

攜帶型行動通訊電腦介面之資訊呈現與色彩配置方式對使用者視覺搜尋績效之影響

陳建雄* 陳允澤** 簡佑宏***

* 國立台灣科技大學設計研究所
e-mail:cchen@mail.ntust.edu.tw

** 國立台灣科技大學設計研究所
e-mail:m9010109@mail.ntust.edu.tw

*** 國立台灣科技大學設計研究所
e-mail:d9110104@mail.ntust.edu.tw

(收件日期:93年04月12日;接受日期:95年03月11日)

摘要

攜帶型行動通訊電腦產品因螢幕尺寸大小、體積和重量等設計因素之限制，其螢幕資訊呈現與介面色彩組合之方式將會影響使用者搜尋螢幕資訊的績效。本研究以平板電腦(Tablet PC)為例，探討四類資訊呈現方式(即前導式、閃現式、捲動式和整頁式)及四組螢幕介面色彩之設定方式(即自訂組、參考組、灰階組、與隨機組)對使用者視覺搜尋績效之影響，研究中並建構「色彩選擇決策支援系統」以輔助受測者螢幕介面色彩的設定。研究結果顯示：(1)攜帶型行動通訊電腦介面之資訊呈現方式不論是Windows作業系統內建之預設色彩值或開放使用者自訂螢幕介面色彩，實驗結果均以靜態資訊呈現方式優於動態資訊呈現方式；(2)靜態資訊呈現方式中，除灰階組外，其餘各組均以整頁式優於捲動式；(3)動態資訊呈現方式中，前導式組受測者之視覺搜尋績效較優於閃現式組受測者；(4)整體而言，有關螢幕介面色彩之設定方式，除捲動式組外，受測者之平均任務完成時間以參考組受測者之視覺搜尋績效最佳，自訂組次之，灰階組再次之，而以隨機組受測者之視覺搜尋績效最差，分析問卷調查所得資料亦有類似結果。本研究之實驗結果亦證明提供「色彩選擇決策支援系統」協助受測者自訂螢幕介面色彩時，除能滿足其個人對色彩組合之喜好外，亦能提升其視覺搜尋之績效。

關鍵詞：使用者介面、螢幕色彩、資訊呈現、色彩選擇決策支援系統

一、研究動機與目的

由於電腦科技之蓬勃發展，促使攜帶型行動通訊電腦設備日益普及，如手提電腦、聯網版(Web pad)、個人數位助理(PDA)等皆隨處可見，使用者於任何時間與地點均可與之互動，藉以迅速達到操作目的。由於攜帶型行動通訊電腦產品受限於螢幕尺寸大小、體積、和重量等設計因素之考量，其螢幕資訊呈現與介面色彩組合之方式均會影響使用者對資訊的注意力與閱讀性。且因使用者個人主觀意識之抬頭，對於攜帶型行動通訊電腦螢幕之介面色彩設定常喜歡改為適合自身之配色方式，以突顯個人色彩，故本研

究以攜帶型行動通訊電腦中的平板電腦為例，探討資訊呈現方式(即前導式、閃現式、捲動式、與靜頁式)與螢幕介面色彩設定方式(即自訂組、參考組、灰階組、與隨機組)，研究中並建構「色彩選擇決策支援系統」(Color Selection Decision Support System, CSDSS)以輔助使用者對平板電腦介面色彩的設定。本研究之主要目的為：(1)探討四種螢幕資訊呈現方式於平板電腦上對使用者視覺搜尋績效之影響；(2)探討四組平板電腦之螢幕介面色彩設定方式對使用者視覺搜尋績效之影響，其中並包含應用「色彩選擇決策支援系統」為輔助使用者對電腦介面色彩設定之諮詢參考。

二、相關研究探討

2-1 電腦色彩與人類視覺

人類之可以看見物體的色彩乃是物體反射光線到人眼睛之結果。人類視網膜中之錐狀細胞(Cones)具感知色彩的功能，而桿狀細胞(Rods)則具感知光線強弱之能力。由於日常生活中充滿各類事物，人類見到的色彩不是一種，而色彩的混合可分為色光混合與色料混合，色光混合由色光三原色(即紅、綠、藍等)分別重疊而產生洋紅、黃、青等三種色光，混合愈多則得到愈明亮之色光，此亦稱為加法混合。此外，色料混合是由色料三原色(即洋紅、黃、青等)加以互相混合，色料混合愈多則愈黑暗，此又稱為減法混合。由於螢幕上資訊的色彩運用方式乃屬於色光混合，故本研究中所討論的色彩定義則以色光為主。在電腦中對於色彩的定義是採十六進位的方式(即十六進位值為0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F)，對於三原色的飽和度分別給予兩個十六進位值，以#RRGGBB的方式指定色彩，如白色的組成是Red=FF, Green=FF, Blue=FF，其RGB值即為#FFFFFF，依1976年國際照明協會(Commission Internationale d'Eclairage, CIE)色彩空間測量國際標準的模型表示(CIE L*a*b* color space, L*: lightness axis, a*: red-green axis, b*: yellow-blue axis)，#FFFFFF則轉換為CIE L*:100, a*:0, b*:0。

