

PDA 小螢幕圖示配置與資訊呈現視認性之相關研究

學生：黃中宏

指導教授：陳潭教授

東海大學工業工程與經營資訊研究所

摘要

本研究以人因工程觀點探討PDA小螢幕圖示配置與資訊呈現視認性之間的關係。其中圖示配置變項包含了點選順序、點選位置、背景顏色和大小等四部分。資訊呈現視認性則探討了文字及數字等類型之影響。本研究以東海大學工業工程與經營資訊學系的47位學生為受試者樣本，使用康柏公司的IPAQ Pocket PC H3850進行「PDA螢幕圖示點選」實驗。

實驗進行之方式是在PDA螢幕上，以Embedded visual basic程式模擬出實驗的介面。實驗結果以SPSS統計軟體進行相關的統計分析，並透過變異數分析、多元全距分析、迴歸分析及主成份分析得到以下五點結論。

1. 點選順序影響PDA操作過程為顯著，以方向由右至左者為最佳。
2. 點選位置之影響為顯著，依點選績效高低分別為第IV象限 > 第II象限 > 第I象限 > 第III象限。
3. 背景顏色在設計圖示外觀上，以深色系列的顏色具較佳的點選績效。
4. PDA圖示大小建議設計時不宜低於面積 64mm^2 。
5. 圖示標籤上的資訊呈現內容影響顯著，依序為低密度中文字 > 高密度中文字 > 英文大寫 > 英文小寫 > 阿拉伯數字。

關鍵字詞：人因工程、點選順序、位置、背景顏色、圖示大小、文字及數字類型

A Study of Small Screen Icon Performance and Information Legibility on PDA

Student : Zhong-Hong Huang

Advisor : Prof. Tam Chan

Institute of Industrial Engineering and Enterprise Information
Tunghai University

ABSTRACT

This study investigated the effects of small screen icon allocation on the light pen clicking performance. This study collected the experiment data from 47 students in Tunghai University. The experiments of interfaces on PDA were established by embedded visual basic program. Analysis of experiment data showed that character-types, clicking sequences and positions, background colors, and sizes had significant effects on clicking performance of icons on PDA.

According to analysis the experiment data, there are five results.

1. While the clicking sequence was from right to left, the click performance of icons on PDA would be better.
2. While the location was on the IV quadrant, the click performance of icons on PDA would be better.
3. While the background color was blue-black, the click performance of icons on PDA would be better.
4. Icon size was recommended to be as least 8mm x 8mm.
5. While the characters were being Chinese letters, the click performance of icons on PDA would be better.

Keywords : human factor, sequence, position, color, size , character-types

誌謝

兩年的時間過得很快，研究所的生活已到了尾聲。在東海求學的日子裡，有許多難忘的回憶，而這些回憶不僅將伴隨我踏進人生的下一個階段，也豐富了我的人生。

本篇論文得以完成，首先要感謝指導教授陳潭博士，在研究所兩年的學習過程中不斷的給予鼓勵及教誨。在解決問題的過程中，給予極大的空間，引導學生獨立思考之能力，開拓視野。並承蒙口試委員姚銘忠老師及唐國豪老師在百忙之中抽空參予審查，對論文之內容加以指正與建議，使本論文得以更加完備。

求學過程中，感謝父母親對我的包容與姊弟的支持，願以這小小的成果與他們分享。論文撰寫及分析期間，透過研究室夥伴衍孔的相互討論，得到不少啟發，在此表達感謝之意。其他還有我的同窗，如一中、健豪、昆鴻等，以及君毅學長等、和下一屆的欣怡，真的很感謝你們的相互扶持，協助我度過兩年來所有的挑戰。

即將踏出校園的我，將面對未來所有未知的挑戰，期望自己能秉持所學，不斷學習，精益求精，並能面對挑戰，以報答父母養育之恩與師長教育之情。感謝他們的關懷與養育之恩。

黃中宏 謹誌於
東海大學工業工程與經營資訊研究所
中華民國 92 年 7 月

目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	viii
圖目錄.....	xi
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 研究架構.....	3
1.4 研究程序.....	4
1.5 研究限制.....	5
第二章 文獻探討及研究方法	7
2.1 個人數位助理與操作探討	7
2.1.1 個人數位助理.....	7
2.1.2 光筆.....	8
2.1.3 手的基本動作.....	8
2.2 視覺顯示器的介面設計與反應時間探討	10
2.2.1 視覺顯示器.....	10
2.2.2 圖示.....	10
2.2.3 人機介面與反應時間.....	11
2.3 資訊呈現視認性探討.....	12
2.3.1 視覺理論.....	12
2.3.2 視認度.....	13
2.3.3 數字視認度.....	14

2.3.4	英文字視認度.....	14
2.3.5	中文字視認度.....	15
2.4	電腦顯示裝置與閱讀過程之探討	16
2.4.1	電腦顯示裝置.....	16
2.4.2	閱讀順序.....	16
2.4.3	位置.....	17
2.5	顏色、亮度及極性.....	18
2.6	圖示大小.....	20
2.7	研究方法.....	21
2.7.1	研究目的.....	22
2.7.2	實驗設計.....	22
2.7.3	受試者.....	23
2.7.4	實驗設備及器材.....	23
2.7.5	實驗步驟.....	24
2.7.6	實驗方法說明.....	25
2.7.7	實驗變項說明.....	27
第三章	文字、數字類型對 PDA 點選績效之影響	28
3.1	實驗目的.....	28
3.1.1	受試者.....	28
3.1.2	實驗設備及器材.....	29
3.1.3	實驗設計.....	29
3.1.4	實驗步驟.....	30
3.2	實驗數據分析.....	33
3.2.1	文字、數字類型變項對反應時間之探討說明:	34
3.2.2	圖示裡的文數字類型、點選順序與反應時間之探討 ..	34
3.2.3	文字、數字呈現類型與主效果關係之分析探討	36
3.2.4	文字、數字呈現類型之主成份分析探討	38
3.3	問卷資料統計分析.....	39
3.4	問卷資料與實驗結果之分析比較	40

3.5 結論與建議.....	41
第四章 點選順序及位置對 PDA 點選績效之影響	42
4.1 實驗目的.....	42
4.1.1 受試者.....	42
4.1.2 實驗設備及器材.....	43
4.1.3 實驗設計.....	43
4.1.4 實驗步驟.....	43
4.2.1 順序變項對反應時間之探討說明	46
4.2.2 點選順序與主效果關係之分析探討	47
4.2.3 點選位置變項對反應時間之探討說明:.....	48
4.2.4 圖示點選位置、文數字呈現類型與反應時間之探討 ..	49
4.2.5 點選位置與文數字呈現類型之交互作用探討	51
4.2.6 點選位置與主效果關係之分析探討	52
4.2.7 點選位置之主成份分析探討.....	53
4.3 問卷資料統計分析.....	54
4.4 問卷資料與實驗結果之分析比較	56
4.5 討論與建議.....	58
第五章 背景顏色及圖示大小對 PDA 點選績效之影響	59
5.1 實驗目的.....	59
5.1.1 受試者.....	59
5.1.2 實驗設備及器材.....	60
5.1.3 實驗設計.....	60
5.1.4 實驗步驟.....	61
5.2 實驗數據分析.....	64
5.2.1 顏色變項對反應時間之探討說明:.....	65
5.2.2 圖示背景顏色、選取順序對反應時間之分析探討	65
5.2.3 背景顏色與點選順序之交互作用探討	67
5.2.4 背景顏色之主成份分析探討.....	68

5.2.5 圖示大小之探討說明:	70
5.2.6 圖示大小、選取順序對反應時間之分析探討	70
5.2.7 圖示大小與點選順序之交互作用探討	72
5.2.8 圖示大小與主效果關係之分析探討	73
5.2.9 圖示大小與迴歸關係之分析探討:	74
5.3 問卷資料統計分析.....	76
5.4 問卷資料與實驗結果之分析比較	77
5.5 討論與建議.....	80
第六章 結論與建議	81
6.1 結論.....	81
6.2 未來建議.....	82
參考文獻	84
附錄.....	90
簡歷.....	107

表目錄

表 3-1 文字、數字類型與點選順序之雙因子變異數分析表.....	35
表 3-2 文字、數字類型對反應時間影響統計分析表.....	37
表 3-3 文字、數字類型之主效果多元全距分析表.....	37
表 3-4 文字、數字呈現類型之主成份分析表.....	38
表 3-5 不同文字、數字類型之主觀喜好問卷分析表.....	39
表 3-6 實驗結果與問卷資料比較表.....	40
表 4-1 點選順序對反應時間影響統計分析表.....	47
表 4-2 點選順序之主效果多元全距分析表.....	48
表 4-3 點選位置與文數字類型之雙因子變異數分析表.....	50
表 4-4 點選位置對反應時間影響統計分析表.....	52
表 4-5 點選位置之主效果多元全距分析表.....	53
表 4-6 各項點選位置描述值之主成份分析表.....	53
表 4-7 不同點選順序之主觀喜好問卷分析表.....	54
表 4-8 不同點選位置之問卷加權統計分析表.....	55
表 4-9 問卷調查法直覺方便位置加權統計彙總表.....	55
表 4-10 點選順序實驗結果與問卷資料比較表.....	56
表 4-11 點選位置實驗結果與問卷資料比較表.....	57
表 5-1 背景顏色與點選順序之雙因子變異數分析表.....	66

表 5-2 背景顏色對反應時間影響統計分析表	68
表 5-3 各項背景顏色描述值之主成份分析表	69
表 5-4 圖示大小與點選順序之雙因子變異數分析表	71
表 5-5 圖示大小對反應時間影響統計分析表	73
表 5-6 圖示大小之主效果多元全距分析表	74
表 5-7 圖示大小之迴歸分析摘要表	75
表 5-8 迴歸分析之截距因應表	76
表 5-9 不同背景顏色及圖示大小之主觀喜好問卷分析表	77
表 5-10 背景顏色實驗結果與問卷資料比較表	78
表 5-11 圖示大小實驗結果與問卷資料比較表	79
表 6-1 圖示配置變項與 PDA 點選績效關係彙總表	81
附錄表-1 文字、數字類型之點選 PDA 反應時間數據表一	90
附錄表-2 文字、數字類型之點選 PDA 反應時間數據表二	91
附錄表-3 點選順序數據表一	92
附錄表-4 點選順序數據表二	93
附錄表-5 點選位置之點選 PDA 反應時間數據表一	94
附錄表-6 點選位置之點選 PDA 反應時間數據表二	95
附錄表-7 背景顏色之點選 PDA 反應時間數據表一	96
附錄表-8 背景顏色之點選 PDA 反應時間數據表二	97

附錄表- 9 圖示大小之點選 PDA 反應時間數據表一	98
附錄表- 10 圖示大小之點選 PDA 反應時間數據表二	99
附錄表- 11 阿拉伯數字之錯誤次數統計表	100
附錄表- 12 英文字之錯誤次數統計表	101
附錄表- 13 中文字之錯誤次數統計表	102
附錄表- 14 螢幕圖示配置之使用者基本資料問卷表	103
附錄表- 15 螢幕圖示配置之研究問卷	104
附錄表- 16 問卷數據彙整表一	105
附錄表- 17 問卷數據彙整表二	106

圖目錄

圖 1-1 研究架構圖	3
圖 1-2 研究程序圖	5
圖 2-1 視角示意圖	13
圖 2-2 PDA 實驗起始畫面圖	24
圖 2-3 受試者進行實驗環境畫面示意圖	25
圖 2-4 圖示位置與文字呈現類型之代號的說明圖	26
圖 2-5 PDA 之螢幕圖示配置示意圖	26
圖 3-1 文字及數字類型變項之測試流程圖	30
圖 3-2 PDA 實驗螢幕起始畫面示意圖	32
圖 3-3 實驗步驟說明圖	33
圖 3-4 PDA 之螢幕圖示配置示意圖	34
圖 3-5 文字、數字呈現類型與點選順序之關係圖	36
圖 4-1 順序變項測試流程圖	44
圖 4-2 位置變項測試流程圖	45
圖 4-3 PDA 實驗螢幕起始畫面示意圖	46
圖 4-4 PDA 之螢幕圖示配置示意圖	47
圖 4-5 PDA 之螢幕劃分四等分圖	49
圖 4-6 點選位置與文數字類型之關係圖	52

圖 5-1 背景顏色變項測試流程圖	61
圖 5-2 圖示大小變項測試流程圖	62
圖 5-3 背景顏色畫面示意圖	63
圖 5-4 圖示大小畫面示意圖	63
圖 5-5 實驗步驟之說明圖	64
圖 5-6 PDA 之螢幕圖示配置示意圖	65
圖 5-7 背景顏色與點選順序之關係圖	68
圖 5-8 圖示大小與點選順序之關係圖	73

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

PDA (Personal Digital Assistant, 個人數位助理)是在 1992 年, 由 Apple 公司的副總裁 John Sculley 所提出(郭彥谷, 2001)。

有別於一般電腦的體積龐大、開機緩慢和攜帶不便, PDA 在外觀上採用 LCD(liquid crystal display, 液晶顯示螢幕), 並在設計上滿足輕薄短巧的需求。由於 PDA 具有開機快速、外型輕巧和可結合其他通訊設備等優點, 使 PDA 成為現代人在工作或生活上不可或缺的重要工具。

根據 Internet 數據中心(IDC)的預估, PDA 市場規模將由 1999 年的 650 萬台成長到 2003 年的 3600 萬台, 其複合成長率高達 53%(中信投信, 2000)。根據資策會市場情報中心(MIC)統計, PDA 市場成長快速, 2000~2006 全球市場複合成長率為 30.6%, 台灣出貨製造成長率為 57.2%, 預估台灣出貨全球市場佔有率 2006 年將高達 34%, 今年佔有率預估為 16~18%(張雅雲, 2002)。

雖然目前有很多人在使用 PDA, 廠商也大量投入資金去開發各種應用程式及設備, 但是在學術領域中, 有關 PDA 的學術研究卻非常稀少。而 PDA 在操控上必須透過螢幕來進行相關點選的工作, 但國內針對 PDA 螢幕介面設計的研究卻非常缺乏。過去, 關於螢幕上的人機介面設計研究, 多半以桌上型電腦及筆記型電腦為主。這一類的研究都是以具備高解析度、可顯示多種色彩的大型顯示器為研究對象。然而, PDA 的介面設計卻與一般電腦的介面設計有所不同。由於 PDA 本身螢幕很小, 以及版面上的字體變化有限, 造成 PDA 介面設計之困難度較一般電腦來的高(Marcus, 1998)。

目前, PDA 因為在介面操作上十分簡易以及功能強大, 所以能在市場上受到廣大消費者的青睞。此結果正符合消費者希望操作介面能夠清楚簡單的觀點(Norman, 2000)。所以有關 PDA 在螢幕介面上的

設計，應講求適當的版面配置以及準確的資訊呈現，過於複雜的介面設計對 PDA 並不適宜。

隨著科技的進步，PDA 已能結合各種無線通訊設備，藉由其強大的功能和方便攜帶的特性，廣泛應用在緊急醫療、遠距醫療或公務上(潘美連，2001)。例如，災難現場急救人員運用 PDA 快速紀錄災難現場需求之資訊，並透過無線網路來即時顯示現場資訊(邱泓文，2001)；急診室的護士透過 PDA 來快速紀錄病人的病情以縮短救援的準備時間；醫生使用 PDA 來記錄電子病例；上班族透過 PDA 來開會並傳達資訊，以上這些例子都清楚表達了 PDA 在人機互動上所扮演的重要角色(Cornelia, 2000)。

Eberts(1994)認為，隨著使用電腦的人數日益增多，在人與電腦的互動中，更重要而且需要被強調的便是人與電腦互動的效率性。因為一個設計良好的螢幕介面可以增加人類處理的速度、減少錯誤和縮短電腦處理的時間，這亦是人因工程上的一個重要議題。

以記號學的角度來看，關於介面對圖像設計的影響，則可經由圖像記號(icon)、指示記號(index)及象徵符號(symbol)三種角度來觀看。

Fowler 和 Stanwick(1995)認為能成功設計一個圖示的重要前提，是必須讓圖示彼此之間能夠立即辨識差異所在，並清楚說明本身代表的意義。目前 PDA 螢幕最大不超過 240*320 像素，所以有必要妥善而且有效的設計螢幕介面。

目前甚少文獻從人因工程觀點對 PDA 使用績效加以深入研究。因此從人因工程角度探討 PDA 介面，以提供方便且有效率的螢幕互動介面將十分重要。本研究以實驗研究的方式，探討 PDA 輸入設備及螢幕之間的互動，作為人機介面效率改善的參考依據，為本研究的主要動機。

1.2 研究目的

根據研究背景與動機，可以了解探討 PDA 螢幕介面設計的重要性。從使用者為中心的角度來看，螢幕介面設計的好壞，會直接影響

到使用者的工作表現。不恰當的介面設計，不僅會延遲任務完成時間，也會造成使用者的視覺疲勞。

此外，目前有關 PDA 螢幕的介面設計研究尚無較完備之文獻資料。本研究在探討 PDA 螢幕圖示點選績效時，希望透過不同的圖示配置變項與內容呈現來設計出一個良好的點選介面。本研究的主要目的在於探討圖示的配置方式(點選順序、位置)、外觀(背景顏色、大小)與資訊呈現內容(文字、數字視認度)，對 PDA 圖示點選績效之影響；而問卷的目的則在於探討受試者主觀判斷不同變項對 PDA 點選圖示績效的影響。並茲此結果與實驗結論作相對探討，輔以文獻作相關的研究與討論。

1.3 研究架構

根據研究之目的將本研究進行之模式建立研究架構如下圖 1-1 所示。

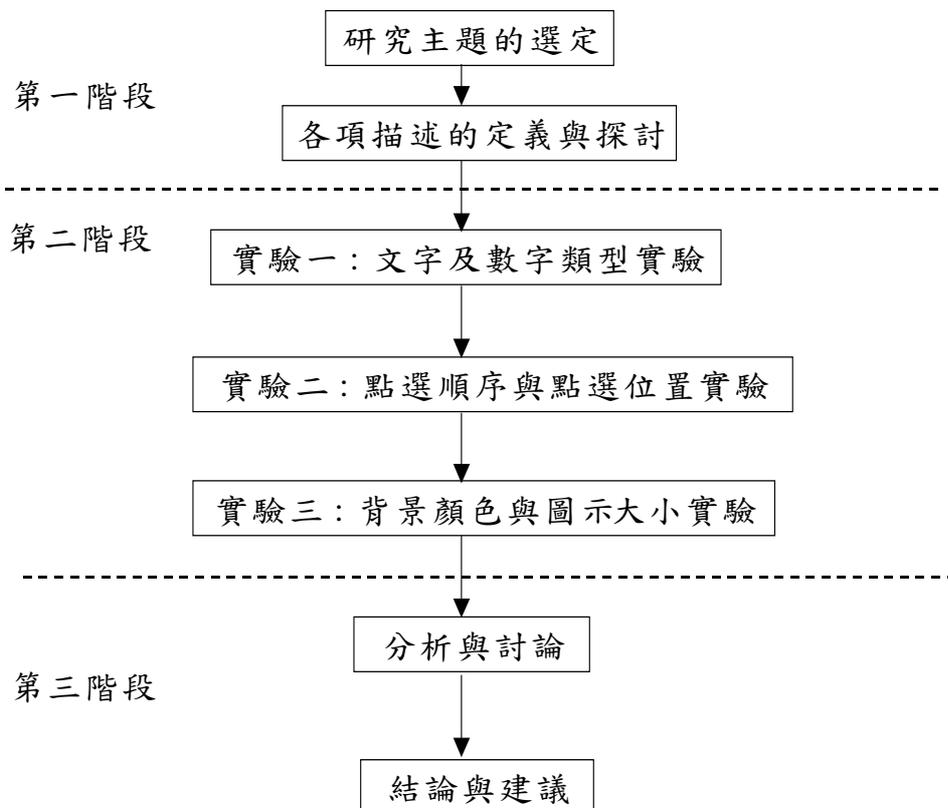


圖 1-1 研究架構圖

1.4 研究程序

本研究共分成三個階段來進行，研究之詳細步驟如下圖 1- 2 所示，步驟詳述如下：

第一階段為「研究構思」階段，此階段確認研究的動機與目的，並收集國內外的相關文獻以進行分析探討。

第二階段為「研究設計」階段，此階段設計初期，先根據過去文獻的蒐集與整理，確定出研究的架構與假設。再依據本研究的問題與目的，選擇恰當的研究方法，決定研究之實驗變項。並根據研究架構、假設來進行實驗和問卷設計。實驗前，本研究先針對實驗變項透過軟體來進行 PDA 螢幕介面的設計。

本研究之程式撰寫透過軟體 EVB(Embedded Visual Basic)在 Windows 2000 的作業平台下設計出模擬 WinCE3.0 的 PDA 起始介面。所謂 WinCE3.0 指的是一套專門為 PDA 開發出來的嵌入式作業系統(李永隆，2000)。這套作業系統為微軟公司於 2000 年開發出來用以搭配 Pocket PC(掌上型電腦)的核心作業系統。EVB 則為專門用來開發 WinCE3.0 的語言。在第二階段中期，將設計好的 PDA 模擬介面存成檔案並同步到 PDA 上。在此階段末期，共有 47 位東海大學工業工程與經營資訊學系的學生來進行相關實驗。

第三階段為「相關資料分析與報告撰寫階段」。在蒐集完畢實驗數據後，利用統計軟體 SPSS 進行相關的分析(劉明德等，2002)。並透過實驗結果與問卷結果及文獻作交互分析討論。最後再針對研究成果提出結論與發現，並建議後續研究者未來可研究的方向。

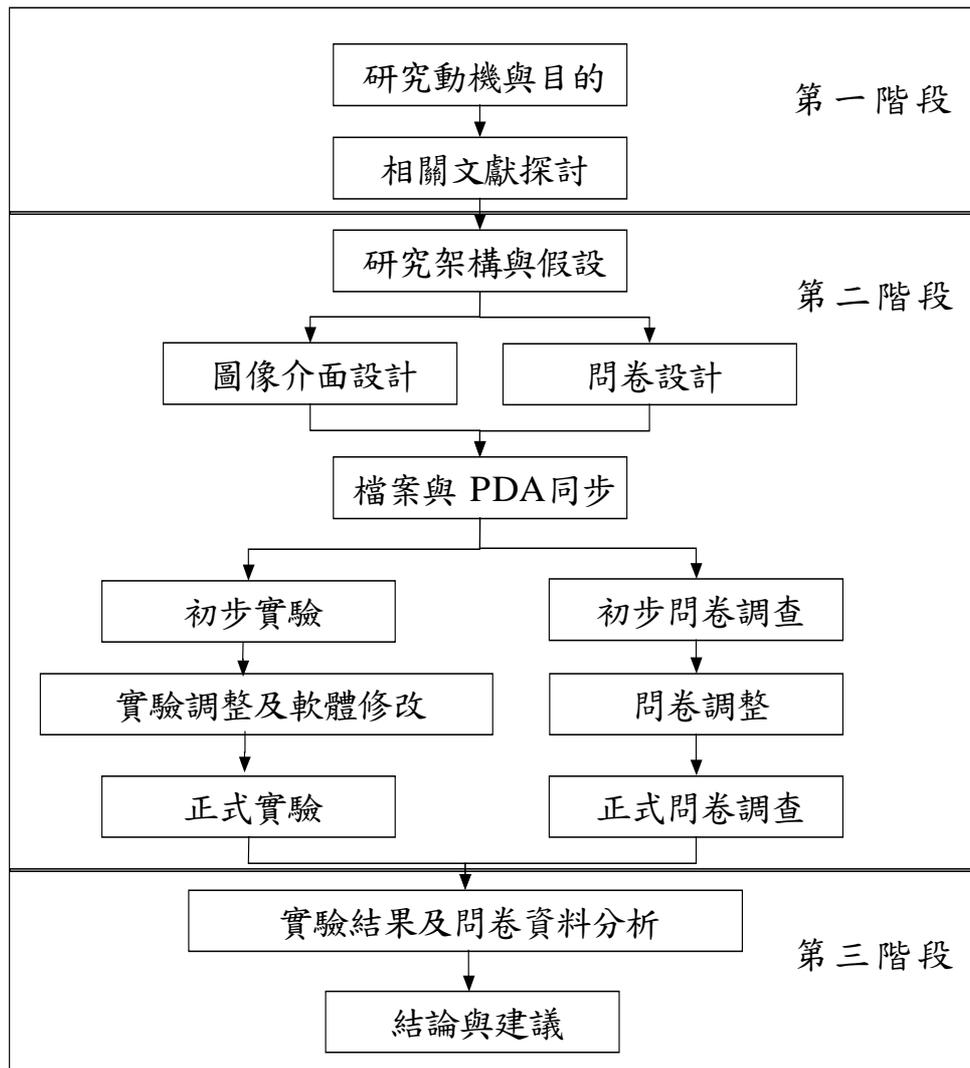


圖 1-2 研究程序圖

1.5 研究限制

本研究雖盡可能力求完整嚴謹，但因時間、經費與個人能力有限，在研究範圍及實驗方法等方面仍有所限制，說明如下。

1、研究範圍的限制：

PDA 的品牌總類甚多，實在難以將所有情況納入考量，故本研究僅探討以 IPAQ Pocket PC H3850 為實驗工具，進行相關實驗。

2、取樣的限制：

由於時間及成本的限制，實驗取樣無法達到統計上的隨機抽樣，只能針對東海大學工業工程與經營資訊學系的學生進行試驗。

3、作業型態的限制:

螢幕安排包含圖示點選順序、位置、距離、大小、圖示上所呈現內容、背景顏色、前景顏色、亮度、極性、字體大小、加指示與否等。實無法將所有作業型態納入考量。故本研究只針對光筆點選圖示動作及螢幕安排之圖示點選順序、點選位置、文字及數字呈現類型、背景顏色、大小等變項進行研究。其中，由於時間及成本的限制，在研究點選順序和點選位置時，只考量圖示背景顏色為藍底黑字；在研究背景顏色和大小時，只考量圖示上所呈現內容為數字類型；在研究大小時，只考量圖示上背景顏色為藍底黑字。

4、實驗設備的限制:

由於實際情況的限制，無法使用符合人因工程考量的桌椅，也就是無法提供每個受試者不同高度的桌椅來進行實驗，只能使用統一高度之桌椅進行實驗，而實驗所用的桌子高度為 77cm，椅子高度為 50cm。

