任務(二)：

以全中文常見簡訊「出門記得帶外套」。

三、任務(三)：

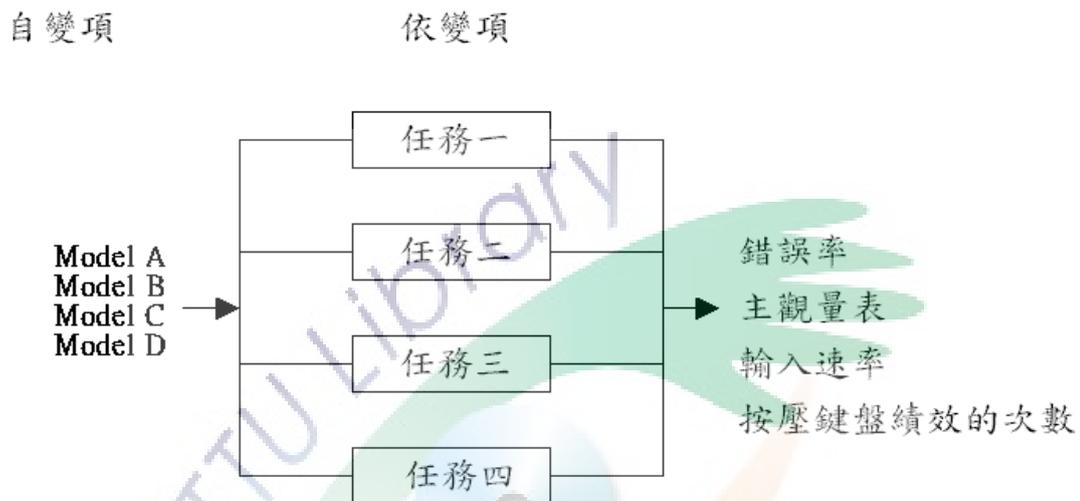
中英文混合任務以「祝志明HAPPY Birthday」。

四、任務(四)：

英中文混合任務以「I LOVE YOU 春嬌」。

第三節 實驗設計及變項

本研究採實驗研究法，自變項為檢測四種按鍵設計的 Model，以及四種任務的實驗測試，自變項為輸入速率、按壓鍵盤績效的次數、錯誤率、主觀量表、客觀量表，其研究架構如圖 4-1 所示。



資料來源：本研究設計 圖 4-1 實驗研究架構

一、自變項：

本研究將選擇四組不同概念的數字鍵盤編排組合，分別為傳統數字鍵盤 Model「A」，順序加上相鄰方式編排數字鍵盤 Model「B」，以及第三型類 Model「C」依英文字母順序加上相鄰符號方式鍵群排列於數字鍵盤，第四型類 Model「D」依英文字母順序加上相鄰對角方式鍵群排列於數字鍵盤。

二、依變項：

依照實驗任務設計內容進行下列變項探討：

- (一) 輸入速率：
- (二) 每分鐘輸入字元數，CPM(Character Per Minute)評量。
- (三) 輸入按壓鍵盤績效的次數評量。
- (四) 錯誤率：每輸入字所出現錯誤的字數評量。
- (五) 主觀量表：使用者主觀感受，例如：舒適度、上手程度等因素評量。

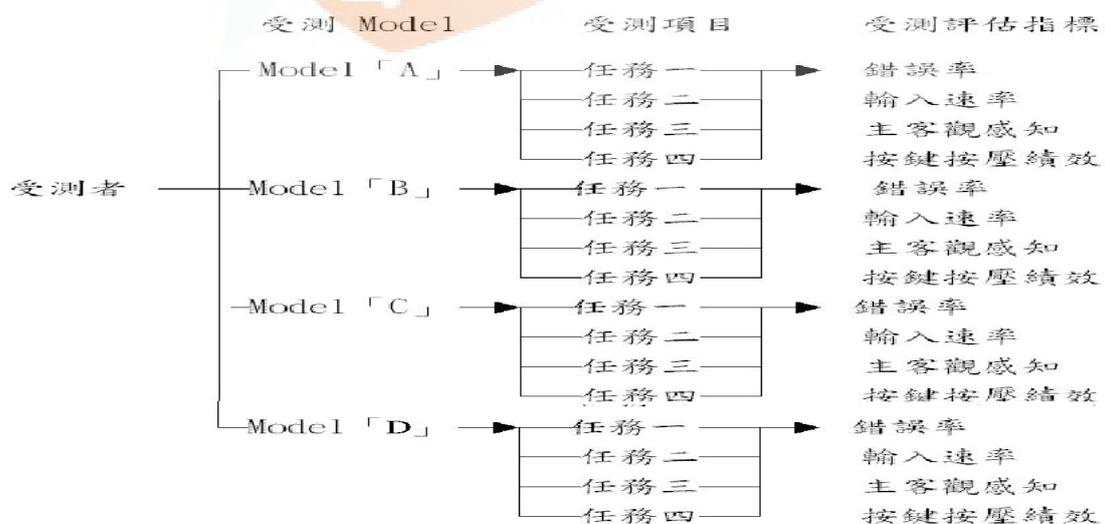


第四節 受測者

本研究實驗的樣本預計將隨機找尋 10 名自願受測者，每位受測者不常使用手機鍵盤進行輸入文字簡訊經驗，並曾經具有單指操控手機數字鍵盤按鍵輸入經驗，且皆以姆指為主要輸入的使用者，身心健康且手腕、手指無特殊障礙，年齡界於行動資訊產品主要族群 20-50 歲之間。表 4-1 受測者任務達成指標將採依變項四項任務受測後的依變項做為受測後指標評估。

本研究實驗受測者設計，將客觀採用隨機找尋日常不常使用手機鍵盤，進行輸入文字簡訊經驗的人，以避免受測者主觀意識反應產生影響，確保本實驗不受主觀意識因子產生的變異，造成實驗的結果失真而考量的設計。

表4-1受測者任務評估指標條件表



資料來源：本研究設計

第五節 實驗任務執行工具

本實驗規劃將設定一固定流程，首先進入說明首頁，閱讀說明後接著依序進行四種 Model 文字輸入的任務；另外本研究實驗並未考慮中文聲符，例如：「√」、「\」、「/」、「•」、「_」等五種聲符；而選字所花費的選擇成本也不在本次研究探討；因此本研究純粹只探討文字輸入次數及花費時間的效標。

一、硬體設備：

本研究使用宏達電公司所提供 鑽石機二代 機型做為系統測試的介面，使用該硬體傳USB輸線，連接電腦主機或是筆電，做為韌體與軟體相連時的控制介面模擬系統。

二、軟體設備：

本研究將以 Virtual C++ .net 程式語言，撰寫出模擬三種 Model 數字鍵盤按鍵編排方式，並透過 Virtual C.net 程式語言編譯器，產生出可於 PDA 執行的應用程式。