2-2 資訊呈現方式與螢幕色彩組合

由於攜帶型行動通訊電腦受限於螢幕尺寸大小、體積、與重量等設計因素之影響，其螢幕資訊呈現常採用不同之顯示方式(即前導式、閃現式、捲動式、與靜頁式)以利使用者閱讀資訊或引起使用者對螢幕之注意，本研究亦探討上述四種資訊呈現方式對使用者視覺搜尋績效之影響。以資訊呈現方式對字搜尋績效之影響而言，Einhorn和陳其勳[2]曾於「前導式動態資訊呈現之設計」論文中比較前導式動態與靜態資訊呈現方式，結果發現動態呈現方式中以12級字型大小為例(視角約40.4分/次以下)，字跳動距離為0.35和0.7分/次為最佳(即0.8~1.7個12pt的中文字)，前導配速亦以250wpm (Word Per Minute)最佳，而字型以細明體優於標楷體，而在靜態資訊呈現方式之探討則無顯著影響。而不論是動態或靜態之資訊呈現時，在CRT螢幕與LCD螢幕上之資訊呈現結果均無顯著差異。Koler, et al.[13]曾研究閱讀於捲動式動態資訊與靜態資訊的易讀性，結果顯示捲動式動態資訊的易讀性較靜態資訊為低。此外，Granaas, et al.[9]的研究指出受測者前導式的動態資訊閱讀理解力(Comprehension Performance)顯著地比標準閱讀狀況下的閱讀理解力低。上述有關運用不同資訊呈現方式之研究，均未於攜帶型行動通訊電腦產品上進行實驗，故本研究期能對攜帶型行動通訊電腦有關螢幕資訊呈現方式作更進一步之探討。

就螢幕色彩組合對資訊呈現方式之影響而言，本研究蒐集與歸納許多國內外有關螢幕文字色彩與背景色彩組合較佳方式之研究以供參考(如Brown[6]、Durrett & Stimmler[8]、Tullis[24]、Hoadley[10]、Jackson, et al. [11]、Kinney & Huey[12]、Marcus[16, 17]、Sutcliffe[22]、及Post[19]等學者之研究)，此外，Levie and

Dickie[15]建議螢幕的資訊呈現方式，其色彩的運用以3到7種顏色為佳，且勿使用過於強烈之對比色及高飽和度之顏色，較好的背景色為灰色和淡青色系，儘量避免明亮藍色的字與黃色的背景。而Tinker and Paterson[23]研究使用習者11種不同顏色組合下的閱讀速率，發現其白底黑字的閱讀速率最佳，其次是白底深綠字，而最差的閱讀績效則為綠底紅字和紫底黑字之組合。此外，Mahnke and Mahnke[18]與Snyder[21]認為色彩的組合使用需注意對比與互補色之關係，若互補色運用不得宜，將容易造成使用者視覺之疲勞與傷害，如紅綠兩種互補色的使用就較不適宜。Sanders and McCormick[20]曾建議避免使用紅綠、紅藍及藍綠的色彩組合。陳建雄[4,5]亦指出規劃使用者介面色彩配置時，前景文字色彩與背景色彩的組合會影響使用者的電腦操作績效，應用不適當的色彩組合會讓使用者無法迅速理解螢幕所呈現的資訊內容。Li 等[1]於研究色彩組合的平均偏好評比和色盲關係時，發現以深藍色為背景的色彩組比比淺藍色背景較受到使用者之喜歡。Li 和曹立人[3]則針對8種顏色組成56種目標字與背景色，由受測者分辨隨機出現之幾何圖形，研究結果發現受測者對黑底白字之辨識效果最佳，而對黃底白字之辨識效果最差，當文字與背景色兩者間亮度對比稍大但不過於強烈時其辨識效果較好，但兩者間亮度對比過小時其辨識效果則較差。

2-3 決策支援系統

決策支援系統(Decision Support System, DSS)主要之特色乃以電腦化的互動交談系統協助決策者利用資料及模式組(Data and Models)解決半結構性的問題。在半結構性的問題中，把既有的知識和模式組列入決策支援系統中，再把未知的部分留給使用者，讓人機(Human-Machine)能充分的分工合作。而一個決策支援系統的構成單元則主要分為「對話子系統」、「資料庫子系統」及「模式組庫子系統」。其中對話子系統負責管理決策支援系統和使用者直接溝通的單元，是輔助整個決策支援系統的進行。在決策支援系統的環境下，對話系統讓使用者傳達指令和接收系統所提供之資料，並提供決策者有關系統其他功能的指引，幫助決策者使用決策支援系統輔助其制訂決策。而資料庫子系統為一種將模式組與資料存取功能相結合的資訊系統，因此資料存取功能的效率影響整個決策支援系統的績效。透過資料庫管理系統，決策支援系統可以有效地管理各種支援決策且協助搜尋所需要的資料。從決策支援系統的應用角度而言，資料庫可為建立決策支援系統的先決條件。缺乏正確的資料庫內容或使用不良的資料庫管理系統，都會導致決策支援系統的失敗。模式組庫子系統則包含各種數學模式或各類分析技術以發揮決策效能，此類模式組之集合便構成模式組庫。模式組常需接受資料的輸入，而模式組庫管理系統負責協助模式組擷取相關之資料。此外，模式組庫管理系統亦負責模式組庫與對話單元間之互動，決策者可要求選用特殊模式組作為分析之依據，而模式組庫亦可從資料庫擷取資料執行分析後，再將結果傳給決策者，模式組庫亦可直接向決策者詢問所需資料之內容。本研究建構「色彩選擇決策支援系統」供受測者於設定螢幕介面色彩時之諮詢參考。