第二章 文獻探討及研究方法

電腦設備中的輸入及輸出兩大單元，專司與使用者溝通的工作。而人機介面則與使用者操作方便性、使用績效及舒適性，有著密不可分的關聯性。使用者眼睛注視螢幕，手裡握著光筆點選 PDA 螢幕圖示，除了受到外在環境及硬體設備的影響外，諸如圖示上所呈現之資訊內容、螢幕圖示的配置和外觀、眼睛在螢幕圖示的對準動作和辨斷過程等，都可能影響使用者的點選績效。本章將文獻探討的焦點擺在光筆操作過程、螢幕類型與介面設計、呈現視認度、圖示配置與外觀呈現、注意力及其他相關理論等幾個主題上。

2.1 個人數位助理與操作探討

本節針對個人數位助理、光筆操作及手的基本動作等部分來加以進行探討。

2.1.1 個人數位助理

個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)是繼電子字典、手機之後迅速興起的消費性電子產品。目前在市面上主要分成「Palm OS」和「Pocket PC」兩種不同功能的機種。

「Palm OS」是一個有光環圍繞的個人資訊管理軟體 (Personal Information Manager, PIM)，透過廣大的軟體及網路資源的支援，將它提昇到了 PDA 的層次。Palm 的使用者把他們的電子記事本拿來當做手持式電腦來用，使用者透過 Palm 進行編輯文件、瀏覽網頁及收發電子郵件等工作，只單純使用內建 PIM 功能的反而不多。不過隨著科技的進步及時代的改變，使用者要求 PDA 能提供更加先進的功能；目前研發 Palm 的公司並不願意冒險投入這個市場，仍維持提供簡易的服務功能。

「Pocket PC」則像是 PIM/PDA「電子記事本」跟迷你筆記型電腦（如 Psion）的混合體。它也提供了 PIM 的功能，但不僅跟「Palm

OS」一樣只提供給你日常工作的摘要，還供給你一個具有彈性的「系統」。如同一般的桌上型電腦能從事現在的「日常工作」內容，包括如閱讀 Word、Excel 及 PDF 文件等。這個「系統」就像是一組經過特殊架構的應用軟體及資料檔，讓你可以像是在使用桌上電腦上般地輕鬆駕馭這些檔案。「Pocket PC」所採用的 Win CE 系統是一個具備多工（multi-tasking）的作業系統，即同一時間內你可以執行多個程式。舉例來說，你可以在播放一組 MP3 歌曲的同時，撰寫一個 Word 文件。

由於 PDA 的品牌種類甚多，實難以全部進行探討，本研究擬以功能強大的 IPAQ Pocket PC H3850 為實驗工具，來進行相關研究。

2.1.2 光筆

PDA 在操控過程中，需透過光筆(Light Pen)來進行點選的動作。光筆是一種尾端有線的筆型裝置，當光筆按壓在螢幕上時，它可感知顯示器上的掃描線光束。使用光筆輸入用到的只是自然反應，但光筆定位的解析度要比一般的觸控螢幕為佳。

在 PDA 螢幕上，運用光筆進行點選的工作，其基本操作動作可分為輕敲(tap)、輕敲並停止(tap & hold)及拖曳(drag)三種。本研究探討 PDA 點選圖示動作，則包括了輕敲並停止的動作(郭彥谷，2001)。

2.1.3 手的基本動作

Williams(1983)的研究指出，一般精細控制動作處理因需要精確操控物體的行為，常牽涉到手及手指的使用。

手的基本動作可分為下列五種(Kroemer et al.,1994)：

1. 物件或工具的精巧操縱，例如繪畫、書寫等，具高度準確性，和較小的施力與位移。
2. 物件的快速移動，例如扭轉開關、門鈕等，具中度準確度，但有較小的施力與位移。
3. 在多目標間經常性的移動，施力較小但仍具準確度，例如組裝機

械設備。

4. 位移較小但施力大的工作，例如旋轉螺絲帽。
5. 施力與位移皆大的動作，例如使用槌子敲打。

欲執行上列五項動作，手必須具備任務所需的準確度、施力大小與位移距離。手指最適合於執行快速與準確度高的動作，因此無論執行何種任務或應用手工具，都必須依賴手指抓取工作或物件，否則手難以發揮功能(張一岑，1998)。

Napier(1956)的研究指出，抓取動作可分為動力抓取(Power Grip)和精確抓取(Precision Grip)。

Singleton(1982)的研究指出，手部無數的活動或動作，最基本的分類應該是「抓握」與「非抓握」動作。「抓握」動作中，手指與手掌形成一封閉的動力鏈(a closed kinetic chain)，並對所抓握的物件施以壓縮力(compressive force)，幾乎動用整個手部為抓握；動用部份手部，尤其是以手指為夾；而在「非抓握」動作中，手部的施力，則以開放鏈的連桿組(an open chain of linkages)形態作用，在此情況下的物件，往往不需要手部的握持，即已具備相當程度的穩定性，觸摸、按壓、切削等都是屬於這類的動作。

光筆在點選 PDA 時，因為螢幕版面很小所以能夠移動的位移不大，故符合手的基本動作準則的第一條，即具**高度準確性和較小的施力與位移**。其點選動作因需透過手指夾住光筆來進行，可將之歸類為「抓握」。

根據動作經濟原則，將手部動作依動作範圍與動作耗力，分為五個級次：手指動作為一級，加手腕動作為二級，加前臂動作為三級，加上臂動作為四級，加身體其他部位動作為五級(張一岑，1998)。由上述分級法，例如在 PDA 上編輯文件，首先需動用到手指來握取光筆，而光筆的移動則需要動用到手腕和前臂，故**光筆操作可歸類為「三級動作」**。

2.2 視覺顯示器的介面設計與反應時間探討

本節針對視覺顯示器、人機介面、反應時間及其相關研究等部分加以探討。

2.2.1 視覺顯示器

研究螢幕介面設計必須先探討顯示介面的設備。目前視覺顯示器(Visual Display Terminal, VDT)乃是人與電腦溝通的主要介面。人們透過電腦螢幕進行閱讀和資訊的判斷,才能進行相關的工作。根據 Smith et al. (1981)的研究,一般 VDT 作業對眼睛所造成的影響遠比書面作業來的高。因此螢幕介面的設計好壞對使用者的作業有著關鍵性的影響。Hsu et al.(1996)的研究則指出,在一般作業中(定位、文書、繪圖),指標式輸入設備的使用沒有性別的差異。

目前電腦的視覺顯示器可分為陰極射線管螢幕(cathode ray tube, CRT)及液晶顯示螢幕(liquid crystal display, LCD)兩種。由於 LCD 視覺辨識佳、體積又輕巧,目前已逐漸取代 CRT 成為 VDT 中的主流(李冠慰, 1999)。

Satoru(1997)比較 CRT 螢幕與 LCD 螢幕的視覺作業績效,發現 LCD 螢幕的視覺搜尋績效顯著優於 CRT 螢幕。

Menozzi et al.(1999)比較 CRT 螢幕與 LCD 螢幕在各種照明環境下的視覺作業,發現 LCD 螢幕在搜尋作業下之錯誤次數顯著低於 CRT 螢幕;在較暗的環境照明下,LCD 螢幕的搜尋反應時間亦較快。

本研究所採用的 PDA,在硬體上即採用了具低輻射性和視覺辨識佳的 LCD 為螢幕。

2.2.2 圖示

電腦圖示(icon)包含了外框(border)和背景(background),並且需要有標籤(label)說明此圖示之意義。

林振陽和洪嘉永(1995)認為電腦圖像其視覺資訊傳達方式,可分為文字(word),圖示(icon),及符號(symbol)等三種。

張繼文(1995)的研究指出圖示設計應考量人類對視覺的認知和注意力的需求。

本研究即透過圖示(icon)為衡量 PDA 點選績效之參考指標。

2.2.3 人機介面與反應時間

一、人機介面

「人機系統」(Human-machine system)是人員與機具所組成的系統，在此系統中，人員與機具相互作用，以完成系統的目標。人機系統包括顯示、控制裝置及機具內部構造。在電腦系統中，「人機系統」則是多樣系統(multi-systems)所組合而成。且各種系統不是孤立獨存的，而是相互關聯、相互作用的多個系統。

黃証柳(1997)指出「人機介面」為人與機器溝通的媒介，一般在電腦上設計的人機界面應包含以下的特性。

- 1.使用者可憑直覺的反應去操作電腦。
- 2.操作程序簡便。
- 3.工具的外觀擺設具彈性。

「人機介面」，實際上是一種為了簡化使用者操控電腦及其所有周邊的一種總稱。從人一機—環境三者之間產生交互作用中，可以得知人員涉及的行為有感知，資訊處理與決策及操控等三者。

在本研究中，「人機介面」乃是指使用者利用光筆和螢幕之間交互作用的部份。

二、人機介面設計理論

隨著人機介面研究的深入及設計領域的廣泛應用，越來越多的人開始追求「人性化」的設計思潮。「人性化」的設計理念，不僅僅只包括產品與使用者在機體上的「人性化」，認知上的「人性化」也同樣重要。基於建立人因工程的目標，必須特別重視與使用者溝通和工作任務分析。人因工程學者 Shneiderman(1992)的研究，因著重使用者的普及化、互動系統的普及化、以及生命攸關系統之高度信賴度的要求，促使電腦界對人因工程的重視。因此，近二十年來，電腦科學

的發展已漸漸從只談系統機械功能的本位，轉移至考量使用者經驗、能力、喜好的人本觀念(Human-oriented perspective)。

三、反應時間定義

由刺激發生至人員對刺激有所反應的時間稱為『反應時間』。反應時間的快慢，除了受到年齡、使用者經驗及工作環境的影響之外，還受刺激的本質、反應的經驗與動作的特性等因素的影響。

四、反應時間理論

Wickens(1984)認為反應受刺激的可區辨性影響，可區辨性愈佳，反應時間愈短。重複的刺激具有學習的效果，有減少反應時間的傾向。準確度的要求愈高，反應時間則有增加的傾向。反應所需的時間，除了依動作的性質而改變外，動作反應的特性也會影響動作所需的時間。例如在電腦操作上，由於軟體的視覺設計對個體察覺力的影響及動作表現受限於工作台的規劃，軟體的設計及硬體設施也會造成反應時間的差異(洪榮昭，1987)。

而以運動距離來看，根據 Fitts(1954)提出 Fitts' Law： $MT = a + b \log_2(2D/W)$ ， a 、 b 為實驗導出的常數，可大致預估人類的手部動作時間，但是學者 Shneiderman(1992)的研究則顯示動作時間與距離並非線性比率關係。

2.3 資訊呈現視認性探討

本節針對圖示裡的資訊呈現內容，透過視覺理論、視認度、數字視認度、英文字視認度及中文字視認度來進行探討。

2.3.1 視覺理論

PDA 螢幕圖示的點選過程，需透過眼睛來觀看圖示的位置並判斷圖示裡的標籤內容涵義。而人類在觀測物體時的閱讀績效，可透過視覺理論中的視角(Visual Angle)、視場(Visual Field)及視覺能力等三種角度來作為衡量的指標(張一岑，1998)。

1. 視角是視覺目標的兩端在瞳孔所形成的角度，以弧度 α 表示(1 弧

度=60 弧分)。弧度與目標物和眼的距離(D)與長度(L)有關。由下圖 2-1 所示， $\alpha = 2 \text{ Arctan}(0.5L / D)$ 。當視角小於 10 度時， $\alpha = 57.3L / D$ 。

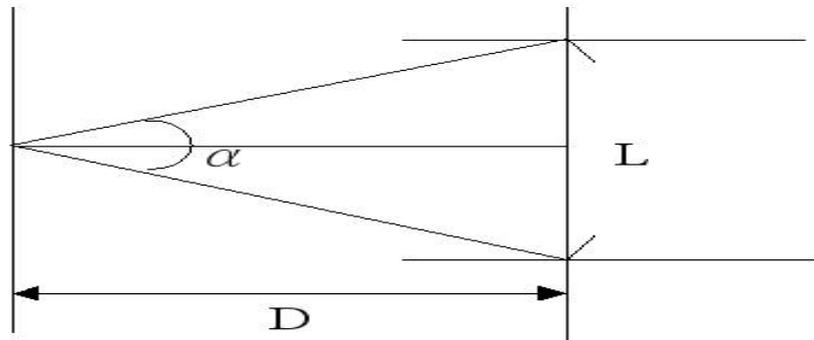


圖 2-1 視角示意圖

2. 視場是雙眼能看見的區域。
3. 視覺能力包含視銳度、對比敏感度、知覺速率及辨識能力等。

視銳度(又稱視力)為眼睛能夠分辨兩個不同的點線或清晰地偵測物體細部構造的能力，這主要取決於眼睛的調適作用。換言之，視銳度為眼睛的分辨能力。

眼睛對於光亮背景下的暗物之視銳度會大於黑暗中光亮物體的視銳度。這是由於背景光亮時，瞳孔縮小，減少因反射而產生的錯誤之緣故。Kantowitz 和 Sorkin(1983)研究發現，字體高度以產生 10 至 24 分之間的視弧最佳，當視弧為 10 分時，90%的字母數字可被正確地辨識，當視弧增至 24 分時，幾乎所有的字母及數字皆可被辨識。

知覺速率(Speed of Perception)是影像出現後，經視覺感受跟傳導，直到腦中感知的速度。它是以視覺反應時間來測定。一般人的平均知覺速率為 0.2 秒(張一岑，1998)。在光亮的環境與對比鮮明的條件下，知覺速率較快。知覺速率對於從事航空、運輸工作的人非常重要，它是影響閱讀的重要因素之一。

2.3.2 視認度

Sanders 和 McCormick(1993)從人因工程的觀點，在評估或設

計文字顯示時，所使用的指標包括以下 3 種：

1. 可見度(Visibility)：能從背景中分離文字或符碼的屬性。
2. 視認度(Legibility)：指文數字彼此之間辨識對方為何者的屬性。
3. 易讀度(Readability)：指文數字以有意義的群組方式表示，使人能夠容易解讀資訊內容屬性。

視認度、照明與所欲注視的物體特性有關。根據 Grandjean(1979)的研究，視認度與照明水準有關。照明越佳，視認度越高。研究亦發現符號或字碼越鮮明，視認度越佳。

當人們在觀看視覺顯示器時，通常其視認度是指人們是否能分辨螢幕上文字符號的關鍵細部。而此關鍵細部則因為觀測對象的大小、方向、顏色之變化而有不同的反應。

2.3.3 數字視認度

Tullis(1986)的研究指出，顯示面板上的文字、數字密度越低，越易於辨認。他亦指出螢幕的配置若太過複雜將使人混淆。

Hitt(1961)曾經使用數字、字母、幾何圖形、方位配置及顏色等五種不同的符碼，代表地圖上不同區段的建築物、設施，並且要求受試者掃描後，進行辨識、定位、計數、比較及確認。研究結果顯示以顏色與數字的效果最佳。

2.3.4 英文字視認度

英文為拼音文字，文字由字母組成。由於 PDA 上的字型變化有限，本研究探討英文字視認度時僅考慮字型為 Times New Roman。

莊仲仁和鄭柏勳(1984)的研究指出，使用手冊常以中、英文作為資訊內容的傳達方式。其應用字體在型式上的區別(例如中文字體上有楷書、細明體、隸書和行書等；英文字體型式有小寫、大寫、草寫和斜體等)，在文章的表達上卻分別代表了不同的涵義。例如以英文字來說，小寫書體閱讀速率比大寫書體快；混合書體的辨識性較差，但讀者比較喜歡。

在一些西方文章的研究裡，亦發現這樣的共通性。Poulton (1967) 的研究發現，小寫鉛字印刷的文章比大寫鉛字印刷的文章來的易於閱讀。因此，相同密度而不同筆劃數的字，必然以不同大小的字體呈現，才具有相同的可辨識度。這亦是本研究擬予確認的關聯研究目的。

Sun et al.(1985)的研究則指出中文的水平閱讀平均凝視時間低於英文的凝視時間。

蔡登傳(2000)的研究則指出中文筆劃數少的視認度優於筆劃數多的視認度。

2.3.5 中文字視認度

螢幕上呈現的中文字型亦是影響 VDT 工作站使用者視覺績效的因子之一。Shieh et al.(1997)的研究指出，快速文字辨識作業時的辨識率，細明體顯著優於標楷體。由於 PDA 上的字型變化有限，本研究探討中文字視認度時僅考慮字型為細明體。

蔡登傳等(1999)研究螢幕型式與解析度對中文視認度的影響，發現中文字呈現在 LCD 螢幕時，其視認度不受解析度影響。

Huang et al.(1992)的研究指出，中文字的字型結構為方塊結構，其指定寬高比為 1：1。所以無論筆劃數多寡，每個字所佔有的面積都相同，但並非每個字實際所用面積都全部填滿。因此在有限的面積裡，要成功吸引人的注意，進而達到正確認知的目的，必須注意文字的疏密程度。事實上，中文字的分布極廣，從 1 劃(一)到 32 劃(鸞)均有，故字型密度變化甚大。

艾偉(1965)研究中文字型結構與觀察容易度的影響，發現筆劃數少於 10 的字容易辨識；大於筆劃數 10 的文字，其觀察的難易度視其字型之組織和稠密程度而定。

朱曉平(1991)的研究亦證實筆劃數對字詞辨識的難易有影響。

葉重新和劉英茂(1972)也發現，多筆劃的字比少筆劃的字之視認度來的低。這可能是因為不論筆劃數多或筆劃數少的字都佔有同樣大的空間，因此筆劃數少的文字因字體呈現密度較低，辨識文字的特徵

就較為容易(Neisser,1967)。

張銘勳(1994)的研究發現，細明體具有較高的辨識正確率。隨著筆劃數的增加，字型辨識率也隨之下降。

2.4 電腦顯示裝置與閱讀過程之探討

本節針對電腦顯示裝置、閱讀順序、位置及其相關研究等部分加以探討。

2.4.1 電腦顯示裝置

顯示裝置是電腦設備與人溝通的工具，而且是與資訊提供者的感覺、知覺之間的橋樑，溝通的效果受下列三種因素影響：

- 1、訊號與人類感官的相容性：人的感覺系統必須能清晰地接收顯示裝置所發出的訊號，否則無法達到溝通的目的。
- 2、訊號內容的解讀能力：人必須依據其過去的經驗、訓練來解讀訊號內容，否則無法瞭解所欲傳送的資訊。
- 3、時間、空間或相關配合因素：顯示裝置必須裝置於醒目的位置，在恰當時間，以適當的方式傳送，以引起人的注意(張一岑,1998)。

2.4.2 閱讀順序

在現代化的工業國家中，如飛機駕駛艙與核電廠等先進電腦控制室，透過許多複雜並列的操控面板以進行許多的工作。這些控制室不容許操作人員對重要的關鍵性操控面板發生稍微的疏忽，因為一個小小的疏失可能會引起一場巨大的災難(Eberts,1994)。所以注意力的重要性是不能忽視的。

根據詹姆士(James)在其心理學原論上所說，人類在觀察物體或閱讀時，只有視網膜上的一個小點(即中心窩)，能夠有明顯的印象。當離開中心窩越遠，則視網膜上所感覺的印象越不明顯，但在中心窩周圍的印象，則會有暗示的作用產生。因為當視野較寬，這種暗示的作用也較明顯，所以閱讀的方向、順序和視野的大小也有關係(管倖生，

2001)

此外，由於眼的移動耗費時間，兩個讀取順序相鄰的圖示如果距離太遠，操作員必須重新瞄準視線，耗時較長。因此，顯示器的圖示配置應配合讀取的順序。依據心理物理學的測試結果，人對於顯示與控制移動的方向皆具有偏見。一般人期望向前、向右或向上的移動與順時針方向的轉動為數值或功能的增加；向左、向下的移動與逆時針方向的轉動為減少。控制/顯示的移動方向如與人的偏好相容時，可以減少反應時間、失誤次數與微調所需時間。

Rubens 和 Krull(1985)的研究指出螢幕左半面較能引起學習者的注意，因此可將重要資訊置於此區域內。李杉峰(1989)對於直排版面的研究指出，人們的注意率為右下>左上及右上>左下。李凌霄(1990)的研究指出，對西方橫排版面的實驗，視線的移動傾向為由左至右，由上至下。中文版面在傳統上的排法為由上至下，由右至左的直排，但由於學術上的需求，需要在中文中加入阿拉伯數字或英文的情況越來越多，以至於中文編排的方式逐漸趨向由左至右，由上至下的排版方式。

湯嘉明(2000)研究指出，受測者觀看螢幕時的視覺焦點及移動方向依序為：左上>右上及右下>左下。

吳進北(2001)研究指出，螢幕圖示點選順序為右至左>左至右；逆時針>順時針；上至下>下至上。

2.4.3 位置

位置知覺可依察覺刺激物的方向和距離而分為視野及深度。Shaw 和 Shaw(1977)的研究發現，人們的注意力會因為一目標出現在不同的位置而調整其分布在空間上的資源能量大小。研究中指出，當目標物位置發生改變時，受試者的反應會隨其機率的變化而改變。

陳俊瑋(2000)的研究指出，電腦使用者介面之物件排列方式與物件排列位置均會影響使用者選擇與注意力的表現。

Akamatsu 和 Sato(1944)的研究指出，閱讀版面的注意率為右上>

左下。Arnold (1969)的研究發現，讀取橫排版面時，對於版面的注意率為左上>右上>左下>右下。方貝瑜(1998)的研究發現，網頁的位置安排依序為左方>上方>右方>下方。

吳進北(2001)發現使用桌上型電腦螢幕時，圖示點選位置績效為第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限>第 IV 象限。

根據 Adams 的實驗結果顯示，版面上的視覺有兩種不同的中心，分別為視覺中心(Optical center)與數學中心(Mathematical center)。數學中心是依數學計算後所區分的中心點，視覺中心則為錯視結果的中心點，視覺中心高於數學中心約十分之一左右。若將版面區分為上下兩個視覺區時，其個別注目率為上 85.5%與下 14.5%;若將版面區分為左右時，由於中文閱讀之習慣，其注目率為右 70%、左 30%。由此可以得知，上方的版面位置比右方的版面位置，更能吸引使用者的注意力(李杉峰，1989)。

楊志(1998)的研究指出，英文報紙的左上角注目率優於右上角，中文報紙的右上角注目率優於左上角。如果相同報紙之同頁的版面橫分成四欄時，其注目率以中間上方位置最高，中間下其次，最上又次之，最下一欄則為最低。

英文報紙的左邊比右邊有更高的注目率，其主要原因是反映了西方人的讀書寫字都為由左至右的習性所影響(田中洋和丸岡吉人，1993)。

2.5 顏色、亮度及極性

許多電腦都配備有彩色螢幕以顯示出數百萬種色彩，透過這些色彩的組合，可以有效的將各種文字及圖像顯示在螢幕上(陳建雄，1999)。因此，如何有效運用圖示上顏色以提昇使用者的電腦操作績效，已成為人因工程上重要的課題。

根據國際照明學會(Commission International de l'Éclairage, CIE)制定以光線刺激來表色的方法，任何一個顏色都可用它所包含的紅、綠、藍三原色的比率呈現。但由於光色素並非平均分配於人的視網膜

上，所以視場外圍的顏色就難以辨識清楚。在正常照明條件下，眼睛平視向前，左右各 60 度、垂直向上 30 度、向下 40 度，視場以內的物體顏色皆能清楚辨認(張一岑，1998)。

事實上，人對於顏色的知覺、反應為主觀且心理層次的影響，而非物理性的作用。人們會對顏色產生視覺以外的反應，例如：紅、黃、橙色令人產生熱跟溫暖的感覺；藍、紫色令人產生冷與寧靜；淡色較深色陰冷；白色代表高雅跟清潔；黑色代表肅穆。因此，顏色對於人的心理影響是不可否認的，適當的顏色配置可以調適人的心情並進而提高工作效率(張一岑，1998)。

因此，顏色可說是影響電腦螢幕作業績效的重要因素，它既能增加螢幕界面的美感和價值，讓使用者更願意接觸電腦，亦可以幫助使用者與電腦的溝通(Pastoor,1990)。但不恰當的使用顏色會造成績效受損，甚至導致視覺疲勞的結果(張柏駿，1996；陳明德，1997)。

Snyder(1988)的研究指出一個好的 VDT 應該要有好的解析度、不會閃爍及使用適當且有限的色彩。

Chang 和 Ogino(1987)在炫光對彩色 VDT 的編輯作業的影響研究中，以黑底琥珀字、黑底白字、藍底黑字、白底黑字、黃底白字五種色彩組合。分析結果發現，在有炫光的情形下，色彩的差異並不顯著；在沒有炫光的情形下，其優劣順序為藍底白字>黑底琥珀字>黑底白字>黃底白字>白底黑字。

Matthews et al.(1990)研究長時間螢幕工作時，色彩對視覺績效及主觀疲勞的影響，他們所用的螢幕色彩包括黑底綠字、黑底紅字、黑底藍字、黑底白字、藍底紅字、綠底紅字、綠底藍字，結果顯示不必避免使用紅色或藍色。

Pastoor(1990)針對 VDT 文字/背景的色彩組合對績效與主觀偏好影響的研究指出，在二種固定亮度對比下，對 800 種顏色組合作主觀評量，發現受試者偏好以冷色(藍色及青藍色)為背景色。彩度是影響評分的最重要因素，不飽和的色彩組合有較佳的評分。

林清泉(2000)針對 VDT 文字/背景的色彩組合研究指出對績效與

主觀偏好影響的結果為黃底藍字的偏好最高，而紅底紫字為最低。

吳姮憶(1998)的研究指出，黃底白字的色彩組合與高複雜度文字會對目標字辨識時間有顯著較差之影響。

Shieh and Chen(1997)發現受試者在 VDT 工作站的視覺績效，有隨色差的增加而變佳的趨勢。

Shieh and Lin(2000)的研究指出，受試者在 CRT 及 TFT 型式 LCD 的視覺績效，在色彩組合上對於英文字母辨識績效有顯著差異，同時也有較高的主觀偏好。

此外，除了文字\背景顏色組合外，螢幕的亮度對比也是影響視覺績效的因素。ANSI/HFS(1988)建議亮度對比至少為 3：1。

螢幕極性一般分為陽性呈現和陰性呈現兩種。Dillon(1992)指出，以暗字呈現在亮底上(如白底黑字)稱作陽性呈現(positive image polarity)；以亮字呈現在暗底(如黑底白字)則稱為陰性呈現(negative image polarity)。

郭建宏(2000)的研究發現極性不如色彩來的重要，VDT 背景色彩以冷色系色彩為佳。謝光進等(2003)的研究則指出極性對 VDT 辨識速度的影響並不顯著。

由於人力和時間成本的限制，實難以針對每個變項都一一作探討，加上文獻中亦發現極性和亮度未必會對 VDT 辨識過程中產生顯著影響，故在研究顏色過程裡便不探討有關極性和亮度的影響。