三、實測裝置：

本研究軟硬體實測裝置界面如下圖列所示：

(一) Model B 裝置界面

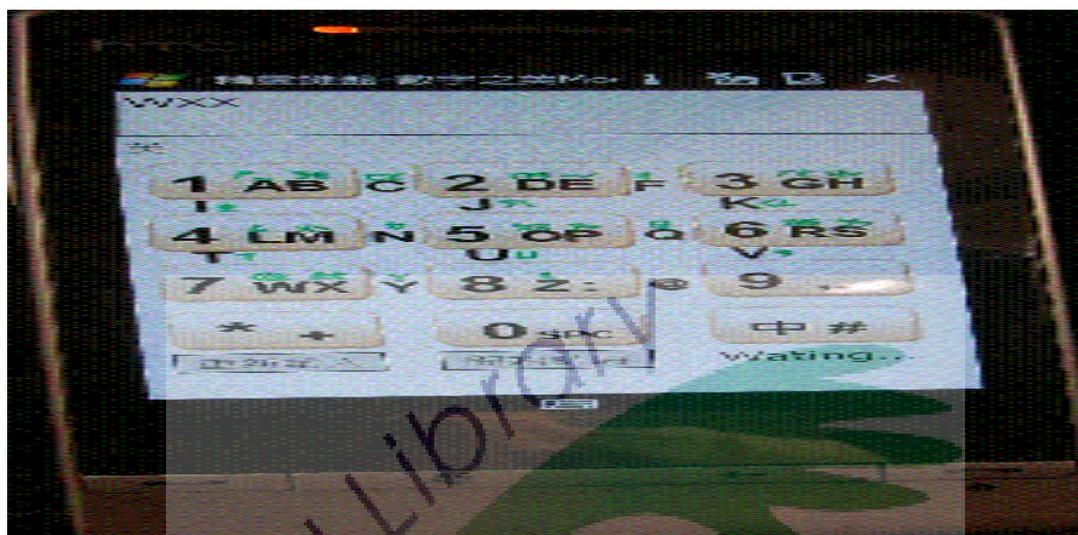


圖 4-2 Model B 裝置界面

(二) Model C 裝置界面

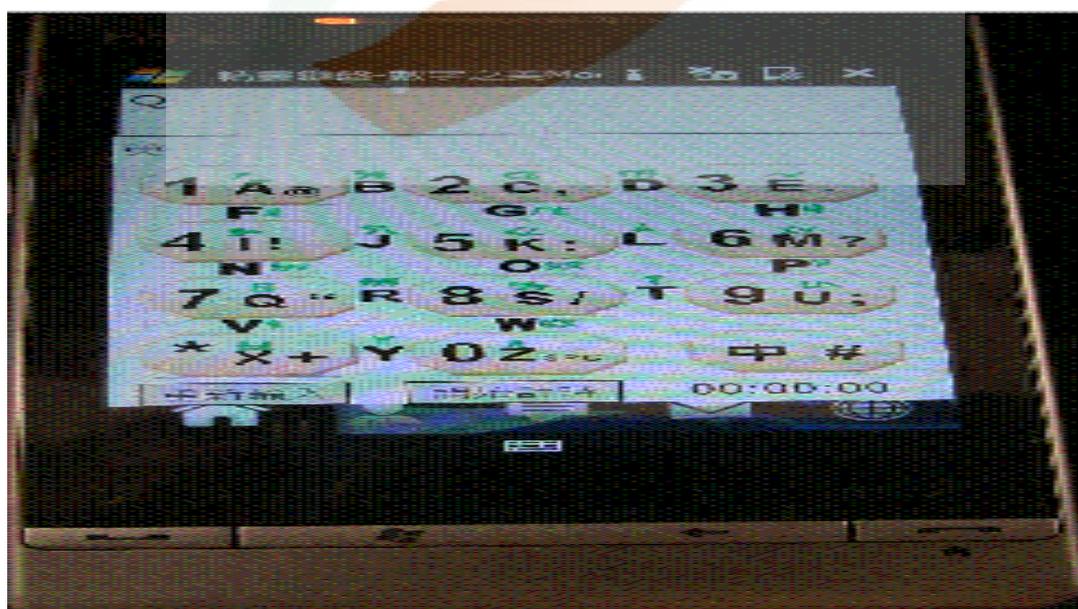


圖 4-3 Model C 裝置界面

(三) Model D 裝置界面

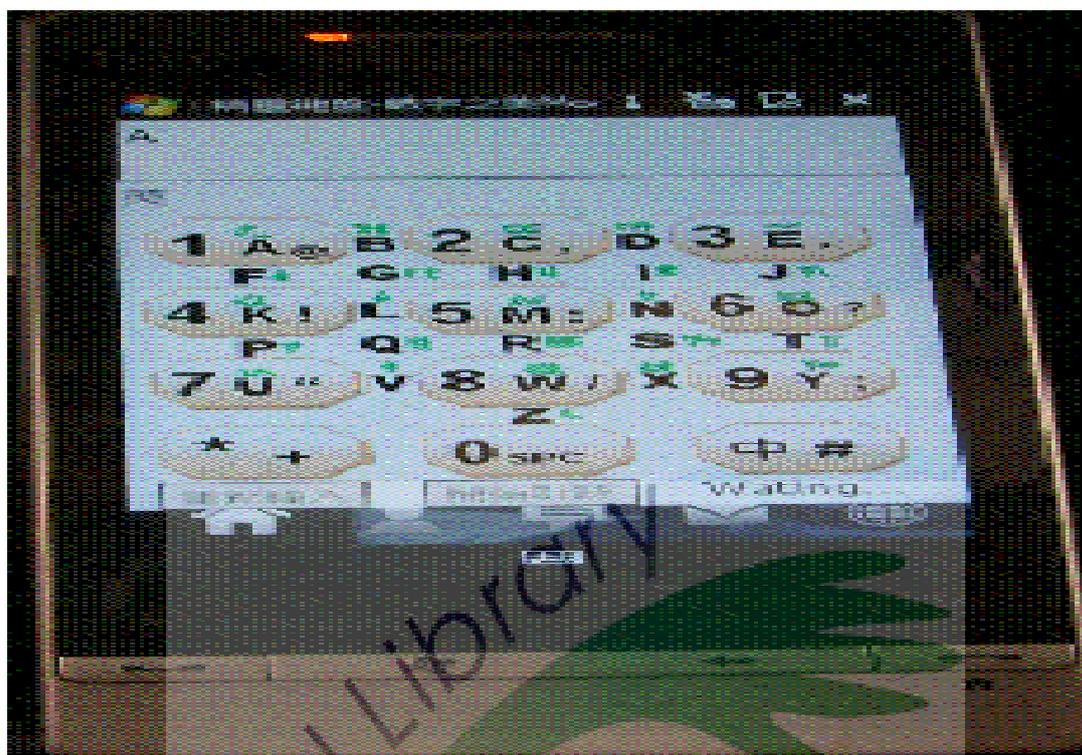


圖 4-4 Model D 裝置界面

第六節 實驗流程

如表4-2所示本實驗在開始之前，將先將以實驗指導語介紹實驗目的與實驗環境，預計各花費五分鐘時間完成目的與環境介紹，當受測者了解目的與環境後，本研究將採用隨機任務抽測的方式，搭配四種實驗設計的三種 Model，讓受測者使用手指按壓觸控 PDA 螢幕，全程預計將花費60分鐘。任務完成後實驗者將以口頭尋問對於本次時間所安排方式與時間安排是否有需改進，並且收集受測者對於本次實驗方式內容的主觀感受，在請受測者填寫使用後問卷量表，預計時間五到十分鐘。因此本研究預計花費八十分鐘完成實驗。

表4-2 實驗流程時程表

預計花費時間	實驗流程
五分鐘	告知實驗目的(實驗指導語)
五分鐘	熟悉實驗環境與設備
六十分鐘	Model 搭配隨機測試任務測試開始
	重複 Model 搭配隨機測試任務
十分鐘	填寫問卷、訪談