三、實驗設計

本研究針對攜帶型行動通訊電腦之螢幕資訊呈現方式和色彩設定方式對使用者視覺搜尋績效之影響分別進行探討，本研究共有兩個實驗，每個實驗中亦分別蒐集兩種實驗數據，第一種為使用者操作實驗任務之視覺搜尋績效表現，此為以秒為單位之時間數據；而第二種為使用者操作實驗任務後之主觀評量數據，即由受測者針對實驗任務執行後之感覺，填寫主觀評量問卷。本研究中之兩個實驗皆以Visual Basic (VB)和Visual Rule Studio (VRS)兩套程式撰寫而得，每個實驗依螢幕資訊呈現方式之不同各有四種不同之

程式供實驗使用。

3-1 受測者

本研究共隨機選取80位受測者參與實驗，每位受測者均需參與實驗一與實驗二兩項實驗。實驗時依螢幕資訊呈現方式之不同，實驗一與實驗二各有四組實驗程式，故每組實驗各有20位受測者參與進行。本研究中之受測者皆具大學以上學歷，其年齡為18歲至35歲，職業包含學生、資訊業、與服務業，所有受測者皆具一年以上之電腦使用經驗。

3-2 實驗設備

本研究實驗所用之硬體設備採 View Sonic 廠牌之平板電腦，螢幕尺寸為 10.4 吋，1024x768 解析度，高彩顯示 (16bits)。實驗所用螢幕介面之建構與程式之撰寫則依研究者事先歸納出之 16 項螢幕資訊呈現介面可調整之項目，依色彩對人類視覺搜尋影響的研究內容，共選取六個可調之項目進行實驗，分別為「V字色彩」、「V字的背景色彩」、「按鈕V字色彩」、「按鈕背景色彩」、「說明V字色彩」與「整體背景色彩」，有關「色彩選擇決策支援系統」之建構方式先由研究者運用 VRS 建構資料庫程式，再藉由 VB 繪製使用者介面並撰寫測試任務程式。有關色彩資料庫的內容則利用類似 ProLog 語法建構，藉由一連串的判斷法則以供推理評估之用，而此資料庫的內容乃為有關色彩選擇與搭配的建議與評估，以提供受測者設定螢幕介面色彩時之諮詢參考。由 VRS 資料庫所建構之色彩資料乃經由研究者彙整色彩學相關書籍與研究論文，經過濾整理出與螢幕介面色彩有關之部分，然後再經編碼後置入 VRS 資料庫中可供利用。

3-3 實驗流程

本研究實驗之進行為確保其穩定性，於正式實驗前會進行多次前導實驗(Pilot Test)，以修正實驗之流程。而正式實驗時，為使受測者充分熟悉任務型態並瞭解任務內容，實驗開始前研究者需先解說實驗內容，其中包含任務型態、色彩設定方式、與螢幕即時顯示區之功能等，之後才讓受測者開啓練習程式，要求其進行四項練習任務且各回答兩題問題，以使受測者熟悉任務之執行方式。當受測者完成練習任務時，研究者會告知其問卷之內容與填寫方式，之後再解說主觀評量問卷尺碼所代表之意義，解說完後保留兩分鐘時間讓受測者自行操作練習程式，藉以熟悉任務進行方式，兩分鐘結束後再開始進行正式實驗。

3-3.1 實驗一：螢幕資訊呈現方式

實驗一以 Windows 作業系統內建的預設色彩值為測試任務之顏色。實驗之設計共分為四項不同資訊呈現方式之搜尋任務(即前導式、閃現式、捲動式、與整頁式)。實驗進行時受測者依隨機方式抽選其中一組進行實驗。實驗一所設計之資訊呈現介面為模擬通訊錄方式之搜尋介面，實驗時受測者需進行一視覺搜尋任務以搜尋通訊錄之內容，在螢幕顯示框內的每一筆通訊資料均包含人名與電話號碼，人名部分包括中文與英文，中英文依序輪流出現，而電話號碼部分則全以數字方式呈現(如圖1)，實驗一中每項任務之內容以三行的顯示方式呈現。實驗進行時，VB 程式會針對各題的作答時間與全部操作時間進行記錄，待六題皆答對後而任務結束時，VB 程式將顯示此受測者完成任務所需之時間記錄。