2.6 圖示大小

對比敏感度(Contrast Sensitivity)是眼睛分辨物體與背景亮度差異的能力。根據 Grandjean(1979)的研究，人眼對於較大面積的對比敏感度高，對較小面積的靈敏度低。

在主觀認定上，圖示愈大當然代表有更好的點選效率。但螢幕的空間實在有限，較大的圖示若效率提昇並不明顯，只是徒然浪費空間而已。對複雜的多選項作業，或空間有限的手持式裝置如行動電話、掌上型電腦等影響卻可能很大。

陳美麗(2000)的研究指出，學童使用的電腦畫面，圖示大小不宜小於 6.7mm，最好採取較大的圖示設計，而建議 16.5mm 時感覺很輕鬆，可供參考。吳進北(2001)的研究指出，高職生所使用的電腦畫面，圖示大小建議採取 5.3mm，可供參考。

2.7 研究方法

有關圖像介面的研究，許多研究都指出圖像化人機介面資訊顯現方式非常簡單且易於明瞭，進而降低了使用者記憶上的負擔和電腦系統的複雜度。而本研究則透過光筆點選螢幕上的圖示來衡量 PDA 之點選績效。光筆的點選反應時間，包含了(1)使用者尋找圖示的搜尋時間(2)使用者判斷圖示標籤上內容的時間(3)利用手臂移動光筆至圖示的手臂移動時間(4)光筆與圖示對準的對準時間。

本研究以獨立的實驗一(文字及數字類型)、實驗二(點選順序、點選位置)及實驗三(背景顏色及大小)對眼睛搜尋時間、使用者知覺判斷時間、手臂移動時間、對準時間等四個主要點選反應時間來構成要素關係，並透過實驗數據來分析比較。本研究擬以統計軟體 SPSS 為主要分析工具，針對實驗數據和問卷結果進行變異數分析(ANOVA)、多元全距分析(Duncan's Multiple Range Test)、迴歸分析(Regression Analysis)及主成份分析(Principal Component Analysis)。

「變異數分析」是一種透過分析樣本中資料各項差異的來源，以檢定三個或三個以上母體平均數是否相等或是否具有顯著差異的方法。本研究在變異數分析過程中未分析到 3 因子以上，是因為因子太多會造成各因子的影響性相對減弱，導致難以判斷真正造成主要影響的變項，故僅針對 2 因子進行探討。

變異數分析的結論若能達到統計顯著水準，則應作統計上的後續分析。常見的方法為「多元全距分析」，這是一種將資料由小至大重新排列後，針對資料各群之間的平均數進行交互比較的分析方法。

一般在進行資料分析的工作常會看到變數之間存在一定的相關關係。研究變數之間相互關係密切程度的分析稱為相關分析。

研究變數之間的相關分析時，將其中一些的因素作為控制變數(因變數，Independent Variable)，而另一些隨機變數作為它們的應變數(Dependent Variable)，這種關係分析就稱為「迴歸分析」。

「主成份分析」是研究多個定量變數間相關性的一種多元統計方法。它是研究如何透過少數幾個主變量來解釋多變數的變異數。主成份分析常被用來尋找判斷某種事物或現象的綜合指標，並將綜合指標所蘊含的資訊適當的解釋，以更深刻地表達事物的內在規律(劉明德等，2002)。

2.7.1 研究目的

茲將本研究的研究目的整理如下所示：

- 1、透過實驗以了解螢幕上圖示裡的資訊呈現內容，是否會造成點選 PDA 績效的差異。
- 2、研究圖示點選順序是否會造成 PDA 點選績效的差異。
- 3、探討點選不同的位置是否會造成 PDA 點選績效的差異。
- 4、分析不同的背景顏色是否會造成 PDA 點選績效的差異。
- 5、比較不同大小的圖示是否會造成 PDA 點選績效的差異。
- 6、藉由實驗的結論與問卷的結果進行比較，並探討主觀上的認知與實務上的差異。最後再把過去國內外的文獻與本研究的結論作交互探討。
- 7、提供未來有興趣於從事 PDA 介面設計者，作為參考的資料。

2.7.2 實驗設計

本研究主要討論的因變數有五個，分別為資訊呈現內容、點選順序、點選位置、背景顏色、大小等變數；應變數有完成時間、主觀評量(Subjective Assessment)等。各變數之操作模型定義個別敘述如下：

● 因變數

1. 文字、數字呈現類型：

分為阿拉伯數字、英文大寫、英文小寫、高密度中文字、低密度

中文字等五種水準(蔡登傳，2000；吳進北，2001)。過去在文字類型分類上，常常透過文字及數字來呈現，本研究融合過去學者分類上的應用，並將之擴大以人因工程觀點出發來探討小螢幕的資訊呈現。

2. 點選順序：

分為順時針、逆時針、左至右、右至左等四種水準(吳進北，2001)。

3. 點選位置：

分第 I 象限、第 II 象限、第 III 象限、第 IV 象限等四種水準(吳進北，2001)。

4. 背景顏色：

分為紅底黑字、綠底黑字、藍底黑字、紫底黑字、白底黑字等五種水準。

5. 圖示大小：

依圖示(Icon)面積小由到大可分為 16mm^2 、 36mm^2 、 64mm^2 、 100mm^2 、 144mm^2 等五種水準。

● 應變數

1. 完成時間：實驗操作完成時間。

2. 主觀評量：問卷上的統計數字透過統計分析進行主觀評量。

2.7.3 受試者

本實驗之受試者共包含了 47 位東海大學工業工程與經營資訊學系的學生(其中男性 40 位，女性 7 位)，平均年齡為 22 歲。每位受試者健康狀態良好，皆無手部的傷害。受試對象，配帶眼鏡者其矯正後視力均達 0.8 以上並且無色盲。

2.7.4 實驗設備及器材

本研究的工具包含問卷、測試軟體及相關電腦設備，茲分述如下。

1、康柏代理的 IPAQ Pocket PC H3850 三台，如圖 2-2 所示。其外觀



圖 2- 2 PDA 實驗起始畫面圖

為 3.3" x 5.3" x 0.62"，1" = 1 英吋 = 2.54cm；螢幕解析度為 240x320 pixels，可視區域為 2.26" x 3.02"的彩色螢幕；64MB 記憶體；32MB Flash ROM；核心作業系統為 WinCE3.0。

2、光筆 3 隻。

3、聯強 (LEMEL) 17" CRT 螢幕一台。

4、Pentium III/866Hz 個人電腦一台(128MB 記憶體；核心作業系統為 Windows 2000)。

5、解析度 400-1800 dpi 標準半光學滑鼠(昆盈精靈鼠)一只。

2.7.5 實驗步驟

1、受試者將 PDA 置放於人因實驗室之實驗桌上。其中，統一螢幕中心點與桌延的距離為 30 公分，桌面與地面的距離為 77 公分。受試者的眼睛與螢幕畫面呈俯角 45⁰，並以右手進行試驗，如圖 2-3 所示。



圖 2-3 受試者進行實驗環境畫面示意圖

2、實驗時採取兩人為一組。其中一人負責進行實驗，另一人負責記錄實驗數據。實驗時，受試者將 PDA 置於桌上，並握取光筆進行試驗。記錄者負責告知受試者所需點選的第一個圖示內容。受試者依據實驗介面所提供的訊息提示來點選下一個圖示，而記錄者負責記錄螢幕畫面上的數據。

3、受試者於正式實驗前，先行測試一次，藉以瞭解整個受測步驟。受試者依隨機方式，分別使用擁有不同螢幕畫面配置的實驗環境，並依記錄人員及電腦程式說明畫面的引導，進行相關測試。除使用者基本資料及使用者偏好問卷填寫外，其他部份均採線上作業。

2.7.6 實驗方法說明

本研究為探討圖示呈現資訊對 PDA 點選績效之影響，採取了五種不同的文字、數字類型(阿拉伯數字、英文大寫、英文小寫、高密度中文字、低密度中文字)，並搭配四種點選順序(順時針、逆時針、

左至右、右至左)及點選位置(第 I 象限、第 II 象限、第 III 象限、第 IV 象限)來進行研究。本研究亦探討圖示上標籤的外觀(背景顏色、大小)對 PDA 點選績效之影響。以下為圖示位置與文字呈現類型關係之示意圖，如下圖 2-4 所示。

代號：7、G、g 馬、七 位置：A	代號：2、B、b 牛、二 位置：B	代號：10、J、j 雞、十 位置：C	代號：5、E、e 龍、五 位置：D
代號：1、A、a 鼠、一 位置：E	代號：9、I、i 猴、九 位置：F	代號：4、D、d 兔、四 位置：G	代號：12、L、l 豬、十二 位置：H
代號：8、H、h 羊、八 位置：I	代號：3、C、c 虎、三 位置：J	代號：11、K、k 狗、十一 位置：K	代號：6、F、f 蛇、六 位置：L

圖 2-4 圖示位置與文字呈現類型之代號的說明圖

上述的代號表示螢幕畫面上的圖示所代表的呈現資訊內容，而實驗中的 PDA 螢幕介面則被規劃成 12 個圖示。茲將此 12 圖示在螢幕上的配置關係以下圖 2-5 表示。

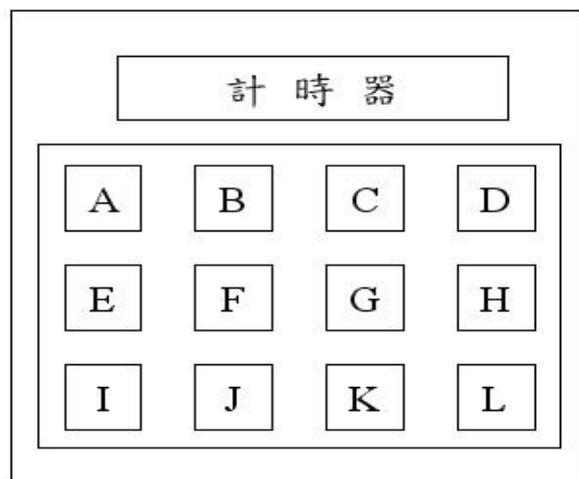


圖 2-5 PDA 之螢幕圖示配置示意圖

2.7.7 實驗變項說明

本研究在研究時，母體的樣本特性皆能符合分析的方法。本研究針對螢幕的大小，透過 12 個正方形的圖示進行研究。在兼顧研究的一致性和研究限制的侷限下，在進行點選順序和位置的實驗時，選擇圖示背景顏色皆為藍底黑字，圖示大小為 100mm^2 。但在文字呈現資訊上則依阿拉伯數字(1-12)、英文大寫(A~L)、英文小寫(a~l)、高密度中文字(鼠~豬)及低密度中文字(一~十二)來比較彼此之間的差異程度。

在進行背景顏色和大小的實驗時，因為時間成本和人力的限制，僅針對圖示裡的呈現資訊為阿拉伯數字來進行試驗。在進行背景顏色實驗時，選擇圖示大小為 100mm^2 來進行研究。在進行圖示大小實驗時，選擇圖示背景顏色為藍底黑字來進行研究。

由於時間和成本上的限制，在點選圖示時限定起始點為端點(如 7、5、6 等)否則會太過複雜。實驗過程中螢幕的亮度比均採 3：2 來進行所有研究。

第三章 文字、數字類型對 PDA 點選績效之影響

PDA 圖示上的標籤內容為引導使用者點選圖示的重要資訊傳播媒介。圖示標籤上所呈現的資訊內容，隨著不同的文字、數字類型會有不同的視覺判斷反應，並影響使用者在知覺上的判斷而導致點選圖示反應時間的變化。

本章欲透過實驗的進行來探討 PDA 螢幕，在不同的文字、數字呈現類型與點選順序下，對點選 PDA 績效之影響。本研究各變項績效透過完成時間量測之。本研究希望透過問卷結果與實驗數據的比較，了解主觀認定與實驗值的差異，並比較文獻以茲作參考。

本章共分為五個單元來作研究探討，依序為：實驗目的、實驗數據分析與討論、問卷資料統計分析、問卷資料、實驗結果及文獻之分析比較、結論與建議。

3.1 實驗目的

透過本章實驗以了解螢幕上圖示的文字、數字呈現內容，是否會造成 PDA 點選績效的差異。

因此本實驗之目的為：

- 1、探討在不同圖示標籤上的文字、數字呈現類型的影響下，是否會影響 PDA 點選反應時間。
- 2、透過實驗值與問卷的比對，了解主觀認定與實驗值的差異。

3.1.1 受試者

本實驗之受試人員共包含 47 位東海大學工業工程與經營資訊學系的學生(其中男性 40 位，女性 7 位)，平均年齡 22 歲。每位受試者健康狀態良好，皆無手部的傷害。受試對象，配帶眼鏡者其矯正後視力均達 0.8 以上並且無色盲。

3.1.2 實驗設備及器材

本研究的主要工具為問卷、PDA 及相關電腦設備，茲分述如下。

- 1、康柏代理的 IPAQ Pocket PC H3850 三台(外觀為 3.3" x 5.3" x 0.62"，1" = 1 英吋 = 2.54cm；螢幕解析度為 240x320 pixels，可視區域為 2.26" x 3.02"的彩色螢幕；64MB 記憶體；32MB Flash ROM；核心作業系統為 WinCE3.0)。
- 2、光筆 3 隻。
- 3、聯強 (LEMEL) 17" CRT 螢幕一台。
- 4、Pentium III/866Hz 個人電腦一台(128MB 記憶體；核心作業系統為 Windows 2000)。
- 5、解析度 400-1800 dpi 標準半光學滑鼠(昆盈精靈鼠)一只。

3.1.3 實驗設計

在測量不同情況的數據時，為避免受試者刻意在某種情況下有較佳表現而影響實驗結果。因此在實驗前不事先告訴受試者實驗順序，只要求受試者依造指示進行實驗。為了避免學習效果，整個實驗過程完全採隨機方式來進行，以降低實驗順序所造成的實驗誤差。本實驗共有兩個因變數及兩個應變數，其個別敘述如下：

● 因變數

1. 文字、數字呈現類型：

分別為阿拉伯數字、英文大寫、英文小寫、高密度中文字、低密度中文字等五個水準。

2. 點選順序：

分別為順時針、逆時針、左至右、右至左等四個水準。

● 應變數

1. 完成時間：實驗操作完成時間。

2. 主觀評量：問卷上的統計數字透過統計分析進行主觀評量。

3.1.4 實驗步驟

1. 受試者將 PDA 置放於人因實驗室之實驗桌上。其中，統一螢幕中心點與桌延的距離為 30 公分，桌面與地面的距離為 77 公分。受試者的眼睛與螢幕畫面呈俯角 45° ，並以右手進行試驗。
2. 實驗時採取兩人為一組。其中一人負責進行實驗，另一人負責記錄實驗數據。實驗時，受試者將 PDA 置於桌上，並握取光筆進行試驗。實驗詳細流程如圖 3-1 之測試流程圖所示。記錄者負責告知受試者所需點取的第一個圖示內容。受試者依據實驗介面所提供的訊息提示來點選下一個圖示，而記錄者負責紀錄螢幕畫面上的數據。其中，圖 3-2 為實驗中的部分 PDA 螢幕起始畫面。

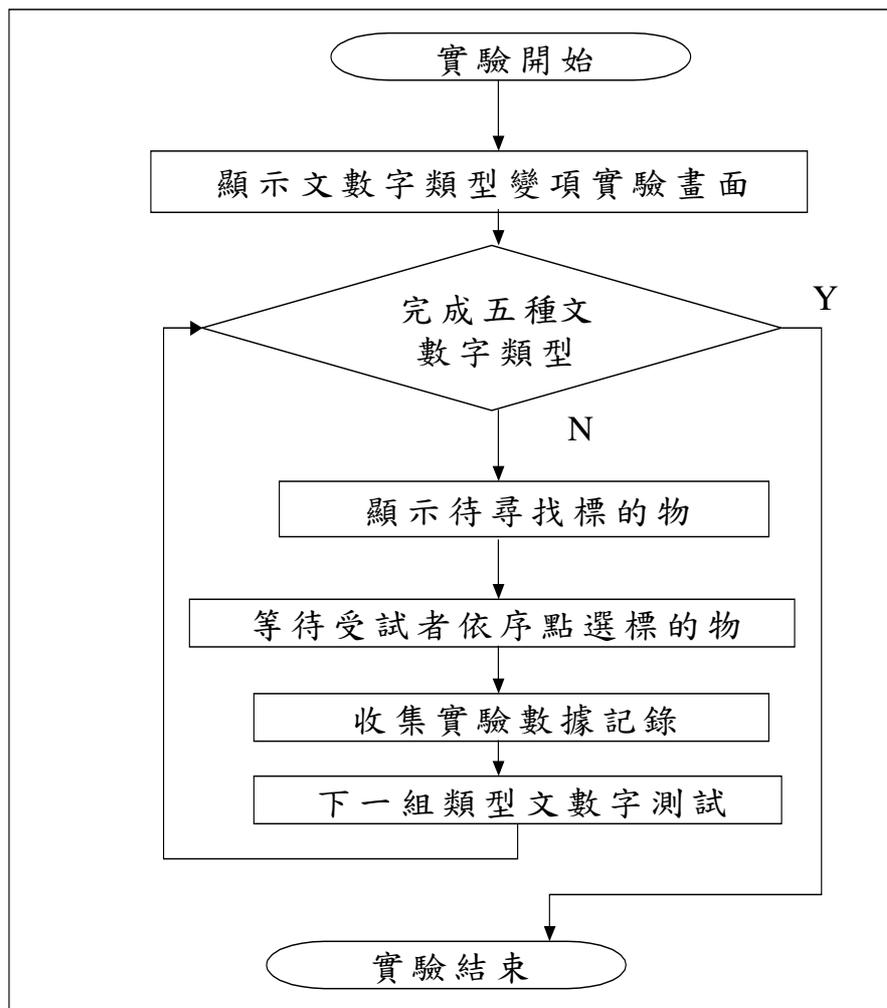


圖 3-1 文字及數字類型變項之測試流程圖

3. 受試者於正式實驗前，先行測試一次，藉以瞭解整個實驗步驟。受試者實驗前並不知道點選過程的詳細順序。為了避免實驗中產生學習效果，依隨機方式讓受試者進行不同螢幕介面的實驗，並依記錄人員及電腦程式說明的引導下，進行測試。除使用者基本資料及使用者偏好問卷填寫外，其他部份採線上作業。

4. 實驗的點選過程：

以實驗中的部分點選順序為例，參考圖 3-2 並分成 4 點描述之。

(1) 順時針作業：

阿拉伯數字：5→12→6→11→3→8→1→7→2→10→4→9。

英文字大寫：E→L→F→K→C→H→A→G→B→J→D→I。

英文字小寫：e→l→f→k→c→h→a→g→b→j→d→i。

高密度中文字：龍→豬→蛇→狗→虎→羊→鼠→馬→牛→雞→兔→猴。

低密度中文字：五→十二→六→十一→三→八→一→七→二→十→四→九。

(2) 逆時針作業：

阿拉伯數字：7→1→8→3→11→6→12→5→10→2→9→4。

英文字大寫：G→A→H→C→K→F→L→E→J→B→I→D。

英文字小寫：g→a→h→c→k→f→l→e→j→b→i→d。

高密度中文字：馬→鼠→羊→虎→狗→蛇→豬→龍→雞→牛→猴→兔。

低密度中文字：七→一→八→三→十一→六→十二→五→十→二→九→四。

(3) 左至右作業：

阿拉伯數字：7→2→10→5→1→9→4→12→8→3→11→6。

英文字大寫：G→B→J→E→A→I→D→L→H→C→K→F。

英文字小寫：g→b→j→e→a→i→d→l→h→c→k→f。

高密度中文字：馬→牛→雞→龍→鼠→猴→兔→豬→羊→虎→狗→蛇。

低密度中文字：七→二→十→五→一→九→四→十二→八→三→十一→六。

(4) 右至左作業：

阿拉伯數字：6→11→3→8→12→4→9→1→5→10→2→7。

英文字大寫：F→K→C→H→L→D→I→A→E→J→B→G。

英文字小寫：f→k→c→h→l→d→i→a→e→j→b→g。

高密度中文字：蛇→狗→虎→羊→豬→兔→猴→鼠→龍→雞→牛→馬。

低密度中文字：六→十一→三→八→十二→四→九→一→五→十→二→七。

5. 以文字呈現型態為英文大寫為例(另外四種情況雷同)，進行點選作業，實驗測試步驟如下所示：

螢幕起始畫面→顯示說明畫面→等待受測者點選標的物→測試結果畫面(如圖 3-3 所示)。

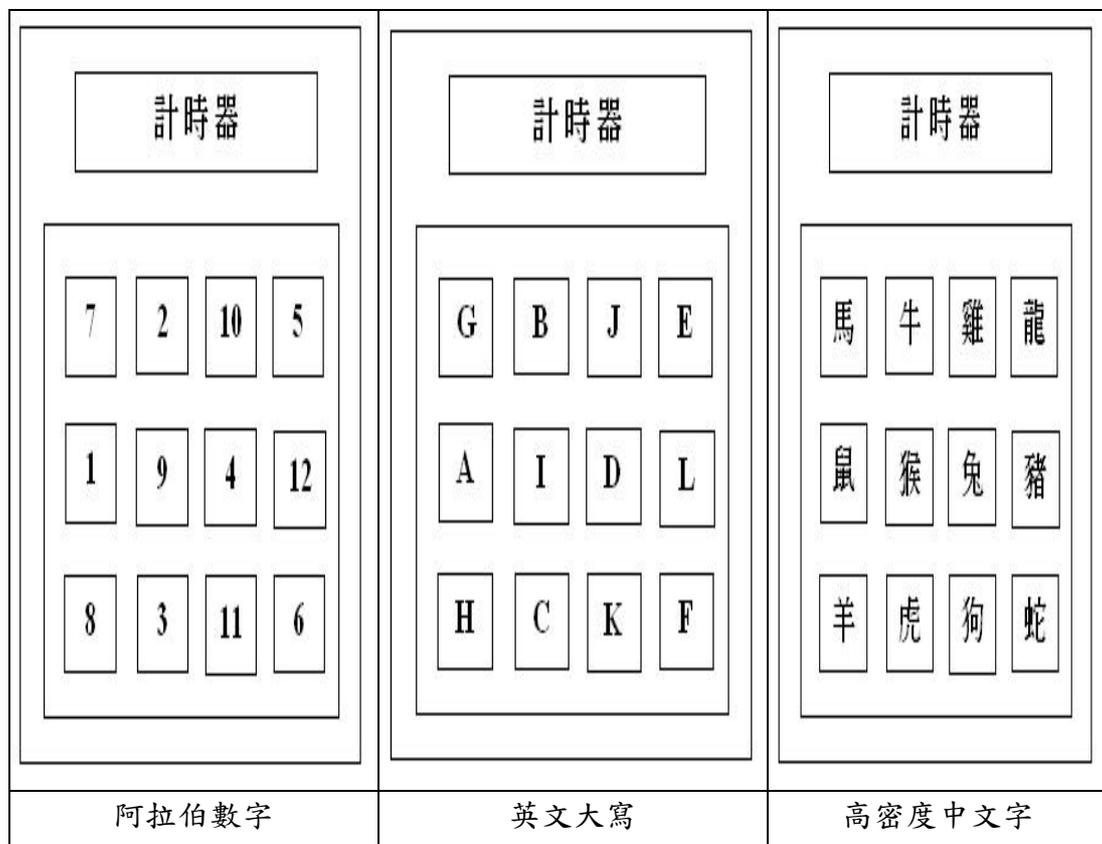


圖 3- 2PDA 實驗螢幕起始畫面示意圖



圖 3-3 實驗步驟說明圖

上圖 3-3 表示受試者進行文字之呈現類型為英文大寫時，所經過的實驗步驟。首先，受試者先點選第一個圖示，內容為 G。經過程式確認已點選 G 之後，再接著點第二個圖示，並一直持續點選動作到第 12 個圖示。第 12 個圖示之文字呈現內容為 D，在點選完第 12 個圖示後，程式會提醒受試者已完成實驗。在按下確認動作後，所出現的數字 19:1 代表實驗共花費了時間 19.1 秒。實驗中，若錯過提示，則必須點選到正確的圖示才會有進一步的點選動作，而點選的次數亦會累積記錄在 PDA 螢幕上。若共點選了 14 次，代表有點錯兩次。

3.2 實驗數據分析

本研究所得之資料應用變異數分析法(ANOVA)進行分析，採顯著水準 $\alpha = 0.05$ ，分析各研究變項對點選反應時間之影響性。若變異數分析主效果達顯著水準，則利用多元全距分析(DUNCAN)來多重比較分析主效果之組間差異。本研究並進而探討文字、數字呈現類型之主成份分析(Principal Component Analysis)。

3.2.1 文字、數字類型變項對反應時間之探討說明：

本研究為探討圖示標籤上的文字、數字類型對光筆點選效率之影響，採取了五種不同的資訊呈現類型來進行研究。以下圖 3-4 為不同圖示標籤上資訊呈現內容與螢幕介面配置之探討：

代號：7、G、g 馬、七 位置：A	代號：2、B、b 牛、二 位置：B	代號：10、J、j 雞、十 位置：C	代號：5、E、e 龍、五 位置：D
代號：1、A、a 鼠、一 位置：E	代號：9、I、i 猴、九 位置：F	代號：4、D、d 兔、四 位置：G	代號：12、L、l 豬、十二 位置：H
代號：8、H、h 羊、八 位置：I	代號：3、C、c 虎、三 位置：J	代號：11、K、k 狗、十一 位置：K	代號：6、F、f 蛇、六 位置：L

圖 3-4 PDA 之螢幕圖示配置示意圖

上圖 3-4 之符號 A~L 為 PDA 螢幕中之圖示配置位置代號。其中文字呈現類型為：阿拉伯數字以代號 1~12 表之；英文大寫以代號 A~L 表之；英文小寫以代號 a~l 表之；高密度中文字以鼠~豬表之；低密度中文字以一~十二表之。

3.2.2 圖示裡的文數字類型、點選順序與反應時間之探討

為了檢定圖示裡的文字、數字呈現類型及點選順序這兩個變項因子對 PDA 點選績效是否有交互作用，本研究擬透過統計軟體 SPSS 的相關分析程序進行分析，以了解反應時間與兩變項因子的相關情形，分析結果如下表 3-1 及圖 3-5 所示：