資料來源：本研究設計

本研究實驗指導語設計的目的，是讓受測者更明白受測的標的與受測的方法，指導語如下：「親愛的受測者您好：很榮幸您將擔任本次手機數字鍵盤，新式樣英文字母與中文注音按鍵編排實驗研究，之

後實驗指導員將提供一份實驗測試的任務稿，請您依出現在PDA手機按鍵上，使用不同樣式的英文字母與中文注音按鍵編排，將實驗測試的任務稿內容依序輸入一次，輸入完成時請您告知實驗指導員您已完成輸入；但為了本研究嚴謹度，在麻煩您在將剛才的任務稿內容再輸入一次，同樣的在您輸入完成時請您告知實驗指導員您已完成輸入；因此您將依照上述的步驟總共輸入十六次，預計一小時完成。」



第七節 抽樣方法

本研究任務選則採取(Simple Random Sampling)隨Model機搭配任務抽樣，所抽出的樣本具有隨機性，所抽出的樣本是互相獨立的，從含有N 個元素的母體中，隨機抽取n 個為一組樣本，而每一個樣本被抽出的機會均相同（抽籤、電腦亂數、亂數表），抽樣放回時每組樣本出現的機率為 $(1/N)$ ，抽樣不放回時每組樣本出現的機率為 $\frac{1}{C_n^N}$ 。

本研究實驗將採隨機任務抽測設計的方式，十位受測者將依四種Model及四種任務稿，採用隨機搭配方式進行受測，設計最主要的目的是檢視受測任務與Model，不會受到時間與熟悉度增加而產生的變異；另一方面重複兩次輸入的目的是確保本實驗不受任務交互作用因子產生的變異，造成實驗的結果失真而考量的設計。隨機任務抽測編排如下:(如表4-3、表4-4)

表4-3 隨機任務抽測編排表

Model	任務	編號	Model	任務	編號
Model A	任務一	1	Model C	任務一	9
Model A	任務二	2	Model C	任務二	10
Model A	任務三	3	Model C	任務三	11
Model A	任務四	4	Model C	任務四	12
Model B	任務一	5	Model D	任務一	13
Model B	任務二	6	Model D	任務二	14
Model B	任務三	7	Model D	任務三	15
Model B	任務四	8	Model D	任務四	16

資料來源：本研究設計

表4-4 隨機樣本任務表(亂數表)

受測編號	受測任務順序															
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
4	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7	8
10	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1	2	3	4	5	6	7

資料來源：本研究設計



第八節 評估方式選擇

人因工程應用於工作環境評估時，主要著眼於人因工程危害程度（或劑量）的評估及再評估，基本上可概分為主觀性（Subjective）評估與客觀性（Objective）評估等二種。主觀性評估通常利用問卷（Questionnaire）方式進行，客觀（Objective）任務績效檢核評估；因此有關行動電話鍵群配置編碼探討，本研究將採用使用者績效任務評估後，讓受測者填寫問卷調查表，將任務評估中按鍵群配置與使用者作任務績效檢核之調查，藉以分析任務績效達成情形，並作為行動電話鍵群配置編碼設計之依據。

一、主觀性（Subjective）評量問卷設計

本研究實驗將讓30位受測者受測之後，將採用問卷填寫方式發現受測者的問題項目，並歸納出認受測知評價的問題點。主要構成因素包括：（1）使用者屬性相關項目包含：性別、年齡、教育程度、職業等..。（2）測試者使用手機短訊操作使用現況調查包含：使用經驗、頻率、品牌、時間等..。（3）人因認知評估：人因評估好用、易用、易學、滿意度、靈活度等因素(表4-5)。

表4-5 調查項目的構成

題目編號	調查項目	調查內容
第一部份	(1) 使用者屬性	職業、性別、年齡、
第二部份	(2) 使用現況調查	使用經驗、頻率
	(3) 人因認知評估	人因評估好用、易用、易學等因素

資料來源：本研究設計

本研究實驗問卷(表 4-5)主要探討受測者，使用三種 Model 測試四種任務後產生主觀感受，首先了解受測者性別、年齡、教育程度、職業等因素，探討使用者屬性問卷題號為 1~4 題；其次探討受測者先前使用經驗的狀況，例如使用經驗、頻率、時間、品牌、滿意度、功能等因子，實驗問卷題號為 5~12 題；另外使用四種 Model 測試四種任務達成的狀況，探討使用後的觀感建立日後分析績效的依據，例如探討使用者採用按鍵進行輸入動機，使用者對於現在使用手機鍵盤輸入滿意度的探討，實驗問卷題號為 13~15 題。至於四種 Model 實驗探討面向為滿意度、舒適度、靈活度、上手程度、易學習程度、疲累程度等因素，實驗問卷題號為 14~22 題，共 22 題並結束本實驗問卷設計。

二、可用性任務績效評估設計

本研究 4-2 設計出四種不同績效評估任務，分別為全英文字母及全中文注音符號，另外也加入中英以及英中等四種任務；因此本研究可用性評估方式，將採用不同任務搭配不同 Model 作為績效評估依據；並且比較四種 Model 之間的績效作為實證研究結果，例如任務完成的時間差異、按壓次數差異、用鍵的錯誤率以及用鍵成本差異。

(一) 全英文常見簡訊：(任務一)

全英文常見簡訊「I miss you when you are far away」，經由表 3.6 任務(一)測試稿用字分析結果得知，Model(A)最少必需花費 57 個按壓成本；Model(B)最少必需花費 37 個按壓成本；Model(C)最少必需花費 37 個按壓成本；Model(D)最少必需花費 34 個按壓成本。

(二) 全中文常見簡訊：(任務二)

全中文常見簡訊「出門記得帶外套」，經由表 3.7 任務(二)測試稿用字分析結果得知，Model(A)最少必需花費 25 個按壓成本；Model(B)最少必需花費 19.5 個按壓成本；Model(C)最少必需花費 24 個按壓成本；Model(D)最少必需花費 24 個按壓成本。

(三) 英中文混合任務：(任務三)

英中文混合任務以「I LOVE YOU 春嬌」經由表 3.9 任務(三) 測試稿用字分析結果得知,Model(A)最少必需花費 34 個按壓成本;Model(B)最少必需花費 21.5 個按壓成本;Model(C)最少必需花費 22 個按壓成本;Model(D)最少必需花費 20 個按壓成本。

(四) 中英文混合任務：(任務四)

中英文混合任務以「祝志明HAPPY Birthday」,經由表3.10 任務(四)測試稿用字分析結果得知,Model(A)最少必需花費 35 個按壓成本;Model(B)最少必需花費 29 個按壓成本;Model(C)最少必需花費 30 個按壓成本;Model(D)最少必需花費 31 個按壓成本。

表 4-6 所示經由受測者透過四種 Model 測試四種不同任務，結果為 Model(A)最少必需花費 151 個按壓成本；Model(B)最少必需花費 107 個按壓成本；Model(C)最少必需花費 113 個按壓成本；Model(d)最少必需花費 109 個按壓成本。

表 4-6 任務最少必需花總合表

	任務一	任務二	任務三	任務四	Total
Model A	57	25	34	35	151
Model B	37	19.5	21.5	29	107
Model C	37	24	22	30	113
Model D	34	24	20	31	109