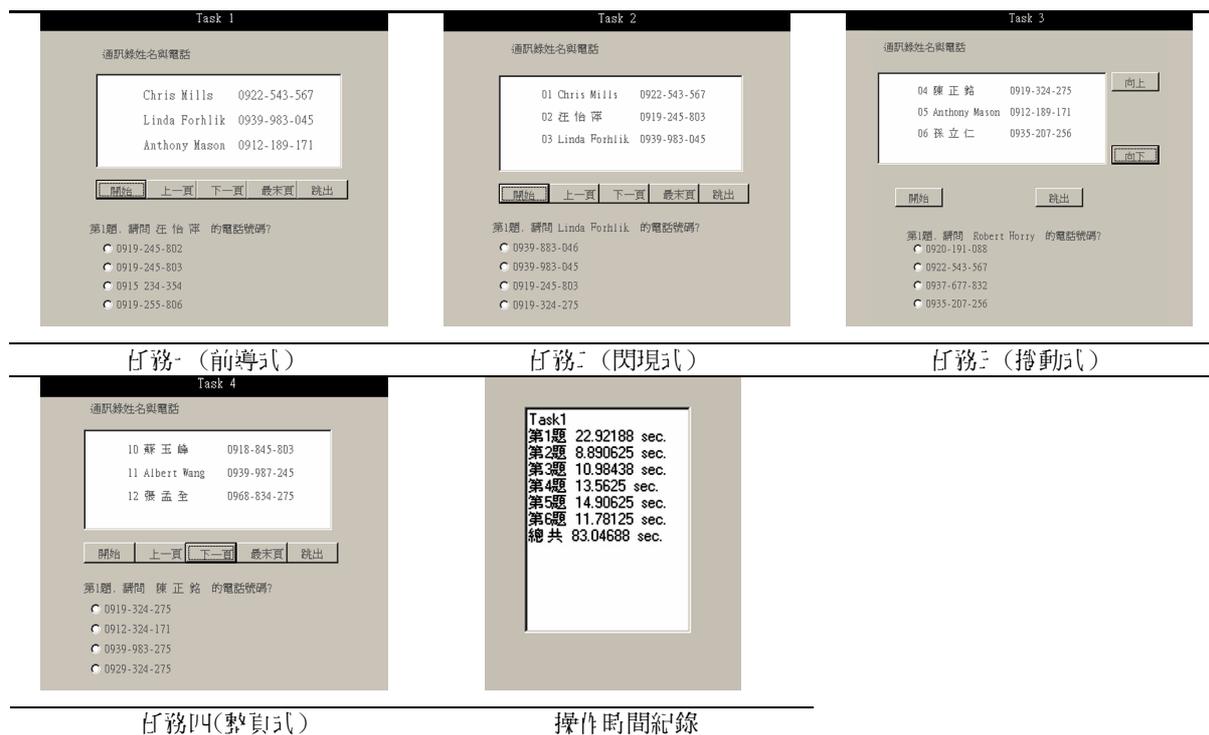


圖1 實驗 1 的各項視覺搜尋任務畫面及操作時間紀錄畫面

3-3.2 實驗 2：螢幕介面色彩設定方式

實驗 2 主要探討受測者於設定螢幕介面色彩後對其視覺搜尋績效之影響，實驗時受測者隨機由自訂組、參考組、灰階組、與隨機組等四組不同螢幕介面色彩設定方式抽選其中一組進行實驗，且於設定好介面色彩後進行四項不同資訊呈現方式之搜尋任務(即前導式、閃現式、捲動式、與整頁式)，此測試任務之順序亦以隨機方式供受測者操作。有關自訂組之螢幕介面色彩設定可依受測者對色彩之偏好自由設定介面顏色；而參考組之色彩設定方式則建議受測者於選定喜好之色彩配置方式後按下評估建議按鈕，此時「色彩選擇決策支援系統」便可依受測者所設定之色彩值，進入VRS所建置之色彩配置資料庫搜尋相關準則，以判斷受測者自訂色彩結果之優劣、並提供適當之建議供其參考。之後受測者可依「色彩選擇決策支援系統」提供之建議，決定是否重新修訂螢幕介面之色彩，以排除較不適當的設定結果且能提升其操作績效。灰階組的螢幕介面色彩設定以Web安全色為依據(即#000000(CIE L*: 0, a*: 0, b*: 0)、#333333(CIE L*: 21, a*: 0, b*: 0)、#666666(CIE L*: 63, a*: 0, b*: 0)、#999999(CIE L*: 82, a*: 0, b*: 0)、#CCCCCC(CIE L*: 99, a*: -6, b*: 25)、#FFFFFF(CIE L*: 100, a*: 0, b*: 0)等顏色)。隨機組的螢幕介面色彩設定則由色彩選取畫面中隨機選取六個顏色填入介面色組中，其隨機選取方式由VB程式抽取百分之一秒的時間資料作為亂數來源，之後再乘以倍數關係而獲得之色彩值，其中並排除三個以內的相近色，以避免因色彩重複或過於相近而完全無法搜尋介面所呈現之資訊。