表 3-1 文字、數字類型與點選順序之雙因子變異數分析表

圖示文字 呈現類型	統計 項目	順時針	逆時針	左至右	右至左	平均值
阿拉伯 數字	平均值	19.46	18.13	17.12	16.76	17.87
	變異數	15.64	9.12	8.42	8.56	11.38
英文 大寫	平均值	18.06	16.60	16.25	15.98	16.72
	變異數	8.96	7.76	9.90	6.34	8.76
英文 小寫	平均值	17.30	16.57	15.34	14.82	16.01
	變異數	8.93	6.99	6.51	6.41	8.06
高密度 中文字	平均值	16.44	15.59	14.81	14.79	15.41
	變異數	8.83	7.41	8.79	7.50	8.46
低密度 中文字	平均值	14.98	14.53	14.09	14.43	14.50
	變異數	7.49	7.09	6.90	10.04	7.85
總合	平均值	17.25	16.28	15.52	15.35	
	變異數	12.09	8.98	9.11	8.41	

單位：秒

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
文數字類型	1231.25	4	307.81	36.73***	< 0.001	2.38
點選順序	526.57	3	175.52	20.95***	< 0.001	2.61
文數字類型*點選順序	87.67	12	7.31	0.87	0.58	1.76
誤差	7709.74	920	8.38			
總和	9555.23	939				

*表 $P < 0.05$ **表 $P < 0.01$ ***表 $P < 0.001$

由以上變異數分析表，表 3-1 得知：

1、圖示上之文字、數字呈現類型對點選反應有顯著的影響($F(4,920) = 36.73 > 2.38, P < 0.001$)。可見 PDA 螢幕圖示點選過程，會因為不同標籤上的資訊呈現類型而導致點選績效的差異。

- 2、圖示的點選順序對點選反應有顯著的影響($F(3,920) = 20.95 < 0.001$, $P < 0.001$)。因此除了圖示標籤外觀會造成點選績效之影響外，點選過程中的順序安排亦會有所影響。此部份的探討將於第四章中詳述。
- 3、文字、數字呈現類型與點選順序之交互作用並不顯著($F(12,920) = 7.31 > 17.6$, $P = 0.58 > 0.05$)。這表示 PDA 點選圖示作業時，圖示的點選順序和標籤上所呈現的資訊內容彼此之間的關聯性不高。
- 4、將文字、數字類型及點選順序之關係圖繪製成下圖 3-5 所示：

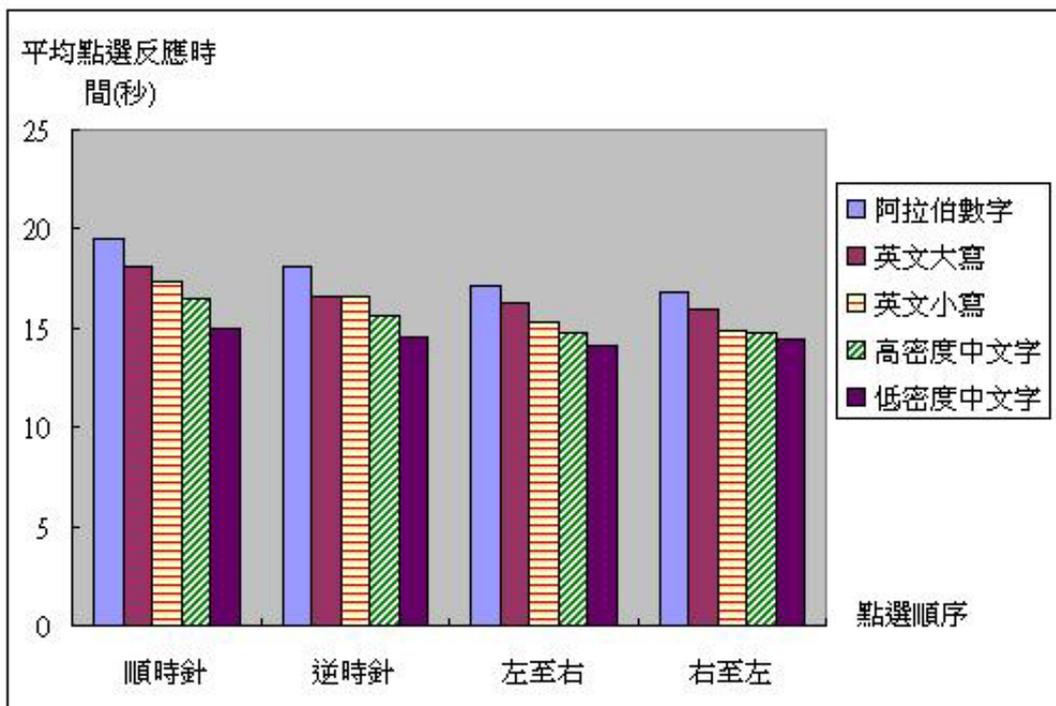


圖 3-5 文字、數字呈現類型與點選順序之關係圖

由表 3- 1 及圖 3- 5 可知，同時分析文字、數字呈現類型與圖示點選順序兩變項時，使用者點選圖示反應時間，受到點選順序和文數字呈現類型之影響皆為顯著。本章並進而透過統計學的多元全距分析法(Duncan's Multiple Range Test) 及主成份分析(Principal Component Analysis)來探討不同文字、數字呈現類型的主效果分析之關聯性。

3.2.3 文字、數字呈現類型與主效果關係之分析探討

由表 3- 1，將各自變項利用統計軟體 SPSS 進行變異數分析和多元

全距分析，結果如下表 3-2 及表 3-3 所示：

表 3-2 文字、數字類型對反應時間影響統計分析表

文數字呈現類型	平均反應時間(秒)	變異數
阿拉伯數字	17.87	11.38
英文大寫	16.72	8.76
英文小寫	16.01	8.06
高密度中文字	15.41	8.46
低密度中文字	14.50	7.85

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
文數字呈現類型	307.84	4	76.96	11.22***	< 0.001	2.41
誤差	1577.95	230	6.86			
總和	1885.79	234				

*表 $P < 0.05$ **表 $P < 0.01$ ***表 $P < 0.001$

由表 3-2 得知文字、數字類型對 PDA 點選績效有顯著的影響 ($F(4,230) = 11.22, P < 0.001$)。研究結果發現點選績效由高至低依序為低密度中文字 > 高密度中文字 > 英文小寫 > 英文大寫 > 阿拉伯數字。為探討變項彼此之間對主效果的影響，進行多元全距分析，得表 3-3 如下所示。

表 3-3 文字、數字類型之主效果多元全距分析表

主效果變項	DUNCAN's Multiple Range Test				
	文字、數字 呈現類型	(快) 低密度中文字	高密度中文字	英文小寫	英文大寫

由表 3-3 的多元全距分析表，可將五種不同文字、數字類型依主效果歸納成四群，茲分析依如下：

- (1) 研究發現，數字的主效果顯著與另外四種資訊呈現類型的效果有所差異。

- (2) 以 PDA 點選績效來看，以低密度中文字那組效率最佳；數字那組效率最差。
- (3) 低密度中文字與高密度中文字兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍內；高密度中文字與英文小寫兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍內；英文小寫與英文大寫兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍內。

3.2.4 文字、數字呈現類型之主成份分析探討

由表 3- 1，利用統計軟體 SPSS 分析不同文字、數字呈現類型之主成份分析，分析結果如下：

表 3-4 文字、數字呈現類型之主成份分析表

描述值	成份				
	因素 1	因素 2	因素 3	因素 4	因素 5
阿拉伯數字	.886	.381	.243	-.106	-.015
英文大寫	.929	.230	-.13	.254	-.043
英文小寫	.949	.04	-.234	-.162	.128
高密度中文字	.934	-.285	-.03	-.088	-.194
低密度中文字	.903	-.357	.174	.104	.126
特徵值	4.237	.408	.162	.121	.07
變異數%	84.741	8.165	3.236	2.416	1.442
累計變異數%	84.741	92.906	96.142	98.558	100

由表 3- 4 得知第一個成份之變異數為 4.237，是特徵值 δ_1 佔總變異數之 85% 左右，達 4/5 以上。第二個成份的變異數為 $\delta_2 = 0.408$ 佔總變異數之 8% 左右，第一個成份和第二個成份所解釋的變異數就佔總變異數之 93% 左右。至於第三個成份、第四個成份、第五個成份對總變異數之貢獻就相對微不足道。

結果顯示第一個成份具有「資訊顯示」的特性，它與「阿拉伯數字」、「英文大寫」、「英文小寫」、「高密度中文字」及「低密度中文字」五個變項均有正相關的結果。它可以說明在 PDA 點選過程中，受到資訊顯示的作用性均有著正面的影響性。

第二個成份則具有「結構文字」的特性。根據 Huang et al.(1992)的研究，中文字的字型結構乃是方塊結構；Hitt(1961)的研究則指出數字和英文字母乃是符碼結構。因此第二個成份可以解釋成「符碼文字」(阿拉伯數字、英文大寫、英文小寫)和「方塊圖像文字」(高密度中文字、低密度中文字)兩種字型結構。它說明在文字顯示認知過程中，圖像的辨識性優於符碼的辨識性。

所以本研究透過主成份分析法，依文字結構將影響 PDA 標籤上的資訊呈現內容分成兩大類型。

第三成份、第四成份及第五成份，由於重要性相對較低，所以不探討它們。

3.3 問卷資料統計分析

實施問卷調查，共發出 47 份問卷調查。經過統計整理，有效問卷為 47 份，有效問卷率 100%，整理問卷資料得不同文字類型之問卷統計分析表 3-5 所示。

表 3-5 不同文字、數字類型之主觀喜好問卷分析表

文字類型	人數	比例 (%)
阿拉伯數字	35	74.47
英文大寫	2	19.15
英文小寫	9	4.25
高密度中文字	1	2.13
低密度中文字	0	---
總計	47	100

問卷調查統計結果，主觀認定上，多數人 74.47%，認為以文字、數字呈現類型為阿拉伯數字為點選圖示較方便的呈現資訊。文字、數字呈現類型影響 PDA 點選績效，由高至低依序為阿拉伯數字>英文大寫>英文小寫>高密度中文字>低密度中文字。

3.4 問卷資料與實驗結果之分析比較

由表 3-6 可了解主觀認定與實際實驗結果的差異。

表 3-6 實驗結果與問卷資料比較表

圖示變項與實驗值			問卷調查值	
文字、數字呈現類型	平均反應	績效	主觀評量	選擇
	時間值(秒)	高低	比例 (%)	順序
低密度中文字	14.50	1	---	5
高密度中文字	15.41	2	2.13	4
英文小寫	16.01	3	4.25	3
英文大寫	16.72	4	19.15	2
阿拉伯數字	17.87	5	74.47	1

由表 3-6 得知，文字、數字呈現類型影響 PDA 點選績效的實驗結果為低密度中文字>高密度中文字>英文小寫>英文大寫>阿拉伯數字。將實驗結果和問卷及過去文獻相互比較發現：

- (1) 以中文字為呈現類型，研究結果為低密度中文字的績效優於高密度中文字的績效。艾偉(1965)的研究指出中文筆劃數少的字較易辨識。葉從新和劉英茂(1972)的研究發現中文多筆劃的字比少筆劃的字視認度來的低，因為其資訊呈現密度較高緣故。張銘勳(1994)亦指出隨著筆劃數的增加，字型的辨識率隨著密度增高而隨之下降。蔡登傳(2000)的研究結果指出中文筆劃數少的視認度優於筆劃數多的視認度，即低密度中文字的視認度優於高密度中文字。以上結果均與本研究之結論相互呼應。
- (2) 以英文字為呈現類型，研究結果為小寫的績效優於大寫的績效。學者莊仲仁和鄭博勳(1984)的研究發現閱讀速率為英文字小寫比大寫快，與本研究結果一致。Poulton(1967)研究發現英文小寫鉛字印刷的文章比大寫鉛字印刷的文章來的易於閱讀，此結論與研究結果亦相符。

- (3) **中文**的閱讀績效優於**英文**的績效。Sun et al.(1985)的研究指出，中文的水平閱讀平均凝視時間低於英文的凝視時間。此結論可說明在點選過程中，受試者在知覺判斷上受到中文的影響高於英文，並進而導致點選績效之變化。
- (4) 研究結果與問卷結果並不雷同，這可能是因為受試者主觀上認為數字和英文在字體的粗高比上較為接近，而中文字會隨其筆劃數之增減而影響閱讀時的困難度。以字體的密度來看，往往會主觀認為中文的密度最高，最不易辨識。因此主觀評量為數字>英文>中文的結果與實驗結果相反的原因，可能正是因為人們在知覺上的認知與實際行動的結果未必相符所產生的情形。

3.5 結論與建議

由本章實驗數據及問卷統計分析，並做兩者之間比較，針對圖示上的文字、數字呈現類型與反應時間的關係，得到以下結論與建議。

一、使用者以光筆點選 PDA 螢幕上圖示時，圖示上的文字、數字呈現類型影響反應時間顯著。依績效高低排序為**低密度中文字>高密度中文字>英文小寫>英文大寫>阿拉伯數字**。所以針對 PDA 螢幕圖示上的標籤內容，建議在設計時可考量的文字運用資訊為**中文>英文>數字**。

二、建議未來在 PDA 軟體設計及應用時，設計者可視需求依個別圖示的重要性及點選頻率，參照本研究的結果來安排圖示上外觀的資訊呈現內容。

三、PDA 螢幕上的圖示，透過不同的資訊呈現內容會產生不同的點選績效。而圖示裡的資訊內容亦有可能為組合文字，而非單一文字類型，可作為後續研究者努力的方向。

第四章 點選順序及位置對 PDA 點選績效之影響

PDA 的螢幕最大不超過 240*320 像素，所以如何在巴掌大的螢幕上妥善安排圖示的配置就成了重要的課題。由於螢幕上的圖示隨著不同點選順序的安排，造成注視的方向不同，會影響眼睛的搜尋時間，更進一步導致點選圖示反應時間的變化。不同安排位置的圖示，會因為距離之不同而影響使用者的搜尋時間、手臂移動時間，並導致點選圖示反應時間的變化。

本章欲透過實驗的進行來探討 PDA 螢幕在不同的圖示點選順序與點選位置影響下，對點選 PDA 績效之影響。本研究各變項績效透過完成時間量測之。

本研究希望透過問卷結果與實驗數據的比較，了解主觀認定與實驗值的差異，並比較文獻以茲作參考。本章共分為五個單元來作研究探討，依序為：實驗目的、實驗數據分析與討論、問卷資料統計分析、問卷資料、實驗結果及文獻之分析比較、結論與建議。

4.1 實驗目的

透過本章實驗以了解螢幕上圖示的點選順序安排方式與點選位置之不同，是否會造成 PDA 點選績效的差異，實驗的主要目的如下：

- 1、探討在不同的點選順序及點選位置的影響下，是否會影響 PDA 點選反應時間。
- 2、透過實驗值與問卷的比對，了解主觀認定與實驗值的差異。

4.1.1 受試者

本實驗之受試人員共包含 47 位東海大學工業工程與經營資訊學系的學生(其中男性 40 位，女性 7 位)，平均年齡 22 歲。每位受試者健康狀態良好，皆無手部的傷害。受試對象，配帶眼鏡者其矯正後視力均達 0.8 以上並且無色盲。

4.1.2 實驗設備及器材

本研究的主要工具為問卷、PDA 及相關電腦設備，茲分述如下。

- 1、康柏代理的 IPAQ Pocket PC H3850 三台(外觀為 3.3" x 5.3" x 0.62"，1" = 1 英吋 = 2.54cm；螢幕解析度為 240x320 pixels，可視區域為 2.26" x 3.02"的彩色螢幕；64MB 記憶體；32MB Flash ROM；核心作業系統為 WinCE3.0)。
- 2、光筆 3 隻。
- 3、聯強 (LEMEL) 17" CRT 螢幕一台。
- 4、Pentium III/866Hz 個人電腦一台(128MB 記憶體；核心作業系統為 Windows 2000)。
- 5、解析度 400-1800 dpi 標準半光學滑鼠(昆盈精靈鼠)一只。

4.1.3 實驗設計

在測量不同情況的數據時，為避免受試者刻意在某種情況下有較佳表現而影響實驗結果。因此在實驗前不事先告訴受試者實驗順序，只要求受試者依造指示進行實驗。為了避免學習效果，整個實驗過程完全採隨機方式來進行，以降低實驗順序所造成的實驗誤差。本實驗共有兩個因變數及兩個應變數，其個別敘述如下：

● 因變數

1. 點選順序：

分別為順時針、逆時針、左至右、右至左等四個水準。

2. 點選位置：

分別為第 I 象限、第 II 象限、第 III 象限、第 IV 象限等四個水準。

● 應變數

1. 完成時間：實驗操作完成時間。

2. 主觀評量：問卷上的統計數字透過統計分析進行主觀評量。

4.1.4 實驗步驟

1. 受試者將 PDA 置放於人因實驗室之實驗桌上。其中，統一螢幕中

心點與桌延的距離為 30 公分，桌面與地面的距離為 77 公分。受試者的眼睛與螢幕畫面呈俯角 45° ，並以右手進行試驗。

2. 實驗時採取兩人為一組。其中一人負責進行實驗，另一人負責記錄實驗數據。實驗時，受試者將 PDA 置於桌上，並握取光筆進行試驗。實驗詳細流程如圖 4-1、圖 4-2 之測試流程圖所示。記錄者負責告知受試者所需點取的第一個圖示內容。受試者依據實驗介面所提供的訊息提示來點選下一個圖示，而記錄者負責記錄螢幕畫面上的數據。其中，圖 4-3 為實驗中的部分 PDA 螢幕起始畫面。

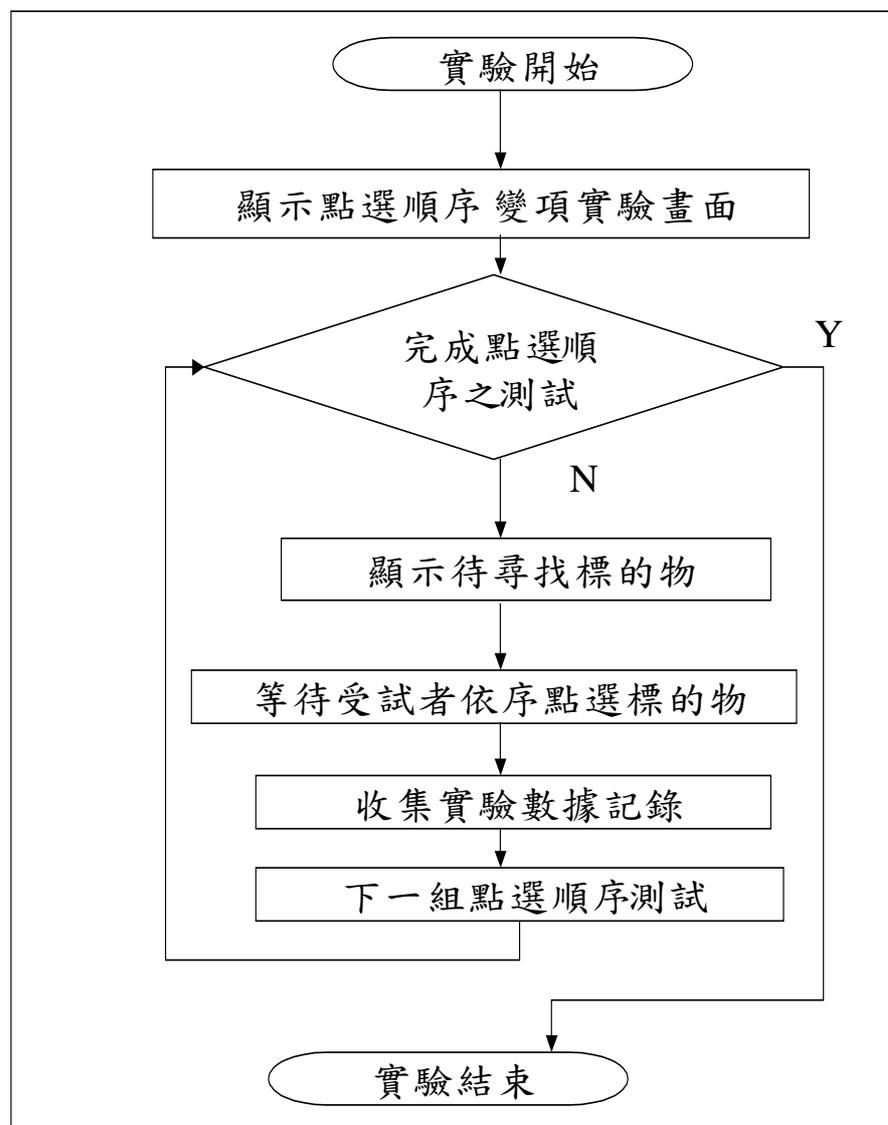


圖 4-1 順序變項測試流程圖

3. 受試者於正式實驗前，先行測試一次，藉以瞭解整個受測步驟。受試者依隨機方式，分別使用擁有不同螢幕畫面配置的實驗環境，並依記錄人員及電腦程式說明的引導下，進行測試。除使用者基本資料及使用者偏好問卷填寫外，其他部份均採線上作業。

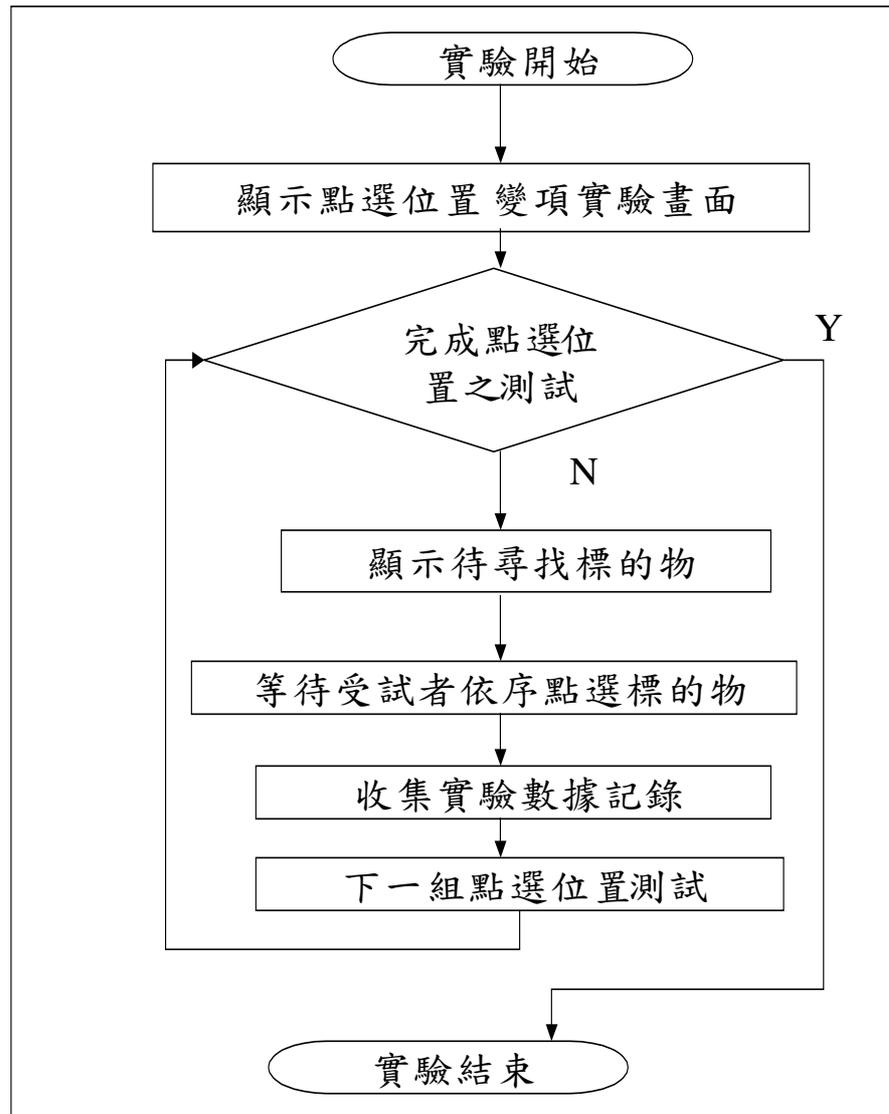


圖 4-2 位置變項測試流程圖

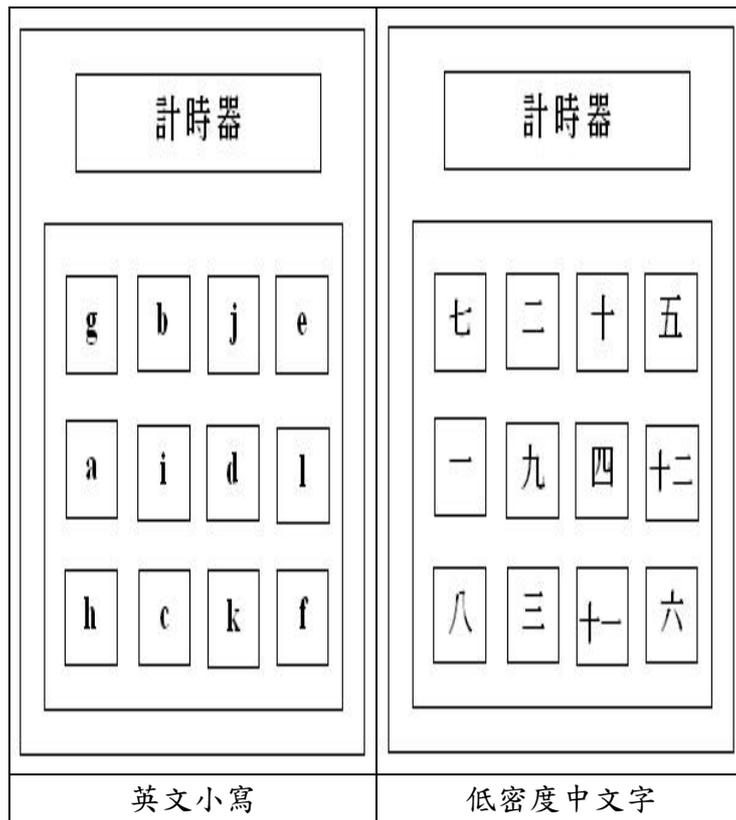


圖 4-3 PDA 實驗螢幕起始畫面示意圖

本研究所得之資料應用變異數分析法(ANOVA)進行分析,採顯著水準 $\alpha = 0.05$, 分析各研究變項對點選反應時間之影響性。若變異數分析主效果達顯著水準,則利用多元全距分析(DUNCAN)來多重比較分析主效果之組間差異。本研究並進而探討點選位置之主成份分析(Principal Component Analysis)。

4.2.1 順序變項對反應時間之探討說明

本研究為探討圖示點選順序變項對光筆點選效率之影響,採取了四種不同的點選順序,並搭配五種不同的資訊呈現類型來進行研究。以下圖 4-4 為不同安排順序與選取花費時間關係之探討:

代號：7、G、g 馬、七 位置：A	代號：2、B、b 牛、二 位置：B	代號：10、J、j 雞、十 位置：C	代號：5、E、e 龍、五 位置：D
代號：1、A、a 鼠、一 位置：E	代號：9、I、i 猴、九 位置：F	代號：4、D、d 兔、四 位置：G	代號：12、L、l 豬、十二 位置：H
代號：8、H、h 羊、八 位置：I	代號：3、C、c 虎、三 位置：J	代號：11、K、k 狗、十一 位置：K	代號：6、F、f 蛇、六 位置：L

圖 4-4 PDA 之螢幕圖示配置示意圖

上圖 4-4 之符號 A~L 為 PDA 螢幕中之圖示配置位置代號。其中文字呈現類型為：阿拉伯數字以代號 1~12 表之；英文大寫以代號 A~L 表之；英文小寫以代號 a~l 表之；高密度中文字以鼠~豬表之；低密度中文字以一~十二表之。

4.2.2 點選順序與主效果關係之分析探討

人們在 PDA 上執行軟體時，往往需要執行多重選項圖示作業，不同的點選作業方式會導致使用績效的差異。而在 PDA 螢幕上，由於螢幕版面很小，所以圖示點選的過程會直接影響到點選結果。不良的點選方式容易造成點選作業緩慢，更進而導致使用者的手部疲勞。為了探討螢幕圖示點選順序對 PDA 點選績效之影響，本研究以變異數分析法來進行相關統計分析探討，分析結果如下表 4-1 所示：

表 4-1 點選順序對反應時間影響統計分析表

組	個數	總和(秒)	平均(秒)	變異數
順時針	47	810.66	17.25	12.09
逆時針	47	765.24	16.28	8.98
左至右	47	729.52	15.52	9.11
右至左	47	721.70	15.35	8.41

ANOVA						
變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
點選順序	105.28	3	35.09	5.71***	< 0.001	2.65
誤差	1129.90	184	6.14			
總和	1235.18	187				

*表 $P < 0.05$ **表 $P < 0.01$ ***表 $P < 0.001$

由以上變異數分析表，表 4- 1 得知點選順序對 PDA 點選績效的影響為顯著($F(3,184) = 5.71 > 2.65, P < 0.001$)。進一步運用多元全距分析，分析得表 4- 2 如下所示。

表 4- 2 點選順序之主效果多元全距分析表

主效果變項	DUNCAN's Multiple Range Test				
	(快)	右至左	左至右	逆時針	順時針 (慢)
圖示點選順序		—————		—————	—————

由表 4- 2 的多元全距分析表，可歸納出四種不同點選順序安排依主效果可歸納成三群，茲分析依如下：

- (1) 研究發現，**逆時針及順時針**的主效果顯著與另外兩種點選順序的效果有所差異。
- (2) PDA 點選績效依效率由高至低排列為：**右至左>左至右>逆時針>順時針**。
- (3) 點選績效以**右至左**那組效率**最佳**；**順時針**那組效率**最差**。
- (4) 左至右和右至左兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍內。

4.2.3 點選位置變項對反應時間之探討說明：

本研究在探討位置變項對光筆點選效率之影響時，參考數學中心(Mathematical Center)的做法(李杉峰,1989；吳進北,2001)，以相鄰格合併的方式將 12 格劃分轉為 4 格劃分得圖 4- 5，藉由數學上的象限區分搭配五種不同的文字資訊來進行研究。在兼顧研究的一致性和研

究限制的侷限下，選擇實驗之圖示背景顏色皆為藍底黑字，圖示大小為 100mm^2 。以下為不同點選位置與選取花費時間關係之探討：



圖 4- 5PDA 之螢幕劃分四等分圖

4.2.4 圖示點選位置、文數字呈現類型與反應時間之探討

螢幕介面上想要準確點選一個圖示，必須藉由它目前所在的位置來進行點選的動作。而在 PDA 螢幕上，因為螢幕版面很小，所以圖示擺放的位置會直接影響到點選結果。不好的位置容易造成點選作業上的不便，更進而導致使用者的手部疲勞。

為了探討螢幕圖示點選位置對 PDA 點選績效之影響，本研究以變異數分析法來進行相關統計分析探討。

本研究透過統計軟體 SPSS 的相關程序進行分析，並檢定圖示點選位置與文字、數字呈現類型這兩個變項因子對 PDA 點選績效是否具有交互作用，結果如下表 4- 3 及圖 4- 6 所示：

表 4-3 點選位置與文數字類型之雙因子變異數分析表

圖示 點選位置	統計 項目	阿拉伯 數字	英文 大寫	英文 小寫	高密度 中文字	低密度 中文字	平均值 (秒)
第 I 象限	平均值	1.96	1.9	1.91	1.7	1.65	1.82
	變異數	0.16	0.14	0.19	0.12	0.17	0.17
第 II 象限	平均值	1.85	1.59	1.69	1.75	1.55	1.69
	變異數	0.12	0.07	0.12	0.16	0.09	0.12
第 III 象限	平均值	2.07	2.1	1.86	1.84	1.77	1.93
	變異數	0.21	0.34	0.18	0.17	0.18	0.23
第 IV 象限	平均值	1.67	1.65	1.65	1.72	1.62	1.66
	變異數	0.08	0.15	0.18	0.13	0.15	0.14
總合	平均值	1.89	1.81	1.78	1.75	1.65	
	變異數	0.16	0.22	0.18	0.14	0.15	

單位：秒

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
文數字類型	5.61	4	1.4	8.75***	< 0.001	2.38
點選位置	11.02	3	3.67	22.94***	< 0.001	2.61
文數字類型*點選位置	5.12	12	0.43	2.69**	0.0011	1.76
誤差	142.61	920	0.16			
總和	164.36	939				

*表 $P < 0.05$ **表 $P < 0.01$ ***表 $P < 0.001$

由以上變異數分析表，表 4-3 得知：

- 1、點選位置對點選反應有顯著的影響($F(3,920) = 22.94 > 2.61$, $P < 0.001$)。可見 PDA 螢幕圖示點選會因位置不同而導致點選績效差異。
- 2、文字呈現類型對點選反應有顯著的影響($F(4,920) = 8.75 > 2.38$, $P < 0.001$)。但以 F 值來看，其影響程度低於點選位置。
- 3、圖示上之文字呈現類型與點選順序之交互作用為顯著($F(12,920) = 2.69 > 1.76$, $P < 0.01$)。

4.2.5 點選位置與文數字呈現類型之交互作用探討

根據表 4-3 得知，點選位置和文數字呈現類型之間的交互作用為顯著。因此，進一步探討各因子之間的交互影響。

交叉效果分析發現以低密度中文字*第 II 象限(1.55 秒)的點選績效為最佳，以英文字大寫*第 III 象限(2.1 秒)為最差。

各因子交互作用平均值由快到慢如下排列：

(低密度中文字*第 II 象限)(1) > (英文字大寫*第 II 象限)(2) > (低密度中文字*第 IV 象限)(3) > (低密度中文字*第 I 象限)(4) > (英文字大寫*第 IV 象限)(5) = (英文字小寫*第 IV 象限)(5) = (阿拉伯數字*第 IV 象限)(5) > (英文字小寫*第 II 象限)(6) > (高密度中文字*第 I 象限)(7) > (高密度中文字*第 IV 象限)(8) > (高密度中文字*第 II 象限)(9) > (低密度中文字*第 III 象限)(10) > (高密度中文字*第 III 象限)(11) > (阿拉伯數字*第 II 象限)(12) > (英文字小寫*第 III 象限)(13) > (英文字大寫*第 I 象限)(14) > (英文字小寫*第 I 象限)(15) > (阿拉伯數字*第 I 象限)(16) > (阿拉伯數字*第 III 象限)(17) > (英文字大寫*第 III 象限)(18)。

交叉效果分析文數字呈現類型中，低密度中文字(1.55 秒)和英文字大寫(1.59 秒)受到第 II 象限的影響呈現較佳的點選績效。英文字(1.65 秒)和阿拉伯數字(1.65 秒)在第 IV 象限和第 I 象限的影響下，點選績效一致。阿拉伯數字(2.07 秒)和英文字小寫(2.1 秒)受到第 III 象限的影響呈現較差的點選績效。

研究發現，點選過程中圖示的位置會受到不同資訊呈現內容的影響而產生點選績效之變化。而各項因子交互之間的影響，透過下圖 4-6 可知細部之間的變化。

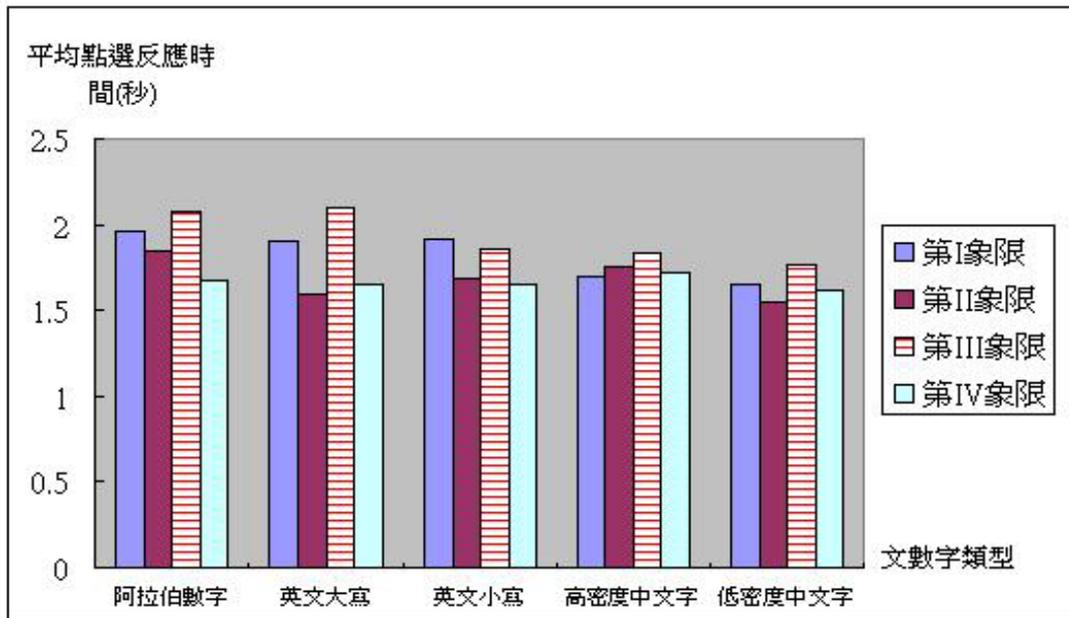


圖 4-6 點選位置與文數字類型之關係圖

由圖 4-6 得知，分析 PDA 點選圖示績效，受到點選位置和文數字呈現類型彼此之間的影響會呈現不同的結果。但以統計結果來看，點選位置變項的影響性($F(3,920) = 22.94$)遠高於文數字類型($F(4,920) = 8.75$)及交互作用($F(12,920) = 2.69$)。因此，本研究進而透過多元全距分析法(Duncan's Multiple Range Test)及主成份分析(Principal Component Analysis)來探討不同點選位置變項之間的關聯性。

4.2.6 點選位置與主效果關係之分析探討

由表 4-3，將點選位置進行多元全距分析，分析如下表 4-4 所示：

表 4-4 點選位置對反應時間影響統計分析表

點選位置	平均反應時間 (秒)	變異數
第 I 象限	1.82	0.17
第 II 象限	1.69	0.12
第 III 象限	1.93	0.23
第 IV 象限	1.66	0.14

由表 4-4 得知點選位置對 PDA 點選績效由高至低依序為第 IV 象限>

第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限。為探討研究變項彼此之間主效果的影響，運用統計軟體 SPSS 進行多元全距分析，得表 4-5 如下所示。

表 4-5 點選位置之主效果多元全距分析表

主效果變項	DUNCAN's Multiple Range Test
圖示點選位置	(快) 第 IV 象限 第 II 象限 第 I 象限 第 III 象限 (慢)
	<div style="text-align: center;"> </div>

由表 4-5 的多元全距分析表，可歸納出四種不同點選位置依主效果可歸納成兩群，茲分析依如下：

- (1) 點選績效以第 IV 象限那組效率最佳；第 III 象限那組效率最差。
- (2) 第 IV 象限與第 II 象限兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍之內；第 I 象限與第 III 象限兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍之內。

4.2.7 點選位置之主成份分析探討

由表 4-3，利用統計軟體 SPSS 分析不同點選位置之主成份分析，分析結果如下：

表 4-6 各項點選位置描述值之主成份分析表

描述值	成份			
	因素 1	因素 2	因素 3	因素 4
第 I 象限	.933	-.257	.023	-.250
第 II 象限	.918	.199	-.343	.025
第 III 象限	.921	-.308	.068	.227
第 IV 象限	.888	.384	.252	.002
特徵值	3.350	.348	.187	.115
變異數%	83.754	8.705	4.667	2.874
累計變異數%	83.754	92.459	97.126	100

由表 4-6 得知第一個成份之變異數為 3.35，是特徵值 δ_1 佔總變異數之 84% 左右，達 4/5 以上。第二個成份的變異數為 $\delta_2 = 0.348$ 佔總變異數之 9% 左右，第一個成份和第二個成份所解釋的變異數就佔

總變異數之 **93%**左右。至於第三個成份及第四個成份對總變異數之貢獻就相對微不足道。

結果顯示**第一個成份**具有「**搜尋方位**」的特性，它與「**第 I 象限**」、「**第 II 象限**」、「**第 III 象限**」、「**第 IV 象限**」四個變項均有**正相關**的結果。它可以說明在 PDA 點選過程中，受到搜尋方位的變化而有著較佳的影響。

第二個成份則具有「**視線搜尋方向**」的特性。它可以解釋成「**視線往左上的對角線方向移動**」(第 IV 象限、第 II 象限)和「**視線往左下的對角線方向移動**」(第 I 象限、第 III 象限)兩種搜尋方向。它說明點選過程中，會因視線搜尋方向之不同而導致變化。

第三成份及第四成份，由於重要性相對較低，所以不探討它們。

4.3 問卷資料統計分析

為探討實驗客觀數據與受試者主觀偏好的影響，透過實施問卷調查，總計發出 47 份問卷調查。經過統計資料整理，有效問卷為 47 份，有效問卷率 100%。

整理問卷資料分別得到點選順序之問卷統計分析表 4- 7 及點選位置之問卷統計分析表 4- 8、表 4- 9。

表 4- 7 不同點選順序之主觀喜好問卷分析表

研究變項	說明	人數	比例 (%)
點選順序	順時針	32	68.09
	逆時針	14	29.79
	難以判定	1	1.12
	總計	47	100
點選順序	左至右	37	78.72
	右至左	8	17.02
	難以判定	2	4.26
	總計	47	100

問卷調查統計之結果，主觀認定上，在**點選順序**上，多數人 **68.09%**，認為**順時針**方向比較方便；**78.72 %** 認為**左至右**方向比較

方便。

為了使問卷調查結果更為具體，以加權統計分析的方式，將上表重新整理得到下表 4-8。

表 4-8 不同點選位置之問卷加權統計分析表

問卷整理組別 (依方便性排列)	位置	人數	加權	加權值
最方便位置	第 I 象限	4	4	16
	第 II 象限	34	4	136
	第 IV 象限	5	4	20
	第 III 象限	4	4	16
第二方便位置	第 II 象限	3	3	9
	第 III 象限	15	3	45
	第 IV 象限	6	3	18
	第 I 象限	23	3	69
第三方便位置	第 III 象限	20	2	40
	第 IV 象限	8	2	16
	第 I 象限	15	2	30
	第 II 象限	4	2	8
最不方便位置	第 IV 象限	29	1	29
	第 I 象限	5	1	5
	第 II 象限	6	1	6
	第 III 象限	7	1	7

表 4-9 問卷調查法直覺方便位置加權統計彙總表

點選位置	加權值合計	加權比率(%)
第 I 象限	120	25.53
第 II 象限	159	33.83
第 III 象限	112	23.83
第 IV 象限	79	16.81
總計	470	100.00

問卷調查統計之結果，主觀認定上，點選位置依方便性為第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限>第 IV 象限。

4.4 問卷資料與實驗結果之分析比較

為了了解主觀認定與實際實驗的差異，將實驗結果與問卷統計分析表，彙整得表 4- 10 及表 4- 11。

表 4- 10 點選順序實驗結果與問卷資料比較表

圖示變項與實驗值			問卷調查值	
點選順序	平均反應	績效	主觀評量	選擇
	時間值(秒)	高低	比例 (%)	順序
右至左	15.35	1	17.02	2
左至右	15.52	2	78.72	1
逆時針	16.28	3	29.79	2
順時針	17.25	4	68.09	1

由表 4- 10 得知，點選順序影響 PDA 點選績效的實驗結果為右至左>左至右>逆時針>順時針。將實驗結果和問卷及過去文獻相互比較發現以下三個結論：

- (1) 點選順序上的績效由高至低發現右至左>左至右，及逆時針>順時針的趨勢。此結果可能是因為受試者以右手進行點選作業時，因國人習慣從右邊讀至左邊(李凌霄，1990)，故在知覺判斷和視線瞄準上會呈現出右至左>左至右的結果；點選過程以螺旋方式進行，發現逆時針>順時針的結果。根據吳進北(2001)的研究指出，螢幕圖示點選順序為右而左>左而右及逆時針>順時針的結論，發現與本研究之結果十分吻合。
- (2) 本研究結果與心理物理學的測試結果：一般人期望向前、向右或向上的移動與順時針方向的轉動為數值或功能的增加並不相符，這可能與實驗的情境有所不同的緣故。研究亦與 Rubens 和 Krull(1985)的觀點不同：螢幕左半面較能引起學習者的注意，因此重要資訊可置於此區域內。這是因為本研究旨在探討 PDA 點選圖示績效，故與 Rubens 和 Krull 針對閱讀績效的研究結果產生有所差入的地方。

(3) 本研究之結果與問卷主觀評量結果並不相符，推測其原因在於受試者本身對點選順序上有所偏好的緣故。

表 4- 11 點選位置實驗結果與問卷資料比較表

圖示變項與實驗值			問卷調查值	
點選位置	平均反應	績效	主觀評量 比例 (%)	選擇 順序
	時間值(秒)	高低		
第 IV 象限	1.66	1	16.81	4
第 II 象限	1.69	2	33.83	1
第 I 象限	1.82	3	25.53	2
第 III 象限	1.93	4	23.83	3

由上表 4- 11 知，點選位置影響 PDA 點選績效的實驗結果為**第 IV 象限>第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限**。將實驗結果和問卷及過去文獻相互比較發現以下三個結論：

- (1) 根據實驗結果，點選位置影響 PDA 點選績效的實驗結果為**第 IV 象限>第 II 象限及第 I 象限>第 III 象限**，此結果可能與受試者的閱讀動線有關。將 PDA 螢幕位置以對角線切割，可分為「往左上的對角線」(第 IV 象限、第 II 象限)和「往左下的對角線」(第 I 象限、第 III 象限) 兩對角線。根據方貝瑜(1998)的研究發現，位置安排方面性依序為左方>上方>右方>下方。與本研究之成果相符。李杉峰(1989)研究指出人們的注意率為右下>左上及右上>左下。將此結果以象限來看，即**第 IV 象限>第 II 象限和第 I 象限>第 III 象限**，此結果與本研究結論亦一致。湯嘉明(2000)研究指出，受測者觀看螢幕時的視覺焦點依序為左上>右上及右下>左下，即**第 II 象限>第 I 象限和第 IV 象限>第 III 象限**，與本研究結論相吻合。
- (2) Arnold (1969)的研究指出讀取橫排版面時的注意率為左上>右上>左下>右下，與本研究之結果不同。這可能是因為研究之焦點不同。吳進北(2001)發現使用桌上型電腦螢幕時，圖示點選位置績

效為第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限>第 IV 象限，與本研究之結果第 IV 象限>第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限不同。這可能是因為本研究的探討焦點為 PDA 小螢幕，而非桌上型電腦大螢幕的緣故。

- (3) 本研究之實驗結果與問卷主觀評量結果不同。這可能是因為受試者本身對點選位置上有所偏好的緣故。研究亦發現問卷主觀評量結果與吳進北(2001)的研究結果雷同。

4.5 討論與建議

由本章實驗數據及問卷統計分析，並做兩者之間比較，針對圖示的點選順序、點選位置與反應時間的關係，得到以下結論與建議：

一、研究之結果與部分學者研究結果有所差入，這可能是因為本研究著重在點選績效上，而相關研究部分著重在閱讀績效上。實驗結果與主觀評量亦有所差入，但根據 Shinar 和 Action(1978)的研究，人們最中意的配置方式，事實上不一定會得到最好的執行績效。因此，圖示與顯示器的配置關係之決定數據，採取實際執行績效為基準可能要比依賴人們的主觀偏好或屬意為佳。

二、探討點選順序對 PDA 點選績效之影響。實驗結果依績效由高至低為右至左>左至右>逆時針>順時針。

三、探討圖示點選位置對 PDA 點選績效之影響。實驗結果依績效由高至低發現第 IV 象限>第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限的結論。

四、在人機介面上，圖示的配置會受到點選順序和位置的直接影響。在電動遊戲的軟體或是許多商用軟體裡，常常需要透過多重圖示的連續點選動作來進行相關程式的進行。許多自動化設備的顯示器上，諸多控制器的按鈕亦需要經過多重操控的步驟。而網頁中的商用廣告，更常以跑馬燈的移動方式來進行，所以本研究針對 PDA 螢幕圖示的點選順序和位置，建議後續研究者在設計 PDA 軟體及應用時，可參照本研究的結果來設計出具備良好人機互動績效的螢幕介面。

第五章 背景顏色及圖示大小對 PDA 點選績效之影響

螢幕圖示上的外觀會隨著背景顏色和圖示大小之不同而影響 PDA 點選績效。不同的背景顏色，會影響眼睛之判斷，並進一步導致點選圖示反應時間的變化。不同大小的圖示，因點選面積之不同會影響使用者的搜尋時間及手臂移動時間，並導致點選圖示反應時間的差異。

本章欲透過實驗的進行來探討 PDA 螢幕在不同的圖示背景顏色與大小之影響下，對 PDA 點選績效率之影響。

本研究之各變項績效透過完成時間量測之。本研究希望透過問卷結果與實驗數據的比較，了解主觀認定與實驗值的差異，並比較文獻以茲作參考。本章共分為五個單元來作研究探討，依序為：實驗目的、實驗數據分析與討論、問卷資料統計分析、問卷資料、實驗結果及文獻之分析比較、結論與建議。

5.1 實驗目的

透過本章實驗以了解螢幕上圖示的背景顏色及大小，是否會造成 PDA 點選績效的差異，實驗的主要目的如下：

- 1、探討在不同的背景顏色及點選順序的影響下，是否會影響 PDA 點選圖示績效。
- 2、探討在不同的圖示大小及點選順序的影響下，是否會影響 PDA 點選圖示績效。
- 3、透過實驗值與問卷的比對，了解主觀認定與實驗值的差異。

5.1.1 受試者

本實驗之受試人員共包含 47 位東海大學工業工程與經營資訊學系的學生(其中男性 40 位，女性 7 位)，平均年齡 22 歲。每位受試者健康狀態良好，皆無手部的傷害。受試對象，配帶眼鏡者其矯正後視力均達 0.8 以上並且無色盲。

5.1.2 實驗設備及器材

本研究的主要工具為問卷、測試軟體及相關電腦設備，茲分述如下。

- 1、康柏代理的 IPAQ Pocket PC H3850 三台(外觀為 3.3" x 5.3" x 0.62"，1" = 1 英吋 = 2.54cm；螢幕解析度為 240x320 pixels，可視區域為 2.26" x 3.02"的彩色螢幕；64MB 記憶體；32MB Flash ROM；核心作業系統為 WinCE3.0)。
- 2、光筆 3 隻。
- 3、聯強 (LEMEL) 17" CRT 螢幕一台。
- 4、Pentium III/866Hz 個人電腦一台(128MB 記憶體；核心作業系統為 Windows 2000)。
- 5、解析度 400-1800 dpi 標準半光學滑鼠(昆盈精靈鼠)一只。

5.1.3 實驗設計

在測量不同情況的數據時，為避免受試者刻意在某種情況下有較佳表現而影響實驗結果。因此在實驗前不事先告訴受試者實驗順序，只要求受試者依造指示進行實驗。為了避免學習效果，整個實驗過程完全採隨機方式來進行，以降低實驗順序所造成的實驗誤差。本實驗共有兩個因變數及兩個應變數，其個別敘述如下：

● 因變數

1. 背景顏色：

分別為紅底黑字、綠底黑字、藍底黑字、紫底黑字、白底黑字等五個水準。

2. 圖示大小：

依面積分為 16mm²、36mm²、64mm²、100mm²、144mm² 等五個水準。

● 應變數

1. 完成時間：實驗操作完成時間。

2. 主觀評量：問卷上的統計數字透過統計分析進行主觀評量。

5.1.4 實驗步驟

1. 受試者將 PDA 置放於人因實驗室之實驗桌上。其中，統一螢幕中心點與桌延的距離為 30 公分，桌面與地面的距離為 77 公分。受試者的眼睛與螢幕畫面呈俯角 45° ，並以右手進行試驗。
2. 實驗時採取兩人為一組。其中一人負責進行實驗，另一人負責記錄實驗數據。實驗時，受試者將 PDA 置於桌上，並握取光筆進行試驗。實驗詳細流程如圖 5-1、圖 5-2 測試流程圖所示。記錄者負責告知受試者所需點取的第一個圖示內容。受試者依據實驗介面所提供的訊息提示來點選下一個圖示，而記錄者負責記錄螢幕畫面上的數據。其中，圖 5-3 及圖 5-4 為實驗中的部分 PDA 螢幕起始畫面。