資料來源：本研究評估

三、實證後資料設計與分析

本研究將實證後分析十位受測者，依四種任務四種 Model 產生結果數據，使用敘述性統計進行指標要因的分析，找出最佳化符合人因精神的 Model。針對鍵盤輸入績效時間評估而言：以四種測試 Model 加上四種績效任務，完成任務所花費時間包含選字的部份；因此本研究使用的 PDA 模擬 Model 鍵盤環境，將會設計一時間計時器記錄每一種任務完成時間，其中包含輸入錯誤、受測者從生手到熟練的時間，以及讀稿時間等..。記錄四種測試 Model 加上四種績效任務，並且分析不同的 Model 加上四種任務所產生異同處。以鍵盤輸入錯誤率評估而言：十位受測者使用四種任務受測，一定或多或少會有機會按錯，本研究將分析評估找出輸入錯誤率最高及最低的 Model；並且間接找到設計最佳且不易出錯鍵群編排方式。另外探討鍵盤字元出現頻次，加上相鄰對角方式輸入是否為最佳化鍵群編排評估分析。

第五章 資料分析與結果

在本章節就研究實驗評估結果進行資料分析，主要內容包括：(1) 統計受測者使用四種手機鍵盤模式分別執行四種任務的完成時間與錯誤率，顯示並對四種手機鍵盤模式在客觀的使用性表現進行比較分析；(2) 統計受測者問卷調查結果，顯示並對四種手機鍵盤模式在主觀的使用性表現進行比較分析；(3) 針對四種手機鍵盤模式的主客觀使用性表現提出總體績效評估。



第一節 任務完成時間與錯誤率分析

根據本研究的實驗設計，每位受測者同一任務必須輸入兩次並計算其平均值。表 5-1 為 10 位受測者的測試結果，四項任務顯示出來的完成時間與錯誤字數皆為受測者兩次輸入的平均值。

表 5-1 受測者四種手機鍵盤的任務完成時間與錯誤字數統計結果

受測編號	任務及 Model 開子整理																					
	ModelA					ModelB					ModelC					ModelD						
任務別	1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均	1	2	3	4	平均		
1	115	81	88	87	370	71	48.5	58	53.5	231	93.5	50.5	53.5	51	248	83.5	52.5	63	62	261		
錯字	1.5	0.5	2	1	4.5	1.5	0.5	0.5	0	2.5	2.5	0	0	0	2.5	1	0	0	0	1		
2	98	77.5	80.5	78.5	335	73.5	49.5	59.5	53.5	236	86	54.5	55.5	53.5	251	86	55	67.5	65.5	274		
錯字	0				0	0				1	0.5	0.5	0	0.5	1	0	0.5	0	0.5	0.5		
3	91	68	87.5	81	328	92	70.5	72	64.5	299	92.5	72.5	73.5	61	300	95	72	74.5	65.5	307		
錯字	0	0	0		0	1.5	0.5	0.5	0	2	0.5	0.5	0	0	1	1	0.5	0.5	0	2		
4	80	65.5	67	78.5	291	83.5	74.5	72.5	82	298	82	73	76.5	84	316	85	68.5	71.5	85	310		
錯字	0				0	1	3.5	0.5	0.5	5.5	0.5	1	1	0.5	3	1	0.5	0.5	0	2		
5	90	84.5	88	84.5	347	71	89.5	58	53.5	272	74	89	63.5	61	288	76.5	90.5	61.5	61	290		
錯字	1.5	0	0.5	0.5	2.5	0.5	2	0		2.5	0.5	0	0.5	0.5	1.5	0				0.5		
6	101	84.5	78.5	88.5	352	68.5	86	59.5	70	284	73	93	65.5	67	298.5	77	90	67	65.5	300		
錯字	1.5	0	0.5		2.5	0	2	0		2	0.5	0	0.5	0.5	1.5	0				1		
7	89	75	93	86.5	344	70.5	48	54	53.5	226	84	53.5	57.5	65.5	261	74.5	53	64.5	65	257		
錯字	0.5	0	1	1	2.5	0				0	0.5	0				0.5	0.5	0				0.5
8	84	93	89	83.5	350	71.5	49.5	64	55	240	75.5	56	58.5	54	244	64.5	54.5	66.5	60	246		
錯字	0				1	0	0	0		0	0.5	0.5	0		1	0	0	0.5	0	0.5		
9	104	89.5	92.5	86.5	368	73.5	50	61.5	60.5	246	84.5	58	65.5	65.5	274	81.5	60.5	65	66.5	274		
錯字	0.5	0	0.5	0.5	1.5	0				0	2.5	0				2.5	1	0				1
10	90.5	84	91.5	84.5	351	75.5	59	64.5	56	250	86	62	64.5	60.5	273	88.5	63	71	66	274		
錯字	0				1.5	0	0	0		0	0	0	0.5	0.5	2.5	0	0.5	0	0	0.5		

資料來源：本研究測試結果

以下分別就全英文、全中文、及中英文混合簡訊輸入任務之完成時間與錯誤字數進行四種手機鍵盤模式之客觀的使用性表現比較分析：

一、全英文簡訊輸入：任務一之測試結果比較

10 位受測者使用四種手機鍵盤模式，接受任務一的全英文常用文句簡訊輸入測試後，從表 5-1 顯示的完成時間與錯誤字數統計可以發現：10 位受測者之中有 6 位受測者使用 Model B 的結果優於其他三種手機鍵盤模式(Model A、Model C、和 Model D)，完成時間介於 68.5~73.5 秒，平均 71.33 秒，而錯誤字數介於 0.5~1.5 個。

二、全中文簡訊輸入：任務二之測試結果比較

10 位受測者使用四種手機鍵盤模式，接受任務二的全中文常用文句簡訊輸入測試後，從表 5-1 顯示的完成時間與錯誤字數統計可以發現：10 位受測者之中亦有 6 位受測者使用 Model B 的結果明顯優於其他三種手機鍵盤模式(Model A、Model C、和 Model D)，完成時間介於 48~59 秒，平均 50.75 秒，而錯誤字數介於 0~0.5 個。值得注意的是，其餘 4 位受測者使用 Model A 的結果，優於其他三種手機鍵盤模式(Model B、Model C、和 Model D)，完成時間介於 65.5~84.5 秒，而平均 75.63 秒，明顯高於前 6 位受測者使用 Model B 的平均值(50.75 秒)。

三、中英文混合簡訊輸入：任務三及任務四之測試結果比較

10 位受測者使用四種手機鍵盤模式，接受任務三及任務四的中英文常用文句簡訊輸入測試後，從表 5-1 顯示的完成時間與錯誤字數統計可以發現：任務三及任務四的 10 位受測者之中分別有 7 位及 6 位受測者使用 Model B 的結果明顯優於其他三種手機鍵盤模式 (Model A、Model C、和 Model D)，完成時間分別介於 58~72 秒及 53.5~60.5 秒，平均值分別為 60.36 秒及 50.08 秒，而錯誤字數則分別介於 0~0.5 個及介於 0~1 個。

值得注意的是：Model A、Model C、和 Model D 有 10% 受測者，在任務三的測試過程中因先前使用循序輸入的經驗直覺反應，對於連合注音輸入法熟悉度認知增加，反應在受測績效上與任務一、任務二測試結果略有不同。Model C 有 20% 的受測者，在任務四測試過程中因先前使用循序輸入的經驗直覺反應，對於連合注音輸入法熟悉度認知增加，反應在受測績效上與任務一、任務二、任務三測試結果略有不同。