有關色彩選取之色彩值乃依據Carter[7]「Working with Computer Type」所用之色相環色彩轉換成RGB顯示方式而定。實驗所採用之測試介面設計乃由自訂設定畫面內之六個設定項所組成，而古即時顯示設定狀態之畫面則可以立即呈現上述六個設定項之設定結果(如圖2)。

受測者於設定好螢幕介面色彩後需執行四項任務，任務 1 (前導式) 根據 3 文和陳正勳[2]的研究設定前導移動速率設定為 250wpm，字字位移 0.7cm/次，任務 2 (閃現式) 以動態方式呈現，速率亦設定為 250wpm，即每個字閃現時間為 0.24 秒(60/250)，而任務 3 (捲動式) 及任務 4 (整頁式) 則以靜態方式呈現，不作時間設定。受測者於完成四項搜尋通訊錄資訊任務後需回答相關問題，而古螢幕顯示框內之每一筆通訊資料均含人名與電話號碼，人名部分包括中文字與英文字，中英文依序輪流出現，至於電話



圖 2 實驗所使用之螢幕介面色彩設定過程

號碼部分則全以數字方式呈現。實驗之設計除前導式資訊之顯示量為11行方式顯示外，其餘各組均為一次顯示八行顯示量(如表1)。

表1 實驗 各測試任務間之比較

任務編號	顯示方式	說明
任務一	動態呈現	採前導式的資訊呈現方式，以橫向文字依序由右而左之方式出現，並由右方遞增顯示字數，有類似跑馬燈之效果。
任務二	動態呈現	採閃現式的資訊呈現方式，此為以文字閃現時間為間隔之顯示方式。
任務三	靜態呈現	採捲動式的資訊呈現方式，此為以橫向文字整行方式由下而上顯示資訊，亦可反向捲動，由受測者控制上下位移一行。
任務四	靜態呈現	採整頁靜態顯示的資訊呈現方式，此為針對整篇文字之顯示方式，受測者可控制上下位移一頁。

實驗進行時，受測者須依畫面所顯示之題目，由螢幕顯示框內搜尋答案，再以滑鼠點選方式作答，受測者所點選答案之正確與否則由VB程式判斷，點選正確則進入下一題，若錯誤則受測者需繼續點選其他答案直到選擇正確為止，實驗總共有六題問題，其中英文姓名與中文姓名各佔三題目輪流出現。實驗完成後，VB程式將顯示受測者完成任務所需之時間記錄。

3-4 實驗問卷設計

本研究之實驗進行所用之調查問卷共分為受測者基本資料問卷與實驗問卷兩大部分。其中基本資料問卷主要為調查受測者之個人資料與其電腦操作經驗。而有關實驗問卷之調查則為受測者所進行各項任務之主觀評量，即以李克式七階評量尺度(7-point Likert Scale)[14]之問卷方式調查受測者針對螢幕資訊呈現方式與螢幕色彩設定方式是否能感到順利且容易操作之程度，七階選項分別是：「極不同意」、「不同意」、「有點不同意」、「沒意見」、「有點同意」、「同意」、「極同意」，分數愈高則代表受測者內心之同意度愈高。問卷調查完成後，研究者再彙整受測者視覺搜尋績效資料與主觀評量資料進行統計分析，即藉由SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)統計分析軟體進行敘述統計與單因子變異數分析(Single Factor ANOVA)，事後分析則採用最小顯著差異(LSD)作多重比較，以探討受測者於四組不同螢幕資訊呈現方式及介面色彩設定方式間視覺搜尋績效之差異性。

四、研究結果與討論

4-1 實驗一之研究結果

實驗一之設計排除開放使用者自訂螢幕介面色彩，以Windows作業系統內建之預設色彩值為測試任務之顏色。實驗一設計之四項視覺搜尋任務之區別為不同之螢幕資訊呈現方式(即前導式、閃現式、捲動式、與整頁式)，實驗採用之資訊呈現介面為模擬通訊錄方式之搜尋介面，受測者之任務型式亦為通訊錄內容之搜尋。實驗時受測者隨機抽選其中一項進行實驗，研究者需蒐集受測者完成任務所需之時間，且要求受測者完成任務後填寫主觀評量問卷，以調查受測者在Windows作業系統之預設色彩環境中，對不同螢幕資訊呈現方式之任務操作是否能感到順暢較無困難。

4-1.1 實驗一之受測者操作時間分析

實驗一中各組受測者完成任務所需之平均操作時間、標準差(SD)、及單因子變異數分析所得之F值、P值如表2所示，而LSD事後檢定結果如表3所示。

表2 實驗一中各任務平均操作時間、標準差(SD)、及單因子變異數分析所得之F值與P值

任務	呈現方式	平均時間	SD	F 值	P 值
任務一	前導式	74.07	(13.38)	12.322	0.000*
任務二	閃現式	77.64	(12.91)		
任務三	捲動式	60.78	(11.78)		
任務四	整頁式	59.06	(9.02)		

* 表P值小於0.05，具有顯著差異存在。

表3 實驗一各任務操作時間之LSD事後分析結果

	任務一	任務二	任務三	任務四
任務一	-	0.346	0.001*	0.000*
任務二	-	-	0.000*	0.000*
任務三	-	-	-	0.649
任務四	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