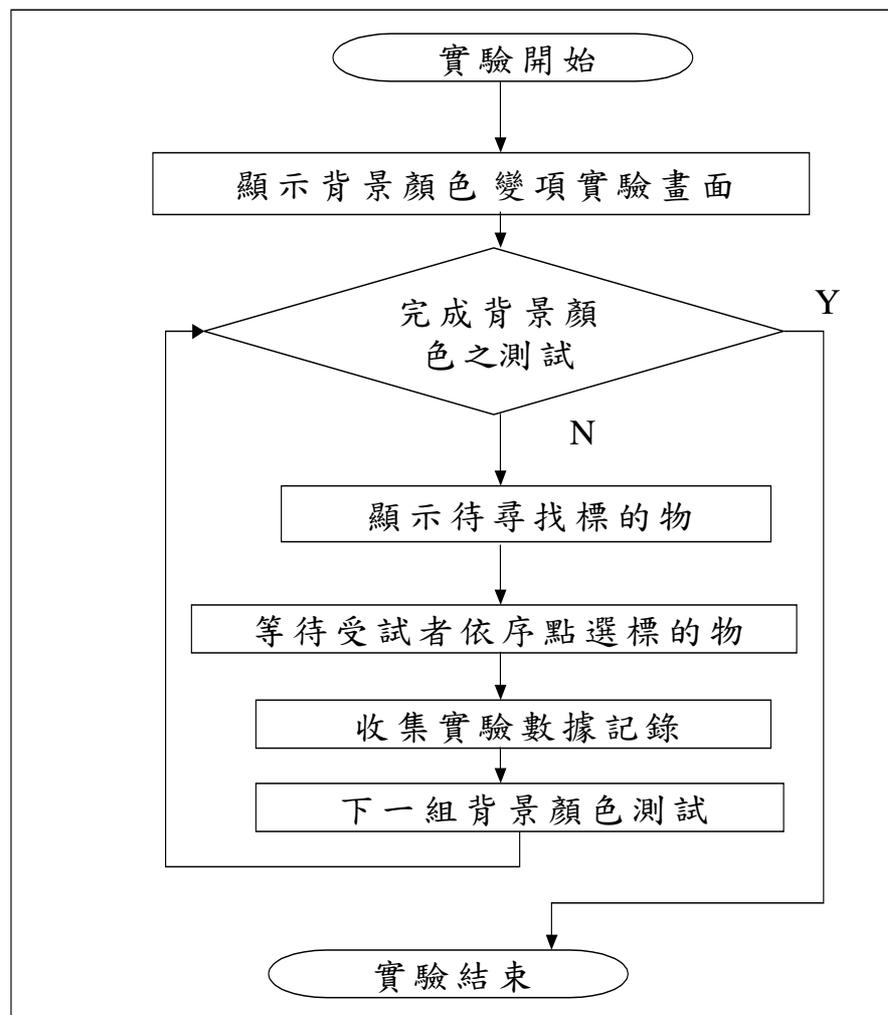


圖 5-1 背景顏色變項測試流程圖

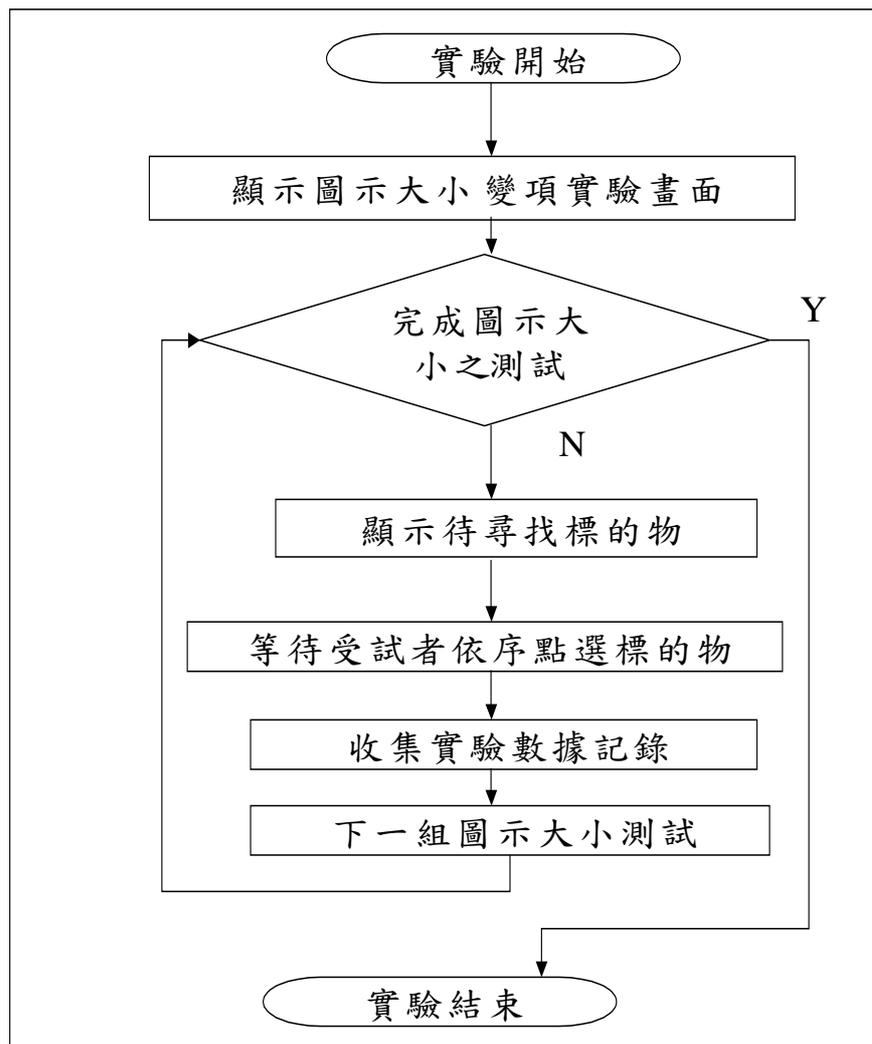


圖 5-2 圖示大小變項測試流程圖

3. 受試者於正式實驗前，先行測試一次，藉以瞭解整個受測步驟。受試者依隨機方式，分別使用擁有不同螢幕畫面配置的實驗環境，並依記錄人員及電腦程式說明的引導下，進行測試。除使用者基本資料及使用者偏好問卷填寫外，其他部份均採線上作業。
4. 以圖示背景顏色為紫底黑字為例，進行點選順時針作業之實驗測試步驟如下所示：

螢幕起始畫面→顯示說明畫面→等待受測者點選標的物→測試結果畫面(如圖 5-5 所示)。

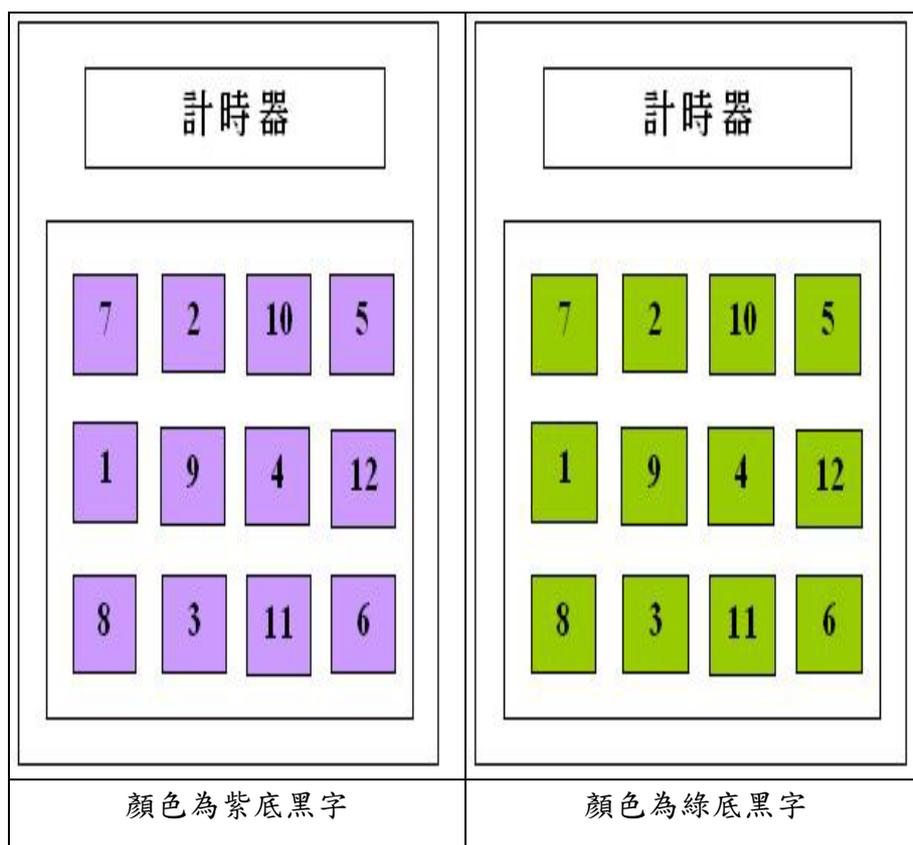


圖 5-3 背景顏色畫面示意圖

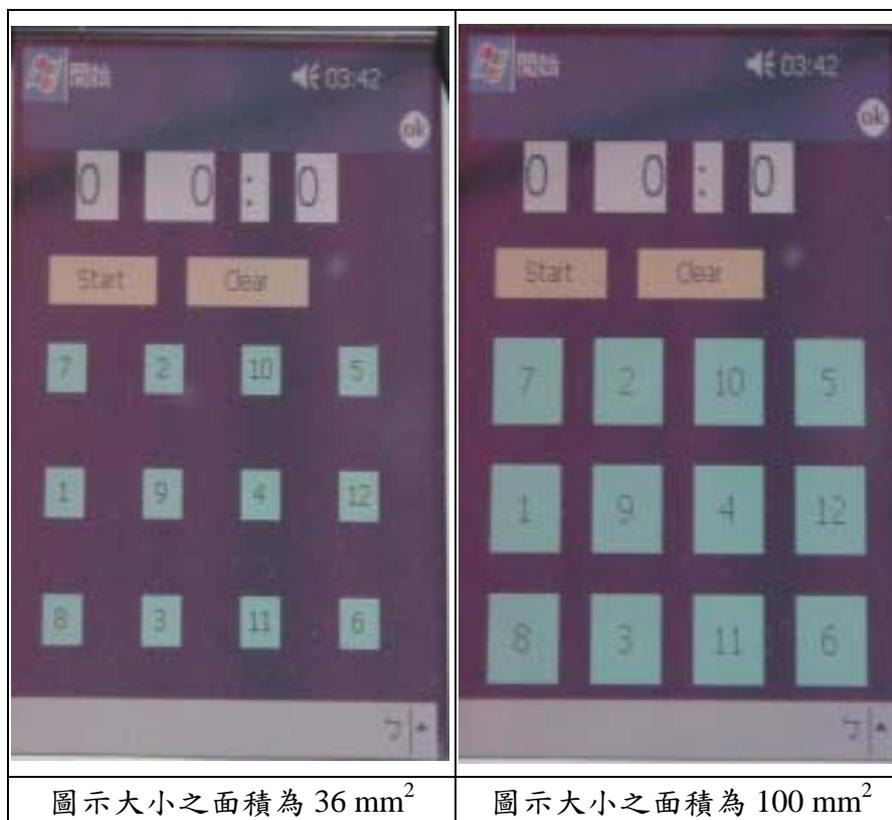


圖 5-4 圖示大小畫面示意圖



圖 5-5 實驗步驟之說明圖

上圖 5-5 表受試者進行背景顏色為紫底黑字時之實驗步驟。首先，受試者先點選第一個圖示，內容為 7；經過程式確認已點 7 之後，再接著點第二個圖示，並一直持續點選動作到第 12 個圖示。在點選完第 12 個圖示後，程式會提醒受試者已完成實驗，按下確認動作後，所出現的數字 12 代表受試者共進行了 12 次點選圖示的動作，而實驗共花費了時間 21.3 秒。

5.2 實驗數據分析

本研究所得之資料應用變異數分析法(ANOVA)，進行分析，採顯著水準 $\alpha = 0.05$ ，分析各研究變項對選取反應時間之影響性。若變異數分析主效果達顯著水準，則利用多元全距分析(DUNCAN)來多重比較分析主效果之組間差異。本研究亦探討螢幕圖示大小對點選績效之迴歸分析(Regression Analysis)關係。

5.2.1 顏色變項對反應時間之探討說明:

本節探討不同的背景顏色，對 PDA 點選績效之影響。本研究針對五種不同圖示背景顏色進行相關的數據統計分析。以下為本研究針對圖示之背景顏色變項的相關探討。

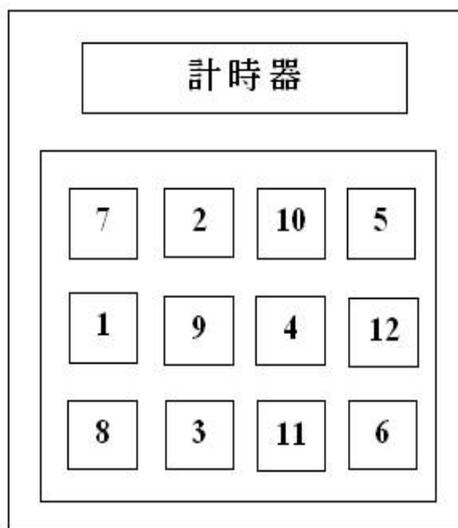


圖 5- 6PDA 之螢幕圖示配置示意圖

5.2.2 圖示背景顏色、選取順序對反應時間之分析探討

點選 PDA 圖示作業時，隨著標籤上的背景顏色之改變，會造成使用者在辨識上的影響，並進而導致點選績效之改變。由於 PDA 的解析度低，所能承受之色素不高。故本研究僅針對背景色為紅色、綠色、藍色、紫色及白色，圖示標籤裡的資訊內容皆為黑色的數字。

有關圖示上背景顏色與點選順序之間對 PDA 點選績效之影響，唯有透過統計方法進行分析。

因此，為了檢定圖示上背景顏色及點選順序這兩個變項因子對使 PDA 點選績效之間的關聯性，本研究透過統計軟體 SPSS 的相關分析程序來進行分析，分析結果如下表 5- 1 及圖 5- 7 所示:

表 5-1 背景顏色與點選順序之雙因子變異數分析表

圖示 點選順序	統計 項目	紅底 黑字	綠底 黑字	藍底 黑字	紫底 黑字	白底 黑字	平均值
順時針	平均值	14.63	13.6	14.8	14.5	16.56	14.82
	變異數	6.61	8.84	7.31	6.94	8.4	8.42
逆時針	平均值	14.51	14.81	12.77	12.81	13.33	13.65
	變異數	5.63	6.57	5.65	5.05	4.79	6.18
左至右	平均值	14.34	14.77	13.6	13.88	15.69	14.46
	變異數	6.48	4.14	5.78	5.2	4.73	5.7
右至左	平均值	14.08	15.14	14.4	16.07	13.63	14.66
	變異數	5.53	5.11	6.64	5.5	4.93	6.18
總合	平均值	14.39	14.58	13.9	14.31	14.8	
	變異數	5.98	6.41	6.85	6.98	7.49	

單位：秒

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
背景顏色	1542.99	4	385.75	80.2***	< 0.001	2.38
點選順序	50.26	3	16.75	3.48*	0.015	2.61
背景顏色*點選順序	312.77	12	26.06	5.42***	< 0.001	1.76
誤差	4425.96	920	4.81			
總和	6331.98	939				

*表 P < 0.05 **表 P < 0.01 ***表 P < 0.001

由以上變異數分析表，表 5-1 得知：

1、圖示上背景顏色對 PDA 點選反應績效之影響為顯著(F(4,920) = 80.2 > 2.38, P < 0.001)。可見 PDA 螢幕介面點選作業會因圖示的背景顏色不同而導致點選績效之差異。

2、圖示的點選順序對 PDA 點選反應績效之影響亦為顯著(F(3,920) = 3.48 > 2.61, P < 0.05)。但以統計上的角度來看，其影響性明顯不如背景顏色之影響(F(4,920) = 80.2 > F(3,920) = 3.48)

3、圖示上之背景顏色文字與點選順序之交互作用亦為顯著($F(12,920) = 5.42 > 17.6, P < 0.001$)。

5.2.3 背景顏色與點選順序之交互作用探討

由表 5-1 得知，背景顏色和點選順序之間的交互作用為顯著。但以 F 值來看，能影響背景顏色之程度不強($F(4,920) = 80.2 > F(3,920) = 3.48$)。本研究進而討論各因子在交互作用下的影響。

透過交叉效果分析發現以藍底黑字*逆時針(12.77 秒)的點選績效為最佳，以白底黑字*順時針(16.56 秒)為最差。

各因子交互作用平均值由快到慢如下排列：

(藍底黑字*逆時針)(1) > (紫底黑字*逆時針)(2) > (白底黑字*逆時針)(3) > (綠底黑字*順時針)(4) > (藍底黑字*左至右)(5) > (白底黑字*右至左)(6) > (紫底黑字*左至右)(7) > (紅底黑字*右至左)(8) > (紅底黑字*左至右)(9) > (藍底黑字*右至左)(10) > (紫底黑字*順時針)(11) > (紅底黑字*逆時針)(12) > (紅底黑字*順時針)(13) > (綠底黑字*左至右)(14) > (藍底黑字*順時針)(15) > (綠底黑字*逆時針)(16) > (綠底黑字*右至左)(17) > (白底黑字*左至右)(18) > (紫底黑字*右至左)(19) > (白底黑字*順時針)(20)。

交叉效果分析五種不同圖示背景顏色，發現以藍底黑字(12.77 秒)、紫底黑字(12.81 秒)和白底黑字(13.33 秒)受到逆時針點選的影響呈現較佳的點選績效。紅底黑字在點選過程為左右方向(14.04 秒；14.34 秒)及螺旋方向(14.51 秒；14.63 秒)時的點選績效差異均不大。綠底黑字受到點選作業為逆時針(14.81 秒)和左至右(15.13 秒)方向的影響呈現較差的點選績效。

研究發現，點選過程中圖示的背景顏色會受到點選順序的影響而產生點選績效之變化。而各項因子交互之間的影響，透過下圖 5-7 可知彼此之間細部的變化。

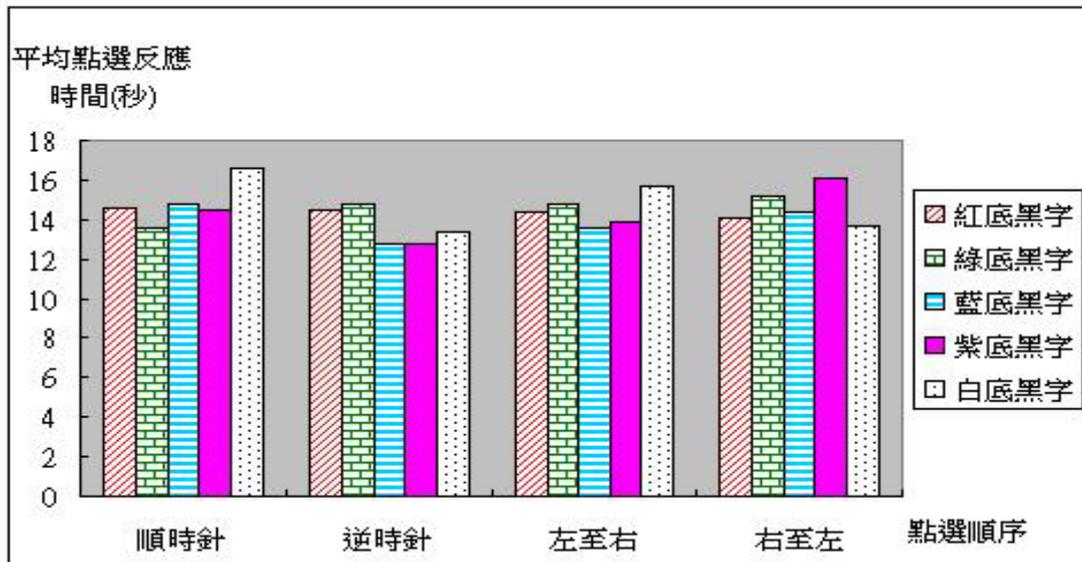


圖 5-7 背景顏色與點選順序之關係圖

由圖 5-7 得知，分析 PDA 點選圖示績效，受到背景顏色和點選順序之間的影響會呈現不同的結果。但以統計結果來看，背景顏色的影響性($F(4,920) = 80.2$)遠高於點選順序($F(3,920) = 3.48$)及交互作用($F(12,920) = 5.42$)。本研究亦透過主成份分析(Principal Component Analysis)來探討不同點選背景顏色之間的關聯性。

5.2.4 背景顏色之主成份分析探討

由表 5-1，可知背景顏色影響 PDA 點選過程達統計顯著水準。重新以平均值整理得下表 5-2 所示：

表 5-2 背景顏色對反應時間影響統計分析表

背景顏色	平均反應時間(秒)	變異數
紅底黑字	14.39	5.98
綠底黑字	14.58	6.41
藍底黑字	13.9	6.85
紫底黑字	14.31	6.98
白底黑字	14.8	7.49

由表 5-2 得知背景顏色對 PDA 點選績效由高至低依序為藍底黑

字>紫底黑字>紅底黑字>綠底黑字>白底黑字。由此可看出背景顏色為深色的點選績效明顯高過淺色的點選績效。

可見背景顏色的確會影響 PDA 點選績效，但本研究希望透過主成份分析法來將許多彼此之間有相關存在的變項，減少成少數互相獨立的線性組合變項。事實上，主成份分析法最大的優點就是使我們知道如何將少數幾個變項予以線性組合，使得經由線性組合而得的成份之變異數變為最大，進而使受試者在這些成份方面能顯現出最大的個別因素。

因此，本研究透過統計軟體 SPSS 分析不同背景顏色之主成份分析，分析結果如下表 5-3 所示。

表 5-3 各項背景顏色描述值之主成份分析表

描述值	成份				
	因素 1	因素 2	因素 3	因素 4	因素 5
紅底黑字	.959	.236	.135	.028	.074
綠底黑字	.973	-.129	.061	-.179	.020
藍底黑字	.982	.081	-.020	.006	-.170
紫底黑字	.968	.031	-.241	.008	.065
白底黑字	.963	-.220	.067	.139	.014
特徵值	4.695	.128	.085	.052	.039
變異數%	93.905	2.565	1.697	1.046	.787
累計變異數%	93.905	96.470	98.167	99.213	100

由表 5-3 得知第一個成份之變異數為 4.695，是特徵值 δ_1 佔總變異數之 94% 左右，達 9/10 以上。第二個成份的變異數為 $\delta_2 = 0.128$ 佔總變異數之 3% 左右，第一個成份和第二個成份所解釋的變異數就佔總變異數之 97% 左右。至於第三個成份、第四個成份、第五個成份對總變異數之貢獻就相對微不足道。

結果顯示第一個成份具有「色彩組合」的特性，它與「紅底黑字」、「綠底黑字」、「藍底黑字」、「紫底黑字」及「白底黑字」五個變項均有正相關的結果。它可以說明在 PDA 點選過程中，人們受到背景顏色的刺激而有著正面的影響。

第二個成份則具有「顏色深淺」的特性。它可以解釋成「淺色系列背景」(綠底黑字、白底黑字)和「深色系列背景」(紅底黑字、藍底黑字、紫底黑字)兩種字型結構。它說明在不同顏色組合的刺激下，人們對深色背景的影響高於淺色背景。因此，本研究透過主成份分析法，依背景顏色將影響 PDA 圖示上的色彩組合分成兩大類型。研究發現深色系列的色彩組合有較佳的 PDA 點選績效。

第三成份、第四成份及第五成份，由於重要性相對較低，所以不探討它們。

5.2.5 圖示大小之探討說明:

Fitts(1954)的研究指出：大小是影響點選過程的重要關鍵。目前 PDA 的大小最大不超過 240*320 像素，因此探導圖示大小確有其必要性。因為 PDA 螢幕的版面有限，可擺放的圖示數目很少。因此，為探討圖示大小對光筆點選績效之影響，本研究採取了五種不同大小的圖示來進行比較。有關本研究的圖示相關配置資訊，詳見圖 5-6。

5.2.6 圖示大小、選取順序對反應時間之分析探討

在空間有限的 PDA 介面上進行點選作業，圖示的大小和操作過程明顯會影響點選績效。因此，本研究檢定圖示大小和點選順序這兩個變項之間的關聯性，並透過統計軟體 SPSS 的相關分析程序進行分析，結果如下表 5-4、圖 5-8 所示。

表 5-4 圖示大小與點選順序之雙因子變異數分析表

圖示大小	統計項目	順時針	逆時針	左至右	右至左	平均
16 mm ²	平均值	17.15	16.31	15.7	15.53	16.17
	變異數	6.35	7.09	4.99	3.66	5.84
36 mm ²	平均值	13.81	13.82	14.22	14.97	14.21
	變異數	5.18	3.64	3.49	4.01	4.24
64 mm ²	平均值	13.19	15.31	12.41	13.51	13.61
	變異數	4.47	6.19	5.54	3.62	6.01
100 mm ²	平均值	13.17	13.08	12.48	12.35	12.77
	變異數	4.46	4.36	6.17	3.94	4.79
144 mm ²	平均值	12.52	12.44	13.01	12.58	12.64
	變異數	5.61	5.11	5.06	3.28	4.74
總合	平均值	13.97	14.19	13.56	13.79	
	變異數	7.84	7.23	6.53	5.25	

單位：秒

ANOVA

變源	SS	自由度	MS	F	P-值	臨界值
圖示大小	85.7	4	21.43	3.58**	0.007	2.38
點選順序	191.47	3	63.82	10.65***	< 0.001	2.61
圖示大小*點選順序	605.51	12	50.46	8.42***	< 0.001	1.76
誤差	5506.35	920	5.99			
總和	6389.03	939				

*表 P < 0.05 **表 P < 0.01 ***表 P < 0.001

由以上變異數分析表，表 5-4 得知：

1、圖示大小對 PDA 點選績效之影響為顯著(F(4,920) = 3.58 > 2.38, P < 0.01)。可見 PDA 的介面設計會因圖示大小的改變而導致點選績效的差異。

2、圖示的點選順序對對 PDA 點選績效之影響為顯著(F(3,920) = 10.65 > 2.38, P < 0.001)。

3、圖示的大小與點選順序之交互作用為顯著($F(12,920) = 8.42 > 1.76, P < 0.001$)。

5.2.7 圖示大小與點選順序之交互作用探討

由表 5-4 得知，圖示大小和點選順序之間的交互作用為顯著。因此，有必要進而探討點選作業順序和圖示大小之間因子的關係。透過交叉效果分析發現以 100 mm²*右至左(12.35 秒)的點選績效為最佳，以 16 mm²*順時針(17.15 秒)為最差。

各因子交互作用平均值由快到慢如下排列：

(100 mm² * 右至左)(1) > (64 mm² * 左至右)(2) > (144 mm² * 逆時針)(3) > (100 mm² * 左至右)(4) > (144 mm² * 順時針)(5) > (144 mm² * 右至左)(6) > (144 mm² * 左至右)(7) > (100 mm² * 逆時針)(8) > (100 mm² * 順時針)(9) > (64 mm² * 順時針)(10) > (64 mm² * 右至左)(11) > (36 mm² * 順時針)(12) > (36 mm² * 逆時針)(13) > (36 mm² * 左至右)(14) > (36 mm² * 右至左)(15) > (64 mm² * 逆時針)(16) > (16 mm² * 右至左)(17) > (16 mm² * 左至右)(18) > (16 mm² * 逆時針)(19) > (16 mm² * 順時針)(20)。