另外，任務三、任務四在中文與英文兩種混合，受測者使用後結果比較發現，有使用循序輸入的經驗，使得中文與英文兩種混合，輸入績效大為改進相差績效約為 100 秒左右；透過受測者使用後結果比較，再次印證循序輸入設計鍵群配置，效能相較傳統方式鍵群配置是

有改善的。



第二節 問卷調查統計分析

依據 10 位受測者問卷調查得到之個人基本資料統計結果顯示，受測者 100% 為男性，年齡分布在 35~45 歲之間，教育程度均為大學以上，員職業類別分布為：銷售員 4 人、電腦工程師 3 人、線上作業員 3 人。

問卷第二部份使用簡訊相關現況調查顯示，受測者使用手機時間長達五年以上者有九成，且曾經買過使用過的品牌以 Nokia 排名第一；而使用數字鍵盤輸入一封簡訊，有八成受測者表示輸入一封簡訊超過 6 分鐘以上，但每天平均傳不到一封簡訊，且每天平均花在使用簡訊功能時間不到五分鐘。針對目前使用 行動電話內部功能，選項操作瞭解程度有九成受測者是了解的；高達八成受測者對於目前使用的行動電話，整體操作性能的滿意程度是滿意的。針對四種手機鍵盤的輸入模式，10 位受測者接受輸入任務測試後對輸入效率高低的主觀認知依序為：Model B、Model A、Model D、Model C，結果與實驗評估所得到的客觀數據大致符合。

另外，如表 5-2 所示，問卷第三部份有關人因評估調查結果發現：受測者使用四種手機鍵盤的輸入模式接受測試後，Model B 在滿意度、舒適度、靈活度、上手程度、易學性、不感覺疲累、及英文輸

入順手程度等方面主觀的感受皆獲得最高的評分，且除了易學性外，其餘項目皆明顯高於其他輸入模式(Model A、Model C、Model D)。值得注意的是，有使用循序輸入方式設計的手機鍵盤(Model B、Model C、Model D)，在不感覺疲累的主觀感受上，相較於傳統手機鍵盤(Model A)更為被受測者肯定。

表 5-2 問卷評估一覽表

	Model A	Model B	Model C	Model D
滿意度	1	8	0	1
舒適度	1	9	0	0
靈活度	1	5	2	2
上手程度	2	5	2	1
易學性	4	5	1	0
不感覺疲累	0	5	2	3
英文輸入順手	1	7	1	1
注音輸入順手	8	1	0	1

資料來源:本研究測試結果

但是，在注音輸入順手程度的主觀感受上，使用中文連合注音的手機鍵盤(Model B、Model C、Model D)，相較則沒有使用傳統中文注音的手機鍵盤(Model A)可以被接受。其主要原因可能是受測者已經習慣傳統中文注音的符號依照順序的排列方式，對於中文連合注音與英文字母的字形對應還未熟悉；且本研究實驗評估使用的連合注音

轉譯程式在使用性的設計上仍有改進空間。



第三節 主客觀總體績效分析

如表 5-3 統計所示，十位受測者實際分別使用四種 Model 配合四種任務做為測試的依據；平均績效計算方式為，分別加總受測者相同 Model 做為兩次取平均值，總平均效計算方式為，將受測之後的四種 Model 平均績效相加，即可客觀得到 Model B 為四種 Model 績效最好的，其次為 Model A 其主要原因與先前使用經驗造成結果導致；Model C 是排名第三，Model C 與 Model D 最主要差異在於字母按鍵數目，以及加入符號設計方式，由於本次並不探討符號因此 Model C 與 Model D 比較吃虧。

表 5-3 受測者 Model 平均總績效一覽表

績效項次	Model A	Model B	Model C	Model D
1	370	231	248	261
2	335	236	251	274
3	328	299	300	307
4	291	298	316	310
5	347	272	288	290
6	352	284	299	300
7	344	226	261	267
8	350	240	244	246
9	368	246	274	274
10	351	250	273	289
合計	3436	2582	2754	2818

資料來源:本研究測試結果

如表 5-4 統計所示，參考表 3-5 測試稿用字成本計算出 Model 任務績效，主觀得知 Model B 為四種 Model 績效最好的，其次為 Model D 其主要原因，使用了相鄰對角方式設計鍵群設計，讓 Model B、Model D 在任務一有相同績效產生，因此績效預估仍以 Model B 為最佳的循序輸入鍵群設計。

表 5-4 受測任務與 Model 績效一覽表

任務項次	Model A	Model B	Model C	Model D
任務一	57	37	37	34
任務二	25	19.5	24	24
任務三	34	21.5	22	20
任務四	35	29	30	31
合計	151	107	113	109

資料來源:本研究測試結果

第六章 結論與未來發展

藉由文獻回顧探討循序輸入鍵盤的設計理念與緣起後，本研究結合單擊、長按、及循序輸入鍵法，並採用中文連合注音，提出三種循序輸入手機鍵盤鍵群配置模式並進行成本分析。接著，使用 PDA 觸控螢幕模擬三種循序輸入手機鍵盤之鍵群配置，並配合實驗設計進行實驗評估，以探討循序輸入及中文連合注音應用於手機簡訊輸入，是否可以改善傳統手機之中英文輸入效度(effectiveness)與效率(efficiency)。實驗測試後並配合問卷及使用者訪談，以了解使用者對循序輸入應用於手機鍵盤鍵群配置之主觀感受。

本研究經過上述評估方法顯示，使用循序輸入法應用於手機文字簡訊符號的輸入，其速度與錯誤率是有所改善的。應用於手機英文簡訊，循序輸入較傳統英文鍵群配置來得更有效率；而且配合使用中文連合注音應用於中文簡訊符號，循序輸入較傳統中文注音鍵群配置更有效率。本研究實驗評估所使用的四種模式，以 Model B 表現最佳。於英文字母的排列接近傳統手機鍵盤，使用者較為熟悉可能為主要原因之一；而單擊、長按、及循序輸入鍵法搭配的一致性亦為可能原因。

由於循序輸入法善加利用相鄰按鍵進行字元編碼，而成功地降低小型鍵盤單一字元的敲擊頻次，並藉由連結字元標示輸入順序，以及

結合中文注音的聲韻與聲調連合輸入法，大大減少使用者輸入中英文的視覺搜尋時間與記憶負擔，改善手機鍵盤的可用性與易用性。包括，增加輸入的舒適度，使得輸入更容易而有趣，並減少操作時的使用面積。

但本研究是以觸控式螢幕模擬鍵盤按鍵，排除實體按鍵可能發生卡鍵之狀況，並忽略實體按鍵與觸控按鍵輸入之差異，未來可以使用實體按鍵重新進行實驗評估。另外，對於如何減少拇指按壓造成的偏差，提升使用者舒適度，並減少操作時所佔用的空間與時間，與降低造成肌肉骨骼傷害的因子等，亦可列入未來實驗評估的項目。