由表2之單因子變異數分析結果得知，受測者完成此四項不同螢幕資訊呈現方式之視覺搜尋任務所需之時間具顯著差異($F_{3,76}=12.322, P<0.001$)。而表3之LSD事後多重比較結果顯示任務一(前導式)與任務二(閃現式)間並無顯著差異存在，且任務三(捲動式)與任務四(整頁式)間亦無顯著差異存在，但任務一與任務三、任務四則具顯著差異存在，任務二與任務三、任務四亦具顯著差異存在。其中受測者完成任務之平均操作時間為前導式資訊呈現方式74.07秒(SD=13.38)，閃現式資訊呈現方式77.64秒(SD=12.91)，兩者均是花費較長操作時間之組別，此外，受測者對捲動式資訊呈現方式之操作時間為60.78秒(SD=11.78)，整頁式資訊呈現方式為59.06秒(SD=9.02)，此兩組同為花費較少操作時間之組別，故受測者對以前導式與閃現式資訊呈現方式之視覺搜尋績效較差，而對捲動式與整頁式資訊呈現方式之視覺搜尋績效較佳。

4-1.2 實驗一之問卷分析結果

實驗一問卷之內容主為詢問受測者操作任務後之主觀感受，調查受測者對螢幕資訊呈現方式是否能感到順利且容易操作之程度。問卷分析結果顯示受測者對此四項不同螢幕資訊呈現方式之主觀感受具顯著差異($F_{3,76}=20.750, P<0.001$) (如表4)。而表5之LSD事後分析結果顯示受測者對任務三(捲動式)與任務四(整頁式)間之主觀感受無顯著差異存在，但此兩組與其餘各組間則具顯著差異性。其中受測者對任務三(捲動式)之平均評分為4.30(SD=0.98)，對任務四(整頁式)之平均評分為4.90(SD=1.48)，故受測者認為其在此兩組資訊呈現方式之任務操作表現較為順暢。反之，受測者對任務一(前導式)之平均評分為3.40(SD=1.14)，接近中間值3.5，而對任務二(閃現式)之平均評分為2.10(SD=1.12)，故受測者認為其在此閃現式之任務操作表現最不順暢。

表4 實驗一 中各任務之問卷平均評分、標準差(SD)、及單因子變異數分析所得之F值與P值

任務	呈現方式	平均時間	SD	F值	P值
任務一	前導式	3.40	(1.14)	20.750	0.000*
任務二	閃現式	2.10	(1.12)		
任務三	捲動式	4.30	(0.98)		
任務四	整頁式	4.90	(1.48)		

* 表P值小於0.05，且有顯著差異存在。

表5 實驗一 各任務問卷評分之LSD事後分析結果

	任務一	任務二	任務三	任務四
任務一	-	0.001*	0.020*	0.000*
任務二	-	-	0.000*	0.000*
任務三	-	-	-	0.117
任務四	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

4-2 實驗二之研究結果

實驗二 中受測者依隨機方式於所抽選之四組實驗組別進行螢幕介面色彩設定後，再進行四頁不同資訊呈現方式之視覺搜尋任務，受測者於完成任務後需再填寫主觀評量問卷，藉以調查受測者對不同螢幕資訊呈現於不同介面色彩上有關於任務操作之內心感受。

4-2.1 實驗二 之受測者操作時間分析

實驗二 中各組受測者完成任務所需之平均操作時間、標準差(SD)、及單因子變異數分析所得之F值與P值如表6所示。

表6 實驗二 中各組平均操作時間、標準差(SD)、及單因子變異數分析所得之F值與P值

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組	F值	P值
任務一 平均時間	77.23	68.57	81.32	96.88	9.231	0.000*
前導式 SD	(9.47)	(10.21)	(9.96)	(30.38)		
任務二 平均時間	80.89	72.94	93.44	109.66	16.149	0.000*
閃現式 SD	(12.65)	(15.01)	(8.95)	(28.38)		
任務三 平均時間	72.21	61.70	67.99	92.31	17.139	0.000*
捲動式 SD	(12.14)	(14.14)	(14.80)	(15.83)		
任務四 平均時間	65.75	60.47	70.63	91.14	25.929	0.000*
整頁式 SD	(11.41)	(12.00)	(7.76)	(14.88)		

* 表P值小於0.05，且有顯著差異存在。

(1) 任務一 (前導式)分析

在前導式資訊呈現方式下，四組不同之螢幕介面色彩設定方式間之實驗結果顯示四組受測者完成任務之時間具顯著差異性存在($F_{3,76}=9.231, P<0.001$)，而表7之LSD事後多重比較結果亦顯示參考組和灰階組間具顯著差異，隨機組與其他三組亦具顯著差異。其中自訂組平均操作時間為77.23秒(SD=9.47)，參考組為68.57秒(SD=10.21)，兩組的色彩指定方式同為自訂色彩的方式，操作時間差異不大。灰階組平均操作時間為81.32秒(SD=9.96)，比自訂組與參考組較長。而隨機組的平均操作時間為96.88秒(SD=30.38)與其他三組間均具顯著差異，受測者之視覺搜尋任務績效表現最差。