交叉效果分析發現，五種不同圖示大小中以圖示大小為 144 mm²，在點選作業為逆時針的影響下而有著較佳的使用績效(12.44 秒)。其他三種點選作業對圖示大小為 144 mm²的影響程度較差(12.52 秒；12.58 秒；13.01 秒)。圖示大小為 100 mm²，受到點選作業為左右點選的影響程度接近(13.08 秒；13.17 秒)。圖示大小為 36 mm²，在點選作業為螺旋方向的影響程度接近(13.81 秒；13.82 秒)。

研究發現，點選過程中圖示的背景顏色會受到點選順序的影響而產生點選績效之變化。而各項因子交互之間的影響，透過下圖 5-8 可知彼此細部之間的變化。

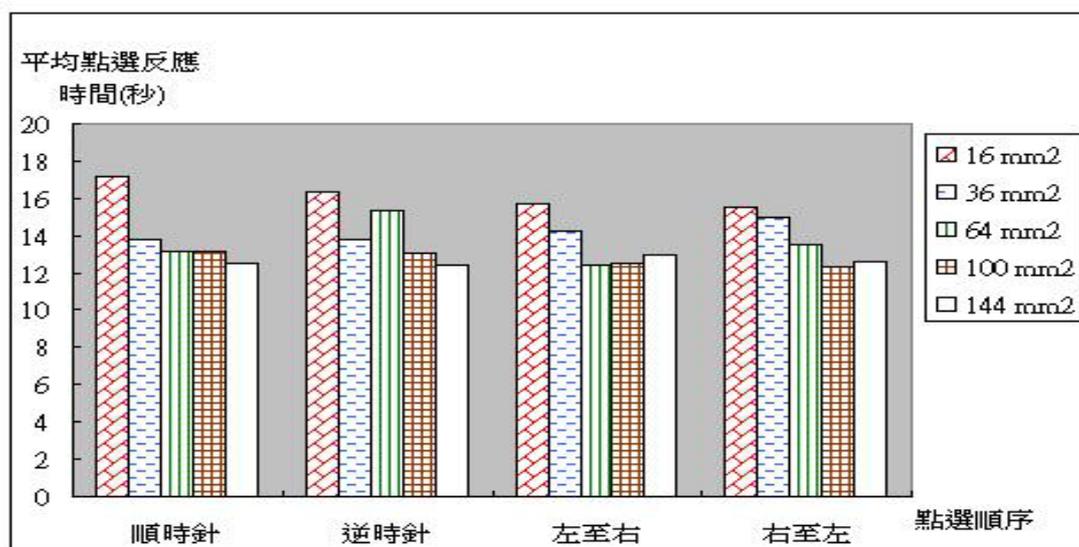


圖 5-8 圖示大小與點選順序之關係圖

由上圖 5-8，分析圖示面積大小和點選順序類型兩變項達統計顯著水準。本研究希望透過統計學的多元全距分析法(Duncan's Multiple Range Test)及迴歸分析(Principal Component Analysis)來深入探討不同圖示大小變項之間的關聯性並做出整合的結論。

5.2.8 圖示大小與主效果關係之分析探討

螢幕上的圖示隨著面積大小的改變會有不同的點選績效，而為了解不同面積大小之間對反應績效的關聯性，本研究透過統計軟體 SPSS 進行多元全距分析，期望了解各組大小之間的主效果差異，其分析結果如下表 5-5 所示：

表 5-5 圖示大小對反應時間影響統計分析表

圖示大小	平均反應時間(秒)	變異數
16 mm²	16.17	5.84
36 mm²	14.21	4.24
64 mm²	13.61	6.01
100 mm²	12.77	4.79
144 mm²	12.64	4.74

由上表 5-5 得知圖示大小對 PDA 點選績效由高至低依序為

$144\text{mm}^2 > 100\text{mm}^2 > 64\text{mm}^2 > 36\text{mm}^2 > 16\text{mm}^2$ 。為探討研究變項彼此之間主效果的影響，運用統計軟體 SPSS 進行多元全距分析得下表 5- 6 所示：

表 5- 6 圖示大小之主效果多元全距分析表

主效果變項	DUNCAN's Multiple Range Test				
圖示面積大小	(快) 144mm ²	100mm ²	64mm ²	36mm ²	16mm ² (慢)
	—————		—————		—————

由上表 5- 6 的多元全距分析表，可歸納出四種不同點選位置依主效果可歸納成三群，茲分析依如下：

- (1) 圖示大小面積為 16mm² 的主效果顯著與另外四組大小的主效果有所差異。
- (2) 圖示大小以 144mm² 那組效率最佳；16mm² 那組效率最差。
- (3) 144mm² 與第 100mm² 兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍之內；64mm² 與 36mm² 兩組間的差異並不大，都在同一群的範圍之內。

5.2.9 圖示大小與迴歸關係之分析探討：

由於 P D A 介面上的圖示能擺放的數目並不多，且不同大小面積的圖示能擺放的螢幕空間也有限，本研究擬探討圖示大小和反應時間之間的線性關聯性。因此，本研究透過統計軟體 S P S S 對圖示大小與反應時間作一迴歸分析。

所謂多元線性迴歸分析，是一種根據多個因變數的最佳組合來建立迴歸方程式以預測應變數的線性迴歸分析方法。多元線性迴歸分析的模型為 $\hat{Y} = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_mx_m$ ，其中 \hat{Y} 為根據所有因變數 x 計算出的估計值， b_0 為常數項， b_1, b_2, \dots, b_m 稱為 \hat{Y} 對於因應於 x_1, x_2, \dots, x_m 的複迴歸係數。複迴歸係數即假設在其他所有因變數不變的情況下，某一因變數變化所引起應變數變化的比率。

多元線性迴歸模型必須滿足一元線性迴歸所設的假設理論，分析而測量二元分配的相關性，以皮爾遜(pearson)公式表示：

$$R = \frac{\sum_i \sum_j (x_i - \bar{x})(Y_j - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_j (Y_j - \bar{Y})^2}}, \text{ 其中 } -1 \leq R \leq 1。$$

由表 5- 5 得知，螢幕上圖示大小的面積越大，PDA 點選績效就越高的結果。為探討圖示面積大小之間是否存在著線性的關聯性，唯有透過迴歸分析來探討圖示大小與 PDA 點選績效之關係。

迴歸分析模式的假設如下：

令 X1 = 圖示大小面積為 16mm² 的點選反應時間、X2 = 圖示大小面積為 36mm² 的點選反應時間、X3 = 圖示大小面積為 64mm² 的點選反應時間、X4 = 圖示大小面積為 100mm² 的點選反應時間，來預測 Y = 圖示大小面積為 144mm² 的點選反應時間。分析結果如表 5- 7 所示：

表 5- 7 圖示大小之迴歸分析摘要表

迴歸統計	數據
R 的倍數	0.9432
R 平方	0.8897
調整的 R 平方	0.8791
標準誤	0.673
觀察值個數	47

ANOVA					
	自由度	SS	MS	F	顯著值
迴歸	4	153.35	38.34	84.65***	< 0.001
殘差	42	19.02	0.45		
總和	46	172.37			

*表 P < 0.05 **表 P < 0.01 ***表 P < 0.001

表 5- 8 迴歸分析之截距因應表

	係數	標準誤	t 統計	P-值	下限 95%	上限 95%
截距	-1.376	0.8953	-1.5369	0.1318	-3.1828	0.4308
X1	-0.068	0.101	-0.6737	0.5042	-0.2718	0.1357
X2	0.3882	0.1694	2.2912	0.027	0.0462	0.7301
X3	0.4271	0.1418	3.0113	0.0043	0.1409	0.7133
X4	0.2995	0.1229	2.4369	0.0191	0.0515	0.5476

由上表 5- 7 及表 5- 8 得知， $R^2 = 0.8897$ ， $R_a^2 = 0.8791$ 。從 ANOVA 中發現($F(4,46) = 84.65$ ， $P < 0.001$)，表示這條迴歸線比平均數來的有效。此外從迴歸係數和截距，整理得迴歸方程式如下所示：

$$\hat{Y} = -1.376 - 0.068X_1 + 0.3882X_2 + 0.4271X_3 + 0.2995X_4$$

研究發現，迴歸分析圖示大小達統計顯著水準。這說明了螢幕圖示大小隨著面積變大，點選績效就增高的線性關係是明顯且成立的。因此，進而以圖示大小面積(X)對反應時間(Y)來進行簡單線性迴歸分析，分析結果得到 $\hat{Y} = 15.6574 - 0.0247X$ 之迴歸方程式。

由於 PDA 的螢幕版面甚小，所以真正可擺放的圖示數目很少。通常圖示彼此之間會預留空隙，螢幕兩邊有捲軸以供光筆拖引，以及視窗畫面結束按鈕等限制，所以 PDA 的介面設計就應格外留意圖示大小的配置。雖然研究發現圖示面積越大則反應績效就越高之結果，

但真正在設計 P D A 螢幕介面時，仍需以經濟效益角度來考量實際版面空間有限的因素。因此，考量受試者可清楚辨識且不吃力點選 PDA 圖示等因素，透過統計分析結果，本研究建議 PDA 圖示大小面積不宜低於 64mm^2 。

5.3 問卷資料統計分析

為了探討實驗客觀結果與受試者主觀認定的結果之差異程度，透過問卷調查的實施，總共發出 47 份問卷調查。經過統計歸納整理，有效問卷為 47 份，有效問卷率 100%，整理問卷資料分別得到不同背景顏色及大小之問卷統計分析表，如下表 5- 9 所示。

表 5-9 不同背景顏色及圖示大小之主觀喜好問卷分析表

研究變項	說明	人數	比例 (%)
背景顏色	紅底黑字	0	---
	綠底黑字	6	12.76
	藍底黑字	5	10.64
	紫底黑字	1	2.13
	白底黑字	35	74.47
	總計	47	100
圖示大小	16 mm ²	0	---
	36 mm ²	5	10.64
	64 mm ²	24	51.06
	100 mm ²	17	36.17
	144 mm ²	1	2.13
	總計	47	100

問卷調查統計結果，主觀認定上，在背景顏色上，多數人 74.47%，認為白底黑字比較方便。依偏好的優先順序為白底黑字>綠底黑字>藍底黑字>紫底黑字>紅底黑字。在圖示大小上，多數人 51.06%，認為螢幕圖示大小面積至少須達 64mm²。

5.4 問卷資料與實驗結果之分析比較

問卷分析的結果為受試者的主觀評量分析，而實驗的結果則為客觀的評量。因此，為了解主觀認定與實際實驗的差異，有必要將實驗結果與問卷統計分析表 5- 9，進一步整理和分析。彙整得表 5- 10 及表 5- 11 所示：

表 5- 10 背景顏色實驗結果與問卷資料比較表

圖示變項與實驗值			問卷調查值	
背景顏色	平均反應 時間值(秒)	績效 高低	主觀評量 比例 (%)	選擇 順序
藍底黑字	13.9	1	10.64	3
紫底黑字	14.31	2	2.13	4
紅底黑字	14.39	3	---	5
綠底黑字	14.58	4	12.76	2
白底黑字	14.8	5	74.47	1

由上表 5- 10 得知，背景顏色影響 PDA 點選績效的實驗結果為藍底黑字>紫底黑字>紅底黑字>綠底黑字>白底黑字。將實驗結果和問卷及過去文獻相互比較發現以下四個結論：

- (1) 有關電腦螢幕上閱讀績效的背景顏色研究甚多。例如 Chang 和 Ogino(1987)的研究指出，在沒有炫光的情形下，其優劣順序為藍底白字>黑底琥珀字>黑底白字>黃底白字>白底黑字。林清泉(2000)的研究指出黃底藍字的偏好最高，而紅底紫字為最低。吳姮憶(1998)的研究指出黃底白字的色彩組合與高複雜度文字會對目標字辨識時間有顯著較差影響。但對於 PDA 小螢幕圖示背景顏色的配置卻少有著墨。
- (2) 背景顏色的績效方面，本研究 PDA 螢幕以藍底黑字績效為最高。紅底黑字亦有不錯的點選績效。可見螢幕圖示配置再選擇標籤上內容的背景顏色時不必排斥使用藍色或紅色為背景色。Matthews et al.(1990)的研究指出螢幕色彩不必避免使用紅色或藍色。Pastoor(1990)的研究發現受試者偏好以冷色(藍色及青藍色)為背景色。本研究之結果與 Matthews et al. 和 Pastoor 的結果相呼應。
- (3) 研究過程中發現背景顏色在主效果之間的差異不大。根據張一岑(1998)的研究指出，一般人的平均知覺速率為 0.2 秒。人對於顏色的知覺、反應為主觀且心理層次的影響，而非物理性的作用。適當的顏色配置可以調適人的心情並進而提高工作效率。由於 PDA 螢幕較小及解析度不高，所以能分析的顏色十分有限。但根據本

研究之結果仍能提供人機介面設計者一個不錯的參考結果。

- (4) 研究之結果與問卷主觀評量結果不同。這可能是因為受試者主觀上排斥紅色，而一般閱讀文件常以白底黑字呈現所以在心理層面上受到潛意識的影響。但本研究主要在探討點選績效過程中，背景顏色的影響性，所以結論仍應以實驗結果為主為較佳。而且較為重要的資訊以深色(紅色、藍色)為顯示資訊之背景色常被廣泛應用在日常生活中，這與本研究的結果相符合。

表 5- 11 圖示大小實驗結果與問卷資料比較表

圖示變項與實驗值			問卷調查值	
圖示大小	平均反應 時間值(秒)	績效 高低	主觀評量 比例 (%)	選擇 順序
144 mm ²	12.64	1	2.13	4
100 mm ²	12.77	2	36.17	2
64 mm ²	13.61	3	51.06	1
36 mm ²	14.21	4	10.64	3
16 mm ²	16.17	5	---	5

由上表 5- 11 得知，圖示大小影響 PDA 點選績效的實驗結果為 $144\text{mm}^2 > 100\text{mm}^2 > 64\text{mm}^2 > 36\text{mm}^2 > 16\text{mm}^2$ 。將實驗結果和問卷及過去文獻相互比較發現以下三個結論：

- (1) 圖示大小影響 PDA 點選績效以面積為 144mm^2 最高， 16mm^2 為最低。根據 Grandjean(1979)之研究，他發現人眼對於較大面積的對比敏感度高，對較小面積的靈敏度低。此觀點與本研究結論吻合。但根據主效果的結果來看，圖示大小為 144mm^2 與 100mm^2 兩組間的差異並不大； 64mm^2 與 36mm^2 兩組間的差異並不大。由於 PDA 的螢幕甚小，所以應妥善設計圖示大小。研究結果發現，圖示大小 64mm^2 以面積雖不到 144mm^2 的一半，但其點選績效僅略低於 144mm^2 。所以由經濟效益角度來看，建議圖示設計時可考量大小不宜低於 64mm^2 。
- (2) 有關螢幕圖示大小的參考值，根據陳美麗(2000)的研究指出，學童所使用的電腦畫面之圖示大小建議為 16.5mm ，以面積來看即大

小為 272.25mm^2 。吳進北(2001)的研究指出，高職生所使用的電腦畫面，圖示大小建議採取 5.3mm ，以面積來看即大小為 28.09mm^2 。本研究之結果與陳美麗、吳進北的研究並不一致，推測原因可能是本研究的探討焦點為小螢幕(PDA)及受試對象(大學生)，在研究情境上有所不同。

- (3) 研究之結果與問卷主觀評量不盡雷同，但研究認為 PDA 上之圖示大小考量主效果分析和經濟效益角度考量面積不宜低於 64mm^2 為一個較佳的設計參考。

5.5 討論與建議

由本章實驗數據及問卷統計分析，並做兩者之間比較，針對圖示的背景顏色、圖示大小與反應時間的關係，得到以下結論與建議：

一、背景顏色會對 PDA 點選績效有顯著影響，以背景顏色為藍底黑字時有最佳的點選績效。

二、圖示大小對 PDA 點選績效影響顯著，根據主觀評量結果和實驗結論，認為 PDA 圖示大小在設計時，其面積不宜低於 64mm^2 。

三、建議未來設計者在設計 PDA 軟體及應用時，可參照本研究的結果來安排圖示的外觀顏色。設計人員不必避免使用紅色或藍色為背景顏色。根據研究結果發現，深色系列的色彩組合有著較佳的點選績效，可作為設計人員的參考。

四、未來顯示器的設計已逐漸朝向輕薄短巧的方向，因此面對日益精巧的顯示器，螢幕介面設計的重要性會日益增高。透過本研究的結果，相信能為後續研究 PDA 介面時，作為一個良好的設計參考。

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究主要探討在 PDA 小螢幕中，透過圖示變項的改變來衡量使用者點選績效的影響。綜合以上各章的研究成果，本章將以本研究的因變數對 PDA 點選績效作業的影響作一綜合探討。茲歸納、整理研究成果之要點，如下表 6-1 所示。

表 6-1 圖示配置變項與 PDA 點選績效關係彙總表

自變項	點選績效研究結果
文字、數字 呈現類型	低密度中文字>高密度中文字>英文小寫>英文大寫>阿拉伯數字 中文字>英文字>數字
點選順序	右至左 > 左至右 > 逆時針 > 順時針 左右方向>螺旋方向
點選位置	第 IV 象限 > 第 II 象限 > 第 I 象限 > 第 III 象限
背景顏色	藍底黑字 > 紫底黑字 > 紅底黑字 > 綠底黑字 > 白底黑字 深色>淺色
圖示大小	$144\text{ mm}^2 > 100\text{ mm}^2 > 64\text{ mm}^2 > 36\text{ mm}^2 > 16\text{ mm}^2$ 建議圖示大小面積不宜低於 64 mm^2

根據上表 6-1 所示，本研究得到以下幾點啟示：

1. 文字、數字呈現類型：

根據研究討論之結果得知，針對 PDA 點選作業績效，圖示標籤上的資訊呈現內容有著顯著性的影響趨勢。研究發現人們受到影響的程度為中文>英文>數字。以中文類型來說，高密度中文字的績效高於低密度的中文字的績效；以英文類型來說，英文小寫的績效優於英文大寫的績效。

2. 點選順序：

根據研究討論之結果得知，針對 PDA 點選作業績效，圖示的點

選順序有著顯著性的影響趨勢。研究發現皆呈現右至左>左至右>逆時針>順時針的結論。

3. 點選位置：

根據研究討論之結果得知，針對 PDA 點選作業績效，圖示的點選位置由高至低依序為第 IV 象限>第 II 象限>第 I 象限>第 III 象限。

4. 背景顏色：

根據研究討論之結果得知，對 PDA 點選績效由高至低依序為藍底黑字>紫底黑字>紅底黑字>綠底黑字>白底黑字。研究結果發現不必避免使用紅色或藍色為背景顏色。PDA 圖示外觀的色彩組合為深色系列時，擁有較佳的點選績效。

5. 圖示大小：

圖示大小對 PDA 點選績效影響顯著，主觀評量結果和實驗結果皆認為圖示大小在設計時，面積不宜低於 64mm^2 。

螢幕上的圖示，可以透過採用有意義的圖示及搭配有意義的文字來提高資訊量，進而幫助使用者來了解操作。但在 PDA 上實際設計圖示加以應用時，會受到螢幕大小和解析度的影響而遭遇到困難。因此本研究的結論與一般桌上型電腦、筆記型電腦的介面設計指標不大相同。在硬體限制就是小螢幕的情形下，更要考量人機互動的影響性。在人因工程中介面的設計與評估是一件重要的課題，本研究透過對 PDA 介面設計的評估，期盼研究成果能成為研究 PDA 介面的參考指標，使後續研究者不必再耗費過多的人力、金錢與時間來重複研究。

6.2 未來建議

隨著研發 PDA 的技術之進步，未來在小螢幕的圖示配置模式更需要妥善而系統化的考量。透過本研究的研究過程和研究結論，提出 4 點建議供後續研究者在人機介面設計上以茲做參考。

1. 研究情境的考量：

本研究之實驗進行是在 PDA 上實際進行，受試者身處於未受干擾的實驗室中坐著進行相關的實驗。但一般使用 PDA 的情境，除了

坐著點選外亦有站著點選之情形。這是本研究為探討的部分，後續研究者可朝此方向並加以探討。

2. 其他研究變項的考量：

圖示的形狀、加指示等變項，可供後續研究者進行相關探討。

3. 其他小螢幕的考量：

小螢幕的人機介面評估並不侷限於 PDA，如智慧型手機、數位相機等亦為同性質的介面(郭彥谷，2001)。後續研究者亦可針對其他小螢幕介面進行相關探討和研究。

4. 其他研究對象的考量：

本研究之探討對象為東海大學工業工程與經營資訊系的學生。但除了一般的大學生會使用 PDA 外，上班族和醫生亦是使用 PDA 的廣大族群。後續研究者可考慮針對不同研究對象進行相關探討。

5. 其他研究角度的考量：

本研究透過圖示的點選過程來衡量使用 PDA 的績效。但 PDA 除了圖示能做為衡量指標外，表單和捲軸也可進行探討。此外，本研究探討的受試者族群為慣用右手族群，後續研究者可針對慣用左手族群作交互比較。

6. 閱讀績效的考量：

隨著 PDA 的普及化，未來會有更多人透過 PDA 來進行閱讀、點選等工作。因此，後續研究者可探討 PDA 的閱讀績效，並與大型螢幕的閱讀績效作一比較。本研究的研究重心在於 PDA 的點選績效，而欲透過 PDA 進行任何閱讀動作皆須先透過點選、拖曳等動作。本研究的結論亦可供後續研究 PDA 閱讀績效的學者，在閱讀過程中作一點選動作的考量。

參考文獻

- [1] 中信投信，「行動上網新裝置 PDA 後勢發展值得觀察」，2000。
Available from : URL : <http://www.moneydj.com/> .
- [2] 方貝瑜，「網際網路個人化廣告與廣告版面位置對廣告效果之影響研究」，國立中正大學資訊管理研究所碩士論文，1998。
- [3] 田中洋、丸岡吉人，蔡焜霖譯，新廣告心理學，朝陽堂文化，台北，1993。
- [4] 艾偉，漢字研究，二版，國立編譯館，台北，1965。
- [5] 朱曉平，「漢字句子語境對單詞識別的效應」，心理學報，1991。
- [6] 李永隆，Windows CE 程式設計實務，碁峰，2000。
- [7] 李杉峰，傳達企業情報的圖文構成，藝風堂，台北，1989。
- [8] 李凌霄，成功的編輯，世界文物，台北，1990。
- [9] 李冠慰，「LCD 之影像極性、顏色配置與底圖對搜尋績效與主觀評量的影響」，國立清華大學工業工程與工程管理研究所碩士論文，1999。
- [10] 林振陽、洪嘉永，「射出成型機操作面板操作安全性之設計提案」，行政院科學委員會專題研究計劃成果報告，1995。
- [11] 林清泉，「螢幕種類、環境照明、與文字/背景色彩組合對終端機視覺作業影響之研究」，國立台灣科技大學工業管理研究所博士論文，2000。
- [12] 邱泓文，「無線應用協定於災難醫療資訊傳輸之應用」，台北醫學院醫學資訊管理所碩士論文，2001。
- [13] 吳姮憶，「照明光顏色、電腦螢幕文字/背景顏色與文字複雜度對中文字辨識與視覺疲勞之影響」，國立交通大學工業工程與管理研究所碩士論文，1998。
- [14] 吳進北，「螢幕圖示配置對使用效率影響之相關研究」，東海大學工業工程與經營資訊研究所碩士論文，2001。
- [15] 洪榮昭，電腦輔助教學之設計原理與應用，松崗，1987。

- [16] 莊仲仁、鄭柏勳：「中文書體的心理意義及其在廣告上的應用」，中華心理學刊，1984。
- [17] 陳明德，「螢幕文字/背景色彩組合與相關作業特性對視覺績效視覺疲勞影響之研究」，國立台灣科技大學管理技術研究所碩士論文，1997。
- [18] 陳美麗，「指標式設備使用效率研究」，高雄師範大學工業科技教育學研究所碩士論文，2000。
- [19] 陳建雄，「色彩辨識度與應用在使用者介面設計上的探討，工業設計」，1999。
- [20] 陳俊璋，「認知風格與使用者介面設計對注意力影響之研究」，國立成功大學工業設計研究所碩士論文，2000。
- [21] 郭彥谷，「PDA 介面資訊傳達與工作效能的關係」，國立交通大學傳播所碩士論文，2001。
- [22] 郭建宏，「螢幕種類、極性、目標/背景色彩組合對視覺敏銳與主觀偏好之研究」，國立台灣科技大學工業管理研究所碩士論文，2000。
- [23] 葉重新、劉英茂，「影響本國文字認識閾的因素」，國立台灣大學理學院心理學研究報告，1972。
- [24] 黃証柳，「滑鼠之人因工程與績效評估」，國立台灣科技大學管理技術研究所碩士論文，1997。
- [25] 湯嘉明，「液晶顯示器上動態中文字視認性與視覺動向之研究」，國立雲林科技大學視覺傳達設計研究所碩士論文，2000。
- [26] 張一岑，人因工程學，揚智文化，台北，初版二刷，1998。
- [27] 張柏駿，「螢幕文字/背景亮度與色彩對視覺績效與主觀偏好影響之研究」，國立台灣工業技術學院管理技術研究所碩士論文，1996。
- [28] 張銘勳，「中文筆劃數及字型於 VDT 顯示幕之閱讀識認性研究」，大學生暑期參與專題研究計畫成果報告書，學生計畫編號：NSC84-0115-C224-01-044E，1994。

- [29] 張雅雲，Wintel 架構 PDA 市場看俏，2002。Available from : URL <http://taiwan.cnet.com/news/it/story/> .
- [30] 張繼文，「從認知心理觀點探討記號設計」，屏東師院學報，1995。
- [31] 管倖生，「視覺線索與認知風格對焦點注意力之影響」，2001 年人因工程年會暨研討會論文集，2001。
- [32] 楊志，廣告心理學，國家，台北，1998。
- [33] 蔡登傳、游萬來、林盟晃、陳俊嘉、莊新丕，「螢幕型式與解析度對中文視認度的影響」，中日設計教育研究會論文集，1999。
- [34] 蔡登傳，「應用文字的字形描述值評估其視認度之研究」，國立台灣科技大學工業管理研究所博士論文，2000。
- [35] 潘美連，「應用於醫師查房之個人數位助理雛形系統」，國立陽明大學公共衛生研究所碩士論文，2001。
- [36] 劉明德、陳湘、林傑斌，SPSS11 統計分析實務設計寶典，博碩，2002。
- [37] 謝光進、柯亞先、張振卿，「亮度對比、極性和色彩組合對 VDT 績效之影響」，2003 年人因工程年會暨研討會論文集，2003。
- [38] Akamatsu, M. and S. Sato, "A multi-modal mouse with tactile and force feedback," *International Journal of Human-Computer Studies*, 40, pp. 443-453, 1944.
- [39] ANSI/HFS," American National Standard for Human Factors Engineering of visual display terminal workstations". *Human Factors Society*, 100, 1988.
- [40] Arnold, E.C., "Modern newspaper design," *Harper & Row*, 1969.
- [41] Chang, M. K. and Y. Ogino, "The effect of glare upon text editing with a color display", *Human Factors*, 1987.
- [42] Cornelia, M. R., "Clinicians' use of a palm-top base system to elicit patient preferences at the bedside," A feasible technique to improve patient outcomes. Proc. Amia Symp, pp. 739-743, 2000.