參考文獻

一、中文部分：

- [1] 中通網(2006)。手機按鍵按字母順序編排輸入速度將提高 2 倍。
2008 年 9 月 1 日 取 自：
<http://www.ci800.com/news/htmlnew/2007-11/18503.htm>。
- [2] 王映嵐(1996)。人因工程和弦鍵鼠之研究與設計，大同大學工業設計所碩士論文。
- [3] 周太一、梁成一(1995)。螢幕小鍵盤與鍵盤輸入方式對鍵盤配置記憶之探討，中華民國設計學會第十屆學術研究成果研討會論文集(下)，頁 1001~1004。
- [4] 周太一(2005)。和弦鍵盤字母配置與編碼之研究與設計，大同大學/工業設計學系(所)/93/碩士。
- [5] 壹蘋果健康網(2008)。發 SMS 傷拇指無力開門醫生：避免用方形按鈕手機。2008 年 12 月 8 日取自：壹蘋果健康網 [health_atnext_com.htm](http://health.atnext.com.htm)。
- [6] 陳富明(1992)。漢語拼音人因工程和弦鍵盤之設計研究，大同大學工業設計研究所碩士論文，台北市。

- [7] 陳郁涵(2009)。手機短訊輸入模式操作使用性探討，朝陽科技大學設計研究所碩士論文。
- [8] 梁成一、謝育錚(1995)。注音輸入法之編碼在和弦鍵盤上的排列研究大同學報，第 25 期，頁 265-271。
- [9] 陶幼慧(2006)。系統化評估方法之一致性個案探討，行政院國家科學委員會補助大專學生參與專題研究計畫研究成果報告。
- [10] 褚俊宏(2000)。高齡者行動電話之使用研究與設計，大同大學工業設計研究所碩士論文，台北市。
- [11] 張時釗(1993)。2009年3月28日取自：
http://www.eforth.com.tw/CT/chancezoo/chancezoo_2.htm。
- [12] 張一岑(1998)。人因工程學，台北：揚智。
- [13] 鄭年哲(2006)。整合和弦鍵盤與觸控筆之輸入設備開發，國立成功大學 95 學年度 工業設計學系碩士論文。
- [14] 謝明哲(1999)。適應性六鍵式摩斯碼鍵盤與肢體障礙者個案訓練研究，國立成功大學電機工程學系博士論文，台南市。
- [15] 謝明哲(2001)。為半側癱瘓與中度徐動型腦性麻痺者設計 26 鍵單手替代性鍵盤之前期測試與發展，台東師院學報，12 期（下），211~241 頁。
- [16] 謝明哲、羅錦興(2001)。摩斯簡易鍵盤，中華民國發明專利，專

利號碼：460824。

- [17] 謝明哲(2004)。適用於數位學習輔助性人因需求之基因演算行程最佳化單指鍵盤，台灣網際網路研討會 2004 (TANET 2004)，台東大學。

二、英文部分：

- [1] Dreyfuss, H. (1950). 50 年代的美感經濟評論：哈佛商業評論談設計師與企業家.2009/1/3 available
URL: <http://www.aestheticeconomy.com/blog/?p=47>.
- [2] Gatech, (1996). Human-Computer Interaction. 2008/9/16 available
URL:
http://www.cc.gatech.edu/computing/classes/cs6751_96_winter/6751.html.
- [3] Griffith, R.T. (1949). The minimotion typewriter keyboard. Journal of Franklin Institute, pp. 399-436.
- [4] Gushman, M.H. and D.J. Rosenberg (1991). Human Factors in Product Design, Elsevier, Amsterdam: Cushman, W.H., & Roseneberg, D.J.
- [5] Hsieh, M. C. and C. H. Luo (1999). "Morse code text typing training of a teenager with cerebral palsy using a six-switch Morse keyboard," Technology and Disability, vol. 10, no. 3, pp. 169-173.
- [6] IT168 (2004).有關手機輸入的調查. 2008/9/15 available URL:
<http://publish.it168.com/2004/0421/20040421016401.shtml>.
- [7] Lee, Y. S., S. W. Hong, L. T. Smith-Jackson, M. A. Nussbauma, and

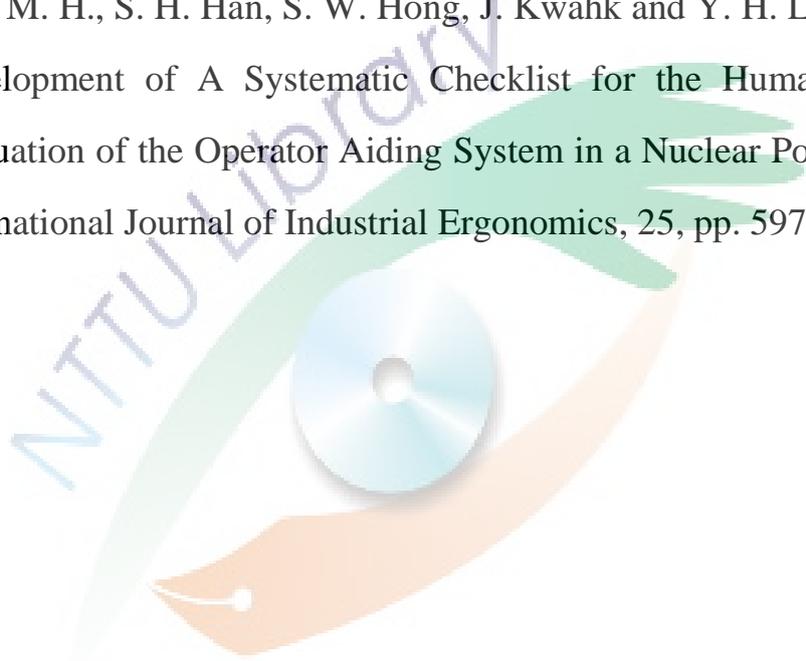
- K. Tomioka (2005). Systematic evaluation methodology for cell phone user interfaces. Y.S. Lee et al. \ Interacting with Computers 18 (2006) pp. 304-325.
- [8] Lee, Y. S., Y. S. Ryu, T. L. Smith-Jackson, D. J. Shin, M. A. Nussbaum, and K. Tomioka (1999). Usability Testing with Cultural Groups in Developing a Cell Phone Navigation System. Journal of Universal Computer Science, vol. 14, no. 16 (2008), 2650-2679 submitted: 9/7/07, accepted: 15/10/07, appeared: 28/8/08 c J.UCS.
- [9] Marshall, M. M., J. R. Mozrall, and J. E. Shealy (1999). "The Effects of Complex Wrist and Forearm Posture on Wrist Range of Motion," Human Factors, Vol. 41, No. 2, pp. 205-213.
- [10] Myers, B. A. and M. B. Rosson (1992). Survey on User Interface Programming, In Proceedings of Human Factors in Computing Systems, SIGCHI –ACM, pp. 195-202 (Monterey, CA).
- [11] 納辛斯基(2004)。如何提高手機輸入效率，2008年12月10日取自：<http://publish.it168.com/2004/0421/20040421016401.html>。
- [12] Neweasypc (2008). 智慧型手機鍵盤. 2008/12/10 available URL: <http://www.neweasypc.com/index.html>.
- [13] Nielsen, J. (1994). Usability Inspecting Methods, ACM CHI '94 Conference Proc. (Boston, MA, April 24-28, 1992) 313-317)
- [14] Nielson, J. and Molich, R. (1989). Heuristic Evaluation of User Interface. In Proceedings of Human Factors in Computing Systems, ACM / SIGCHI, April 1-5, pp. 249-256, Seattle, WA.
- [15] Nielsen and Robert (1993). In Usability Inspection Methods.

2008/11/10 available URL:

<http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html>.