(2) 任務二 (閃現式)分析

在閃現式資訊呈現方式下，四組不同之螢幕色彩設定方式間之實驗結果顯示四組操作時間亦具顯著差異性存在($F_{3,76}=16.149, P<0.001$)。而表8之LSD事後多重比較結果顯示自訂組和參考組間無顯著差異，但灰階組與自訂組、參考組具顯著差異，隨機組也與其他三組有顯著差異。其中自訂組平均操作時間為80.89秒(SD=12.65)，參考組為72.94秒(SD=15.01)，兩組的操作時間最短且績效最佳。至於灰階組

表7 任務一前導式各組操作時間之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.120	0.461	0.001*
參考組	-	-	0.023*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.006*
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

表8 任務二閃現式各組操作時間之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.162	0.029*	0.000*
參考組	-	-	0.001*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.005*
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

平均操作時間為93.44秒(SD=8.95)，與自訂組和參考組相較之下，完成任務時間明顯增加且績效不佳，受測者反應灰色字加上閃現顯示方式，內容不易閱讀。而隨機組因採亂數抽選之隨機色彩，平均操作時間為109.66秒(SD=28.38)，標準差範圍亦大，由於受測者閱讀時會受到閃現的時間限制，因此當色彩之選擇組合不適當時，對於受測者視覺搜尋績效之影響相當顯著。

(3) 任務三(捲動式)分析

在捲動式資訊呈現方式下，四組不同之螢幕色彩設定方式間之實驗結果顯示四組操作時間具顯著差異性存在($F_{3,76}=17.139, P<0.001$)。而表9之LSD事後多重比較結果顯示自訂組與參考組間具顯著差異，隨機組則與其他三組均有顯著差異。其中參考組平均操作時間為61.70秒(SD=14.14)，為此任務中操作績效最佳的一組。而自訂組平均操作時間為72.21秒(SD=12.14)，灰階組平均操作時間為67.99秒(SD=14.80)，兩組之任務操作績效次佳。至於隨機組平均操作時間為92.31秒(SD=15.83)，與自訂組、參考組和灰階組相較之下，隨機組受測者之平均任務操作時間明顯較長且績效差。此乃因採亂數抽選之隨機色彩因色彩組合方式不適當時會影響受測者之視覺搜尋績效。

(4) 任務四(整頁式)分析

在整頁式資訊呈現方式下，四組不同之螢幕色彩設定方式間之實驗結果顯示四組操作時間具顯著差異性存在($F_{3,76}=25.929, P<0.001$)。而表10之LSD事後多重比較結果顯示灰階組和參考組間具顯著差異，且隨機組亦與其他三組均具顯著差異。其中自訂組平均操作時間為65.75秒(SD=11.41)，與參考組的平均操作時間60.47秒(SD=12.00)，灰階組為70.63秒(SD=7.76)，以平均任務操作時間而言，自訂組與參考組的操作時間較短且受測者之任務操作績效較佳。參考組與灰階組間亦具顯著差異，而隨機組的平均操作時間為91.14秒(SD=14.88)，受測者之視覺搜尋績效表現最不理想。

表9 任務三捲動式各組操作時間之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.023*	0.354	0.000*
參考組	-	-	0.168	0.000*
灰階組	-	-	-	0.000*
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

表10 任務四整頁式各組操作時間之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.160	0.195	0.000*
參考組	-	-	0.008*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.000*
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

4-2.2 實驗二之問卷分析結果

實驗二中間卷的內容亦為詢問受測者操作任務後之主觀感受，即調查受測者針對螢幕資訊呈現方式與螢幕色彩設定方式是否能感到順利且容易操作之程度。各組間之平均評分、標準差(SD)、及單因子變異數分析所得之F值與P值如表11所示。

表11 實驗一中各組問卷平均評分、標準差 (SD)、及單因子變異數分析所得之F值與P值

		自訂組(A)	參考組(B)	灰階組(C)	隨機組(D)	F 值	P 值
任務一 前導式	平均評分	5.15	5.85	3.40	2.40	34.982	0.000*
	SD	(1.23)	(0.67)	(1.23)	(1.50)		
任務二 閃現式	平均評分	4.05	5.30	3.15	2.35	26.986	0.000*
	SD	(0.89)	(0.92)	(1.35)	(1.14)		
任務三 捲動式	平均評分	5.05	5.60	3.30	3.10	23.806	0.000*
	SD	(1.00)	(0.94)	(1.17)	(1.41)		
任務四 整頁式	平均評分	5.30	5.70	3.65	3.05	25.796	0.000*
	SD	(1.34)	(0.98)	(0.88)	(1.23)		