- [43] Dillon, A., "Reading from paper versus screens: a critical review of the empirical literature," *Ergonomics*, 35, pp. 1297-1326, 1992.
- [44] Eberts, R. E., *User interface design*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall, 1994.
- [45] Fitts, P.M., "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement," *Journal of Experimental Psychology*, 47, pp. 381-391, 1954.
- [46] Fowler, S.L. and V.R. Stanwick, *The GUI Style Guide*, Cambridge, MA: Academic Press, 1995.
- [47] Grandjean, E., "Fitting the Task to the Man," *Taylor & Francis*, London, U. K., 17, pp. 240-243, 1979.
- [48] Hitt, J. D., "An evaluation of five different abstract coding methods experiment IV," *Human Factors*, pp. 120-130, 1961.
- [49] Hsu, S.H., C.C. Huang, Y.H. Tsuang, and J.S. Sun, "Age and gender difference in remote pointing performance," *Proceeding of the 4th Pan Pacific Conference on Occupational Ergonomics, Ergonomics Society of Taiwan*, ROC, pp. 516-519, 1996.
- [50] Huang, S. L., M. Y., Wang, and C. C. Her, "An Experimental Study of Chinese Information Displays on VDTs," *Human Factors*, pp. 461-471, 1992.
- [51] Kantowitz, B. H. and R. D. Sorkin, "Understanding People-System Relationship," *Human factors*, 1983.
- [52] Kroemer, K. H. E., H. Kroemer, and K. Kroemer-Elbert, *Ergonomics*, 8, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., USA, 1994.
- [53] Marcus, A., *Baby Faces: User-Interface Design for Small Displays*. ACM, pp. 18-23, 1998.
- [54] Matthews, M. L., J. V. Lovasik, and K. Mertins, "Visual performance and subjective discomfort in prolonged viewing of chromatic displays," *Human Factors*, 32, pp. 157-171, 1990.

- [55] Menozzi, M., U., Napflin, and H. Krueger, "CRT versus LCD: A pilot study on visual performance and suitability of two display technologies for use in office work," *Display*, vol.20, pp. 3-10, 1999.
- [56] Napier, J. R., "The Muscle movements of the human hand," *J. Bone and Joint Surgery*, 38, pp.902-913, 1956.
- [57] Norman, D., *The invisible computer*. MA: MIT Press, 2000.
- [58] Poulton, E., "Searching for newspaper headlines printed in capitals or lowercase letter," *Journal of Applied Psychology*, pp. 156-161, 1967.
- [59] Pastoor, S., "Legibility and subjective preference for color combinations in text," *Human Factors*, pp. 157-171, 1990.
- [60] Rubens, P., and R. Krull, "Applications of Research on Document Design to Online Displays," *Technical Communication*, 32, pp. 29-34, 1985.
- [61] Sanders, M.L., and E.J. McCormick, "Human Factors in Engineering and Design", 7th Ed., McGraw-Hill Book Company, New York, 1993.
- [62] Satoru, K. "Ergonomic comparison of liquid crystal display and cathode ray tube display," *Display and Imaging*, 5, pp. 181-190, 1997.
- [63] Shaw, M. and P. Shaw, "Optimal Allocation of cognitive resources to spatial location," *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, pp. 522-526, 1977.
- [64] Shinar, D., and M. B. Action., "Control-display relationships on the four-burner range," *Human Factors*, 20(1), pp. 3-17, 1978.
- [65] Shieh, K. K. and M. T. Chen, "Effects of screen color combination and visual task characteristics on visual performance and visual fatigue," *Proceedings of the National Science Council, R.O.C. (A)*, pp. 361-368, 1997.
- [66] Shieh, K. K., M. T. Chen, and J. H. Chuang, "Effects of Color

- Combination and Typography on identification of Characters Briefly Presented on VDTs,” *International Journal of Human Computer Interaction*, 9, pp. 169-181, 1997.
- [67] Shieh, K. K. and C. C. Lin, “Effects of screen type, ambient illumination, and color combination on VDT visual performance and subjective performance,” *International Journal of Industrial Ergonomics*, 26, pp. 527-536, 2000.
- [68] Shneiderman, B., *Design the user interface: Strategies for effective human-computer interaction*, New York: Addison Wesley, 1992.
- [69] Singleton, W.T., *The Body at Work: Biological Ergonomics*, New York: Cambridge University Press, 1982.
- [70] Smith, M. J., B. G. F. Cohen, and L. W. Stammerjohn, “An investigation of health complaints and job stress in video display operators,” *Human Factors*, 23(4), pp. 387-400, 1981.
- [71] Snyder, H. L. Image quality. In: Helander, M. (Ed.), *Handbook of human-computer interaction*, Elsevier science publishers, Amsterdam, pp. 437-474, 1988.
- [72] Sun, F., M. Morita, and L. W. Stark, "Comparative patterns of reading eye Movement in Chinese and English," *Perception & Psychophysics*, 1985.
- [73] Tullis, T. S., *Display Analysis Program*, 4, The Report Store, Lawrence, KS, USA, 1986.
- [74] Wickens, C.D., *Engineering psychology and human performance*. Columbus, OH: Merrill 1, 1984.
- [75] Williams, H.G., *Perceptual and Motor Development*. Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1983.

附錄

附錄表-1 文字、數字類型之點選 PDA 反應時間數據表一

受試者	阿拉伯數字	英文大寫	英文小寫	高密度中文字	低密度中文字
1	21.28	19.33	20.30	22.08	19.85
2	19.85	15.55	15.83	15.90	14.50
3	17.23	17.48	17.35	16.73	14.13
4	16.58	13.90	14.95	14.28	13.45
5	16.63	18.10	17.53	16.58	16.98
6	20.13	16.38	15.55	15.08	14.25
7	15.65	13.73	13.30	12.35	10.90
8	15.33	14.35	13.73	13.25	11.93
9	15.88	14.38	15.33	12.73	12.93
10	20.98	19.78	20.43	16.03	14.80
11	18.68	17.43	15.78	15.55	14.73
12	16.28	16.43	15.78	15.33	14.53
13	24.05	25.73	22.43	23.18	20.88
14	16.10	15.33	14.95	13.75	14.05
15	19.40	16.63	15.65	12.98	12.13
16	12.75	13.28	12.45	11.65	8.48
17	16.15	14.20	13.48	14.00	12.45
18	12.53	11.88	11.73	9.38	8.68
19	17.53	17.35	14.83	12.75	13.28
20	14.03	12.33	13.05	12.78	12.80
21	13.80	14.45	13.78	14.23	13.63
22	18.30	15.18	17.05	17.70	17.30
23	21.68	18.63	20.65	17.88	14.23
24	16.33	16.45	16.35	14.30	15.08
25	19.20	17.98	17.98	17.50	17.98
26	14.30	14.60	12.90	13.68	12.05
27	18.15	17.63	16.28	15.10	14.30
28	18.15	15.13	14.35	13.55	13.38
29	17.58	15.70	14.40	14.18	14.05
30	16.10	14.83	13.13	12.50	12.60
31	18.30	19.18	17.30	17.20	15.18

附錄表-2 文字、數字類型之點選 PDA 反應時間數據表二

受試者	阿拉伯數字	英文大寫	英文小寫	高密度中文字	低密度中文字
32	20.90	17.93	17.85	16.93	15.55
33	16.80	15.25	14.33	12.85	13.15
34	16.68	16.98	16.70	15.13	12.60
35	20.73	18.60	15.18	14.90	14.28
36	19.45	19.40	18.60	17.98	20.13
37	18.60	17.48	17.75	21.38	18.15
38	13.25	15.63	14.23	14.88	13.83
39	18.10	17.18	16.60	15.33	14.00
40	21.05	20.00	15.48	15.95	16.00
41	16.68	15.55	14.28	14.30	13.05
42	24.93	21.38	19.95	19.03	18.45
43	16.53	16.53	17.28	17.23	16.65
44	15.35	14.50	13.73	13.68	13.65
45	18.63	16.15	14.88	15.08	14.15
46	20.40	17.68	16.88	17.50	16.78
47	22.93	22.50	20.10	17.90	15.90
平均值	17.87	16.72	16.01	15.41	14.50

單位：秒

附錄表- 3 點選順序數據表一

受試者	順時針	逆時針	左至右	右至左
1	21.28	19.92	20.62	20.44
2	17.48	17.08	15.32	15.42
3	17.10	17.44	16.30	15.48
4	15.60	16.32	13.46	13.14
5	18.42	16.20	16.04	17.98
6	18.30	16.12	15.50	15.18
7	13.84	13.58	12.80	12.52
8	14.82	14.40	12.80	12.84
9	15.68	14.50	13.34	13.46
10	19.56	19.16	17.22	17.66
11	17.28	16.92	16.06	15.46
12	16.44	16.02	15.32	14.88
13	25.42	23.20	22.28	22.10
14	16.60	14.58	14.06	14.10
15	17.08	15.10	15.18	14.06
16	12.22	12.30	11.28	11.08
17	14.92	14.36	13.34	13.60
18	11.18	10.94	10.00	11.22
19	16.24	14.98	14.80	14.56
20	13.64	13.34	12.54	12.46
21	14.62	13.56	13.64	14.08
22	18.08	16.68	17.00	16.66
23	20.60	18.64	17.40	17.80
24	16.64	16.70	15.32	14.14
25	18.90	17.72	18.62	17.26
26	13.68	13.78	13.24	13.32
27	16.94	15.88	15.68	16.66
28	16.10	14.94	14.10	14.50
29	16.96	15.60	15.10	13.06
30	13.98	13.92	14.36	13.06
31	17.50	19.20	16.38	16.64
32	19.44	18.94	15.56	17.38
33	14.90	14.40	14.46	14.14

附錄表-4 點選順序數據表二

受試者	順時針	逆時針	左至右	右至左
34	17.48	16.80	13.84	14.34
35	17.70	17.26	16.36	15.62
36	19.92	18.92	18.78	18.82
37	19.48	18.20	19.70	17.30
38	16.72	14.54	13.52	12.66
39	17.60	16.36	15.18	15.82
40	18.74	16.84	17.76	17.44
41	16.60	14.30	13.66	14.52
42	21.48	20.94	20.18	20.38
43	17.80	17.02	16.22	16.32
44	16.48	13.98	14.16	12.10
45	17.22	16.00	15.36	14.52
46	19.54	18.06	17.32	16.46
47	22.46	19.60	18.36	19.04
平均值	17.25	16.28	15.52	15.35

單位：秒

附錄表- 5 點選位置之點選 PDA 反應時間數據表一

受試者	第 I 象限	第 II 象限	第 III 象限	第 IV 象限
1	1.90	1.66	2.17	1.59
2	1.79	1.65	2.16	1.78
3	1.79	1.62	1.80	1.61
4	2.09	2.01	1.99	1.78
5	1.45	1.24	1.45	1.14
6	1.76	1.81	1.88	1.72
7	1.95	1.76	1.73	1.75
8	1.94	1.47	1.88	2.07
9	1.76	1.62	2.03	1.72
10	1.52	1.66	1.71	1.45
11	1.21	1.35	1.31	1.29
12	2.13	1.82	2.41	1.78
13	1.95	1.81	1.92	1.81
14	1.49	1.77	1.60	1.77
15	2.00	1.80	2.33	2.01
16	1.92	1.58	1.88	1.50
17	1.48	1.32	1.48	1.37
18	1.57	1.66	1.50	1.48
19	1.95	1.93	2.01	1.99
20	1.83	1.69	1.86	1.51
21	1.76	1.47	1.92	1.39
22	2.56	2.35	2.89	2.67
23	1.83	1.71	1.80	1.78
24	1.54	1.40	1.62	1.49
25	1.50	1.30	1.27	1.34
26	1.74	1.73	1.97	1.44
27	1.82	1.28	1.59	1.32
28	1.54	1.39	1.64	1.35
29	2.04	1.81	2.07	1.90
30	1.92	1.58	1.88	1.50
31	1.48	1.32	1.48	1.37
32	1.57	1.66	1.50	1.48
33	1.95	1.93	2.01	1.99

附錄表- 6 點選位置之點選 PDA 反應時間數據表二

受試者	第 I 象限	第 II 象限	第 III 象限	第 IV 象限
34	1.51	1.49	1.79	1.51
35	2.24	2.35	2.74	2.15
36	1.85	1.77	2.17	2.03
37	1.74	1.50	2.18	1.61
38	1.64	1.74	1.55	1.58
39	1.77	1.61	2.07	1.53
40	2.05	1.43	2.17	1.25
41	1.85	1.83	1.93	1.45
42	1.81	1.67	1.90	1.47
43	2.58	2.47	3.01	2.13
44	2.16	1.90	2.44	1.76
45	1.91	1.82	2.06	1.98
46	1.83	1.81	1.57	1.69
47	1.81	1.74	2.02	1.56
平均值	1.82	1.69	1.93	1.66

單位：秒

附錄表-7 背景顏色之點選 PDA 反應時間數據表一

受試者	紅底黑字	綠底黑字	藍底黑字	紫底黑字	白底黑字
1	12.15	12.03	10.50	11.53	11.33
2	14.88	15.38	14.20	15.23	15.00
3	16.68	16.33	16.80	16.78	16.50
4	16.40	15.88	15.85	15.78	16.78
5	14.25	15.35	13.18	14.00	15.43
6	14.33	14.43	14.43	14.00	14.55
7	15.08	14.55	13.80	14.70	14.78
8	12.80	12.58	12.80	13.58	13.15
9	12.65	12.63	13.33	13.20	13.53
10	15.38	14.75	14.53	15.28	15.30
11	13.95	14.55	13.28	13.35	14.00
12	13.78	14.13	13.38	13.35	13.53
13	20.45	21.38	21.25	20.40	21.03
14	13.18	14.53	12.40	14.68	14.25
15	12.20	12.75	11.93	12.70	13.70
16	9.38	10.03	8.48	9.43	10.35
17	13.23	13.53	12.33	13.45	13.75
18	13.85	14.38	13.85	14.30	15.93
19	14.35	12.83	12.15	13.00	13.35
20	12.18	12.75	11.88	11.75	12.65
21	12.70	13.13	12.48	12.30	13.73
22	16.68	16.28	16.38	16.23	15.60
23	13.20	14.75	13.10	13.73	13.48
24	12.35	13.65	12.88	14.55	13.80
25	17.28	17.68	16.90	17.48	17.73
26	11.53	11.38	10.83	11.18	11.73
27	15.95	16.18	15.08	16.35	17.10
28	12.58	12.83	12.08	12.78	12.85
29	15.58	15.18	15.50	15.90	16.43
30	13.83	12.95	13.68	12.63	13.85
31	18.88	18.58	18.95	17.75	17.00
32	15.23	18.28	15.65	14.00	18.23
33	13.50	14.53	12.95	14.00	14.70

附錄表- 8 背景顏色之點選 PDA 反應時間數據表二

受試者	紅底黑字	綠底黑字	藍底黑字	紫底黑字	白底黑字
34	16.75	15.65	14.90	14.60	15.13
35	13.15	13.55	12.73	13.80	13.93
36	14.48	15.53	14.15	14.93	15.90
37	18.43	15.23	15.85	15.23	16.70
38	11.33	12.05	11.50	11.83	13.55
39	12.80	12.80	13.15	13.05	12.93
40	14.75	14.23	13.03	13.48	13.63
41	13.10	12.28	12.03	12.65	13.40
42	18.43	19.03	18.28	18.85	20.15
43	16.10	16.38	14.93	15.93	16.18
44	11.80	12.98	12.15	13.25	13.63
45	14.68	14.25	13.68	13.90	14.90
46	13.85	13.85	14.08	14.88	13.63
47	16.43	17.43	15.93	17.10	17.00
平均值	14.39	14.58	13.9	14.31	14.8

單位：秒

附錄表-9 圖示大小之點選 PDA 反應時間數據表一

受試者	16mm ²	36mm ²	64mm ²	100mm ²	144mm ²
1	17.95	16.13	15.30	14.53	15.10
2	16.80	14.75	14.00	13.85	13.78
3	17.08	14.28	12.68	11.93	11.68
4	15.75	13.13	13.00	12.35	12.33
5	17.60	14.80	14.80	13.50	12.78
6	16.18	15.15	14.23	15.00	14.00
7	14.08	11.58	11.73	10.48	10.28
8	15.13	13.45	11.90	10.20	10.33
9	14.68	13.65	12.75	11.75	11.35
10	15.53	15.75	15.10	13.93	13.45
11	14.05	13.18	12.80	10.58	11.80
12	14.83	12.90	12.43	11.13	10.95
13	22.68	18.30	18.25	16.50	17.03
14	16.38	14.35	14.00	13.20	13.30
15	14.10	12.73	11.25	10.48	11.30
16	14.23	13.18	10.88	10.90	10.18
17	14.23	12.53	13.08	10.70	11.35
18	15.43	13.03	13.53	12.13	12.45
19	13.85	13.03	12.28	11.85	10.45
20	13.53	11.90	11.38	10.35	10.88
21	15.93	12.83	12.18	11.10	10.38
22	17.08	16.85	16.58	14.43	14.45
23	14.65	14.33	12.45	13.03	12.85
24	15.98	13.70	12.55	12.53	12.13
25	18.28	16.88	16.50	15.15	15.23
26	12.43	10.85	10.03	9.90	9.98
27	15.90	14.30	13.60	14.00	13.03
28	18.98	17.33	18.08	14.65	17.08
29	16.68	14.73	13.90	12.03	14.18
30	16.40	12.83	12.90	11.83	10.10
31	17.68	14.03	13.58	12.98	13.28
32	16.78	14.50	15.50	13.75	12.45
33	16.78	14.50	15.50	13.75	12.45

附錄表- 10 圖示大小之點選 PDA 反應時間數據表二

受試者	16mm ²	36mm ²	64mm ²	100mm ²	144mm ²
34	14.90	13.15	14.05	12.50	12.40
35	14.30	12.80	13.18	13.00	12.63
36	16.78	15.13	13.05	13.20	12.13
37	15.95	13.93	13.30	13.20	12.63
38	16.55	14.63	15.05	13.80	13.33
39	18.18	13.45	11.55	10.80	10.38
40	14.73	12.83	12.13	11.58	12.00
41	16.08	14.75	13.18	12.78	13.28
42	16.03	14.23	12.43	10.58	11.13
43	20.65	18.85	18.60	17.60	18.53
44	18.88	15.48	15.33	16.28	14.33
45	15.13	11.73	11.60	10.75	10.83
46	15.45	14.70	13.78	15.05	13.48
47	15.90	13.85	13.10	12.03	12.53
平均值	16.17	14.21	13.61	12.77	12.64

單位：秒

附錄表- 11 阿拉伯數字之錯誤次數統計表

阿拉伯數字下之 PDA 點選錯誤次數																								
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	E%
順 時 針	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	1.9
逆 時 針	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.35
左 至 右	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.18
右 至 左	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.18

註：E 代表平均錯誤率

附錄表- 12 英文字之錯誤次數統計表

英文大寫下之 PDA 點選錯誤次數																									
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	E%	
順時針	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
逆時針	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.88
左至右	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6
右至左	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.53
英文小寫下之 PDA 點選錯誤次數																									
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	E%	
順時針	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2.8
逆時針	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.9
左至右	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
右至左	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.35

註：E 代表平均錯誤率

附錄表- 13 中文字之錯誤次數統計表

高密度中文字下之 PDA 點選錯誤次數																								
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	E%
順時針	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2	2.4
逆時針	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
左至右	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	.88
右至左	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.7
低密度中文字下之 PDA 點選錯誤次數																								
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	E%
順時針	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.88
逆時針	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.53
左至右	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	.88
右至左	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.88

註：E 代表平均錯誤率

附錄表- 14 螢幕圖示配置之使用者基本資料問卷表

基本資料問卷

一、姓名：

二、系別：

三、性別：男 女

四、有無機車駕照：有 無

五、有無近視：有 無

六、若近視是否已接受治療或配帶眼鏡：有 無

< 本題無近視者不必填寫 >

七、有無色盲：有 無

八、慣用左手：慣用右手

九、使用 PDA 經驗：有 無

若曾使用過，請問目前已使用過 年 月

附錄表- 15 螢幕圖示配置之研究問卷

以下是 PDA 螢幕圖示配置的相關研究問卷，本問卷旨在探討 PDA 螢幕介面在點選過程中所需要注意的事項，請您依個人見解來作答以下的題目：

- (1) 若將螢幕劃分為四等分，如下圖所示，請依您認為光筆點選位置的方便性，由方便到較不方便依序寫出數字代號？

2	1
3	4

- (2) 依光筆點選圖示之移動方向的觀點，若有好幾個選項必須選取，您認為下列那一個方式較方便？

A. 左而右 B. 右而左 C. 難以判定。

- (3) 依光筆點選圖示之移動方向的觀點，若有好幾個選項必須選取，您認為下列那一個方式較方便？

A. 順時針方向 B. 逆時針方向 C. 難以判定。

- (4) 針對 PDA 螢幕上的圖示選項，您認為大小至少要該要多少，才不會造成使用光筆選取時的困擾或誤選？_____請由下列(1)~(5)擇一為您的答案。

大小(1)	大小(2)	大小(3)	大小(4)	大小(5)
16mm ²	36mm ²	64mm ²	100mm ²	144mm ²
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- (5) 依光筆點選圖示的內容之觀點，若有好幾個選項可以選取，您認為下列那一種內容的呈現較方便？

A. 阿拉伯數字 B. 英文大寫 C. 英文小文 D. 高密度中文字 E. 低密度中文字。

- (6) 依光筆點選圖示的背景顏色之觀點，若有好幾個選項可以選取，您認為下列那一種顏色的呈現較佳？

A. 紅底黑字 B. 綠底黑字 C. 藍底黑字 D. 紫底黑字 E. 白底黑字 F. 其他。

附錄表- 16 問卷數據彙整表一

NO	受試者	性別	年齡	點選位置	左右順序	順逆順序	圖示大小	文字類型	背景顏色
1	陳貝生	男	22	2134	左至右	順時針	(4)	低密度中文字	綠底黑字
2	許仲傑	男	24	4123	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
3	黃俊嘉	男	21	2134	右至左	順時針	(3)	阿拉伯數字	綠底黑字
4	鄧佳銘	男	22	3412	左至右	逆時針	(4)	阿拉伯數字	藍底黑字
5	王世興	男	21	2134	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
6	郭昭志	男	21	2134	左至右	順時針	(3)	英文大寫	藍底黑字
7	陳杰宇	男	21	2413	左至右	逆時針	(2)	阿拉伯數字	綠底黑字
8	范晁毓	男	21	2341	左至右	逆時針	(4)	英文大寫	白底黑字
9	鄧景云	男	22	2134	左至右	逆時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
10	徐世樺	男	23	2143	右至左	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
11	余佳穎	女	21	1432	左至右	順時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
12	林茂清	男	22	1243	左至右	順時針	(4)	阿拉伯數字	紫底黑字
13	蔡宗翰	男	21	2134	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
14	洪世昌	男	23	2134	左至右	順時針	(3)	英文大寫	白底黑字
15	吳俊龍	男	25	2134	右至左	順時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
16	徐哲豪	男	22	2134	左至右	順時針	(3)	英文小寫	綠底黑字
17	許晏禎	女	21	2341	左至右	逆時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
18	王黛芬	女	22	2314	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
19	陳尚宏	男	21	2134	左至右	逆時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
20	吳雨珊	女	22	1243	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	綠底黑字
21	林國欽	男	27	3412	左至右	順時針	(4)	英文大寫	白底黑字
22	周政欣	男	22	3421	左至右	逆時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
23	陳義正	男	23	4312	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
24	林鈺翔	男	22	2134	左至右	順時針	(3)	英文大寫	白底黑字
25	吳岳軍	男	22	2314	難判定	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
26	朱育材	男	22	4132	右至左	順時針	(4)	英文大寫	藍底黑字
27	劉志遠	男	22	2143	左至右	逆時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
28	張照聖	男	22	2134	右至左	順時針	(3)	英文小寫	白底黑字
29	曾璽	男	21	1243	右至左	順時針	(5)	英文大寫	白底黑字
30	李芷芳	女	21	2314	難判定	逆時針	(2)	阿拉伯數字	綠底黑字
31	許書韋	男	22	2314	左至右	順時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字

附錄表- 17 問卷數據彙整表二

NO	受試者	性別	年齡	點選位置	左右順序	順逆順序	圖示大小	文字類型	背景顏色
32	胡岳廷	男	21	2134	右至左	順時針	(3)	英文大寫	白底黑字
33	王凱凡	男	22	2134	左至右	逆時針	(2)	阿拉伯數字	白底黑字
34	蔡崇孝	男	21	2134	左至右	逆時針	(2)	阿拉伯數字	白底黑字
35	張智綜	男	22	2314	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
36	陳昶昕	女	20	4321	左至右	逆時針	(4)	阿拉伯數字	藍底黑字
37	魏正昌	男	22	2314	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
38	羅婉禎	女	21	2134	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	藍底黑字
39	薛鼎翰	男	21	2143	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
40	莊博凱	男	21	2314	右至左	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
41	覃思學	男	22	3412	右至左	逆時針	(2)	阿拉伯數字	白底黑字
42	賴修一	男	22	2314	左至右	逆時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
43	唐嘉良	男	22	2314	左至右	順時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
44	楊仁傑	男	22	3421	右至左	難判定	(3)	阿拉伯數字	白底黑字
45	沈泊承	男	21	2134	左至右	順時針	(4)	阿拉伯數字	白底黑字
46	林凡棋	男	22	2314	左至右	順時針	(4)	英文大寫	白底黑字
47	邱景祥	男	23	2134	左至右	順時針	(3)	阿拉伯數字	白底黑字

簡歷

姓名：黃中宏

籍貫：台灣省高雄市

出生：民國六十六年

學歷：民國九十年東海大學工業工程與經營資訊系畢業

民國九十二年東海大學工業工程與經營資訊所碩士班畢業

聯絡處：807高雄市三民區大裕路126號

電話：(07) 382-1541