- [16] Norman, D. A. (1988). *The Design of Everyday Things*. New York , NY: Currency Doubleday.
- [17] Isokoski P. and Kaki M. (2002). Comparison of two touchpad-based methods for numeric entry, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves*. 25-32.
- [18] Preece, J., Y. Rogers, H. Sharp, D. Benyon, S. Holland, and T. Carey (1996). *Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley.
- [19] Rainage (2006). 使用者介面經驗法則評估法. Available URL: <http://rainage.blogspot.com/2006/03/blog-post.html>.
- [20] Robert, H. (2002). How to select the right PDA data input device for your application. *tDevice*. 1-9.
- [21] Satzinger, J.W., R.B. Jackson, and S.D. Burd (2002). *System Analysis and Design in a Changing World*, 2nd ed., Course Technology, Boston, MA.
- [22] Shneiderman, B. (1998). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. (3rd ed.). Menlo Park, CA: Addison Wesley.
- [23] Schneider, W. & R. M. Shiffrin. (1977). Controlled and automatic human information processing: 1. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, pp1-66.
- [24] Sears (EDS.), MacKenzie, Zhang, and Soukoreff (1999), *Human Factors Guidance for the Use of Handheld, Portable, and Wearable*

- Computing Devices. Federal Aviation Administration William J. Hughes Technical Center Atlantic City International Airport, NJ 08.
- [25] Wasserman & Shewmake (1989). Human-Computer Interaction: Psychology as a science of design. ACM New York, NY, USA.
- [26] Xiaowei7 (2006). 人機界面評估方法研究. 2009/1/12 available URL: <http://xiaowei7.sharera.com/blog/BlogTopic/26224.htm>.
- [27] Yun, M. H., S. H. Han, S. W. Hong, J. Kwahk and Y. H. Lee (2000), Development of A Systematic Checklist for the Human Factors Evaluation of the Operator Aiding System in a Nuclear Power Plant, International Journal of Industrial Ergonomics, 25, pp. 597-609.



附錄一

一、受測者項目：

親愛的受測者您好：

很榮幸您將擔任本次手機數字鍵盤，新式樣英文字母與中文注音按鍵編排實驗研究，之後實驗指導員將提供一份實驗測試的任務稿，請您依出現在PDA手機按鍵上，使用不同樣式的英文字母與中文注音按鍵編排，將實驗測試的任務稿內容依序輸入一次，輸入完成時請您告知實驗指導員您已完成輸入；但為了本研究嚴謹度，在麻煩您在將剛才的任務稿內容再輸入一次，同樣的在您輸入完成時請您告知實驗指導員您已完成輸入；因此您將依照上述的步驟總共輸入十二次，預計一小時完成。

1. 任務(一)：以全英文常見簡訊

「I miss you when you are far away」。

2. 任務(二)：以全中文常見簡訊「出門記得帶外套」。

ㄟ ㄨ ㄇ ㄛ ㄌ ㄩ 一 ㄨ ㄉ ㄜ ㄛ
ㄉ ㄛ ㄨ ㄨ ㄨ ㄇ 一 ㄌ ㄨ ㄛ

3. 任務(三)：中英文混合任務以「祝志明HAPPY Birthday」。

ㄅ ㄨ ㄨ ㄨ ㄇ 一 ㄌ ㄨ ㄛ HAPPY Birthday.

4. 任務(四)：英中文混合任務以「I LOVE YOU 春嬌」。

I LOVE YOU ㄟ ㄨ ㄛ ㄌ ㄩ 一 ㄨ ㄛ .

測試文	開始時間	結束時間	測試時間	按錯字數
1				
1				
2				
2				
3				
3				
4				
4				
5				
5				
6				
6				
7				
7				
8				
8				
9				
9				
10				
10				
11				
11				
12				
12				
13				
13				
14				
14				
15				
15				
16				
16				

二、受測者問卷：

先生、女士您好：

這一份有關「手機簡訊輸入操作使用性探討」的問卷，在這通訊產品氾濫的時代，行動電話的普及程度，已成為我們生活中隨身的必需品；本問卷主要目的是要瞭解人們使用行動電話的相關行為。本問卷僅供學術研究之用，您所有的填答資料均受到嚴格保護，懇請惠賜您寶貴的意見。在此致上十二萬分的敬意。

台東大學資管研究所 研究生：林明宏 敬上

※ 第一部份：

【一、個人基本資料】僅供統計研究之用，請安心作答：（請在□中打✓）

1. 性別：. 男 . 女
2. 實歲年齡：. 10-19 . 20-30 . 31-40 . 41-50 . 51-60
3. 教育程度：. 國中及以下 . 高中及高職 . 大學及專科 . 研究所以上
4. 職業：. 學生 . 教育/傳媒 . IT/通訊業 . 技術生產人員 . 軍人
. 衛生/醫療人員 . 商業/服務人員 . 金融/保險人員 . 文藝/娛樂人員 . 公務員 . 企事業管理人員 . 公共服務人員 . 無業
. 其它

※ 第二部份：

【二、使用簡訊相關現況調查】（請在□中打✓）

5. 請問您開始使用行動電話至今已有多久時間？

- . 1 年以下 . 2-4 年 . 5-7 年 . 8-10 年 . 10 年以上

6. 請選出曾經買過、使用過的品牌，即使只有1次也無妨？（可複選）

- . Nokia . SAMSUNG . MOTOROLA . Sony Ericsson . BenQ
. ALCATEL . 其它_____

7. 目前所使用之行動電話行動電話品牌為：（可複選）

- . NOKIA . MOTOROLA . SONY ERICSSON . Panasonic . ALCATEL
. SAGEM . Samsung . BenQ . 其他_____

8. 請問您一封簡訊輸入花多少時間？

. 1 分鐘以下 . 2-3 分鐘以內 . 4-5 分鐘以內 . 6 分鐘以上

9. 請問您每天平均傳幾封簡訊？

1封 . 2封 . 3封 . 4封 . 5封以上

10. 請問您每天平均花多少時間在使用簡訊功能？

. 1-5 分鐘以下 . 6-10 分鐘 . 11-15 分鐘 . 16-20 分鐘 .
20-25 分鐘 . 25 分鐘以上

11. 根據您自己瞭解，請問您對您目前使用行動電話內部功能選項操作瞭解程度約多少？

. 很不瞭解 . 不瞭解 . 中等 . 瞭解 . 很瞭解

12. 請問您對目前使用的行動電話整體操作性能的滿意程度約多少？

. 很不滿意 . 不滿意 . 中等 . 滿意 . 很滿意

13. 請問您在四種輸入的Model之中，輸入最快依照順序為何？（請依1，2，3）

. Model A . Model B . Mode C . Mode D

14. 請問您在什麼情況下經常使用手機輸入法？（多選）

. 簡訊 . 上網 . 即時聊天MSN . 遊戲 . 通訊錄
. 收發E-mail . 文檔處理 . 詞典應用。

※ 第三部份

【三、人因評估調查】

15. 請問您對目前使用的手機輸入最不滿意的幾個方面是（可複選）

. 輸入速度慢 . 識別率不高 . 聯想識別能力差
. 中英文及標點符號轉換慢 . 操作界面粗糙 . 鍵盤操作不方便
. 缺少擴充功能 . 經常當機。

16. 請問您在手機輸入的比較滿意的是？（可複選）

. 輸入速度快 . 識別率高 . 詞組聯想能力 . 快速中/英文轉切換
. 符號容易輸入符號 . 操作界面簡潔 . 按鍵次數少 . 其它。

17. 請問您在四種輸入的 Model 之中最滿意的是依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D

18. 請問四種輸入的 Model 之中姆指按壓最舒服依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D

19. 請問四種輸入的 Model 之中按壓靈活度最好依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D

20. 請問四種輸入的 Model 之中最容易上手依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D

21. 請問您在四種輸入的 Model 之中最容易學習依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D

22. 請問您在四種輸入的 Model 之中，用時手指不感覺疲累依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D。

23. 請問您在四種輸入的 Model 之中，使用英文字母輸入時，覺得輸入最順手依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D。

24. 請問您在四種輸入的 Model 之中，使用中文注音輸入時，覺得輸入最順手依照順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D。

25. 請問您在四種輸入的 Model 之中，使用中英或英中文字輸入時，覺得會受到上述兩者順序的排列的影響，依照影響程度順序為何？(請依 1, 2..)

. Model A . Model B . Mode C . Mode D。

~問卷結束，謝謝您耐心的填答。~

三、測後四種任務完成時間與錯字比較統計：

四種任務完成時間與錯字比較

受測者(1)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	116S	83S	92S	88S	72S	49S	59S	56S	95S	51S	55S	50S	87S	52S	66S	63S
時間(2)	114S	79S	83S	85S	70S	48S	57S	51S	90S	50S	52S	52S	80S	53S	60S	61S
錯字(1)	3	1	2	1	2	1	1	0	4	0	0	0	2	0	0	0
錯字(2)	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(1)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 7 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(一)平均花費時間為 71 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度僅 4 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 48.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 9 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 58 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使

用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 5 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(四)平均花費時間為 53.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(2)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	101S	80S	81S	80S	75S	51S	61S	56S	90S	55S	58S	57S	89S	56S	69S	66S
時間(2)	95S	75S	80S	77S	72S	48S	58S	51S	84S	54S	53S	50S	83S	54S	66S	65S
錯字(1)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(2)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 6 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B)在任務(一)平均花費時間為 73.5 秒；而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 9 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 49.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比

使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 5 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 59.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 7 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B)在任務(四)平均花費時間為 53.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(3)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	91S	69S	88S	82S	93S	71S	72S	66S	95S	73S	75S	60S	96S	73S	76S	66S
時間(2)	91S	67S	87S	80S	91S	70S	72S	63S	90S	72S	72S	62S	94S	71S	73S	65S
錯字(1)	0	0	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	2	1	1	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(3)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、

13 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 5 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (A) 在任務(一)平均花費時間為 91 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能是因為受測者對 Model A 鍵群建置較熟悉所致。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度僅 2 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (A) 在任務(二)平均花費時間為 68 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 72 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (C)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (C) 在任務(四)平均花費時間為 61 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model 與沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相同。

受測者(4)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	81S	66S	70S	80S	85S	71S	73S	83S	83S	75S	78S	85S	87S	70S	72S	86S
時間(2)	79S	65S	64S	77S	82S	48S	72S	81S	81S	71S	75S	83S	83S	67S	71S	84S
錯字(1)	0	0	0	0	2	5	1	1	1	2	1	1	2	1	1	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(4)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 4 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (A)在任務(一)平均花費時間為 80 秒；而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 9 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 65.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 6 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (A) 在任務(三)平均花費時間為 66 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使

用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (A)在任務(四)平均花費時間為 78.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(5)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	91S	85S	90S	86S	72S	90S	59S	56S	75S	91S	65S	60S	77S	92S	63S	61S
時間(2)	89S	84S	86S	83S	70S	89S	57S	51S	73S	87S	62S	62S	76S	89S	60S	61S
錯字(1)	3	0	1	1	1	3	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(5)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(一)平均花費時間為 71 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度僅 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (A) 在任務(二)

平均花費時間為 84.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 4 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 58 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 5 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(四)平均花費時間為 53.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(6)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	102S	85S	79S	89S	70S	87S	61S	69S	73S	94S	67S	68S	78S	91S	68S	66S
時間(2)	99S	84S	78S	88S	67S	85S	58S	71S	73S	92S	64S	66S	76S	89S	66S	65S
錯字(1)	3	0	1	1	0	3	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(6)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B)在任務(一)平均花費時間為 68.5 秒；而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (A)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 84.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少，主因可能因為受測者比較習慣 Model (A)鍵群設計方式。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 59.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 7 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B)在任務(四)平均花費時間為 65.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(7)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	90S	77S	96S	88S	71S	48S	56S	56S	85S	55S	58S	67S	76S	53S	66S	67S
時間(2)	88S	73S	90S	85S	70S	48S	52S	51S	83S	52S	57S	64S	73S	53S	63S	63S
錯字(1)	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
錯字(2)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(7)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(一)平均花費時間為 70.5 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度僅 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 48 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 6 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 54 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 5 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(四)平均花費時間為 53.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(8)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	85S	96S	90S	85S	72S	51S	66S	57S	77S	58S	59S	55S	65S	55S	67S	62S
時間(2)	83S	90S	88S	82S	71S	48S	62S	53S	74S	54S	58S	53S	64S	54S	66S	58S
錯字(1)	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(8)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (D)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (D)在任務(一)平均花費時間為 64.5 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 6 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 49.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (C)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 4 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (C) 在任務(三)平均花費時間為 58.5 秒。而以錯字分析發現到沒有使用循序輸入 Model，比

使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (C)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 7 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (C)在任務(四)平均花費時間為 54 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(9)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	104S	92S	92S	88S	75S	52S	63S	61S	86S	58S	67S	66S	83S	61S	67S	67S
時間(2)	104S	87S	83S	85S	72S	48S	60S	60S	83S	58S	64S	65S	80S	60S	63S	66S
錯字(1)	1	0	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0	2	0	0	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(9)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(一)平均花費時間為 73.5 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度僅 4 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 50 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 4 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(三)平均花費時間為 61.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(四)平均花費時間為 60.5 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

受測者(10)測試時間與錯字比較

受測編號	任務及 Model 排序整理															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
時間(1)	91S	87S	93S	85S	77S	60S	65S	57S	87S	63S	66S	61S	89S	63S	73S	67S
時間(2)	90S	81S	90S	84S	74S	58S	54S	55S	85S	61S	63S	60S	88S	63S	69S	65S
錯字(1)	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
錯字(2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源:本研究測試結果

受測者(10)測試所花費時間發現，任務(一)也就是受測任務順序 1、5、9、13 中，發現到 Model (C)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (C)在任務(一)平均花費時間為 86 秒；而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要

少。

任務(二)也就是受測任務順序 2、6、10、14 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 6 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B) 在任務(二)平均花費時間為 59 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(三)也就是受測任務順序 3、7、11、15 中，發現到 Model (D)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 6 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (D) 在任務(三)平均花費時間為 71 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。

任務(四)也就是受測任務順序 4、8、12、16 中，發現到 Model (B)在四種 Model 花費時間最少；針對兩次測試所花費時間發現，第二次比第一次花費時間來得少，但相差最大幅度 3 秒左右；因此二次測試資料所得到平均測試時間，計算方式為時間(1)+時間(2)/2。所以 Model (B)在任務(四)平均花費時間為 56 秒。而以錯字分析發現到使用循序輸入 Model，比沒有使用循序輸入 Model 輸入錯字機率相對要少。