* 表P值小於0.05，具有顯著差異存在。

(1) 任務一（前導式）問卷分析

在前導式資訊呈現方式下，受測者對四組不同螢幕色彩設定方式與任務操作完成後之主觀評量均具顯著差異之感受($F_{3,76}=34.982, P<0.001$)。而表12之LSD事後多重比較結果亦顯示自訂組與灰階組、隨機組兩組間具顯著差異存在，而參考組與灰階組、隨機組兩組之間亦具顯著差異存在。其中自訂組平均評分為5.15($SD=1.23$)，參考組為5.85($SD=0.67$)，由此可知此兩組受測者認為能自行設定螢幕介面色彩之方式對其任務操作上較為順利。而灰階組平均評分為3.40($SD=1.23$)，隨機組為2.40($SD=1.50$)，此兩組之評分較低，故受測者認為運用灰階色彩與隨機色彩於螢幕介面之設定上對其任務之操作較不能得心應手。

(2) 任務二（閃現式）問卷分析

在閃現式資訊呈現方式下，受測者對四組不同螢幕色彩設定方式與任務操作完成後之主觀評量均具顯著差異之感受($F_{3,76}=26.986, P<0.001$)。而表13之LSD事後多重比較結果亦顯示各組間均具顯著差異存在，參考組平均評分為5.30($SD=0.92$)為四組最高分數，受測者認為自訂色彩加上參考「色彩選擇決策支援系統」所提供之螢幕介面色彩設定之輔助，對於閃現式的顯示介面，在操作上較為順利。自訂組平均評分為4.05($SD=0.89$)，亦比灰階組與隨機組高，而灰階組3.15($SD=1.35$)和隨機組2.35($SD=1.14$)分數較低，故受測者認為運用灰階色彩與隨機色彩於螢幕介面之設定上對其任務之操作較不順利。

表12 任務一 前導式各組問卷評分之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.068	0.000*	0.000*
參考組	-	-	0.000*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.010*
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

表13 任務二 閃現式各組問卷評分之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.001*	0.011*	0.000*
參考組	-	-	0.000*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.023*
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

(3) 任務三（捲動式）問卷分析

在捲動式資訊呈現方式下，受測者對四組不同螢幕色彩設定方式與任務操作完成後之主觀評量均具顯著差異之感受($F_{3,76}=23.806, P<0.001$)。而表14之LSD事後多重比較結果顯示自訂組與灰階組、隨機組皆具顯著差異存在，且參考組與灰階組、隨機組亦均具顯著差異存在。其中參考組之平均評分為5.60($SD=0.94$)，自訂組為5.05($SD=1.00$)，故受測者認為任務操作最為順利之組別為參考組與自訂組。

而灰階組之平均評分為3.30(SD=1.17)，隨機組為3.10(SD=1.41)，兩組之平均分數較低，故受測者認為運用灰階色彩與隨機色彩於螢幕介面之設定上對其任務之操作較無法順利進行。

(4) 任務四(整頁式)問卷分析

在整頁式資訊呈現方式下，受測者對四組不同螢幕色彩設定方式與任務操作完成後之主觀評量均具顯著差異之感受($F_{3,76}=25.796, P<0.001$)。而表15之LSD事後多重比較結果顯示自訂組與灰階組、隨機組均具顯著差異存在，且參考組與灰階組、隨機組亦皆具顯著差異存在。其中參考組之平均評分為5.70(SD=0.98)，自訂組為5.30(SD=1.34)，因此受測者認為任務操作最為順利之組別是參考組與自訂組。此外，灰階組之平均評分為3.65(SD=0.88)，略高於中間值3.5，而隨機組平均評分為3.05(SD=1.23)，此兩組之平均評分皆較其他兩組為低，故受測者認為運用灰階色彩與隨機色彩於螢幕介面之設定上對其任務之操作較不順暢，尤以隨機組為甚。

表14 任務三 捲動式各組問卷評分之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.133	0.000*	0.000*
參考組	-	-	0.000*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.583
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

表15 任務四整頁式各組問卷評分之LSD事後分析結果

	自訂組	參考組	灰階組	隨機組
自訂組	-	0.264	0.000*	0.000*
參考組	-	-	0.000*	0.000*
灰階組	-	-	-	0.095
隨機組	-	-	-	-

* 表P值小於0.05，兩組間有顯著差異存在。

五、結論與建議

本研究共分兩階段進行，首先實驗一針對平板電腦螢幕上四種常用之資訊呈現方式(即前導式、閃現式、捲動式、與整頁式)，在維持原先Windows作業系統內建之螢幕介面色彩設定下，進行使用者視覺搜尋績效之研究，之後實驗二則再探討於開放四組改變螢幕介面色彩方式後(即自訂組、參考組、灰階組、與隨機組等)，使用者針對此四組不同螢幕介面色彩設定方式分別在四種螢幕資訊呈現方式中之視覺搜尋績效。實驗之進行除紀錄受測者完成任務之時間外，亦要求受測者填寫主觀評估問卷，研究結論分述如下：

5-1 螢幕資訊呈現方式對視覺搜尋任務之影響

實驗一以Windows作業系統內建之預設色彩值為測試任務之顏色，就受測者平均完成任務之視覺搜尋績效而言，平板電腦螢幕之資訊呈現方式以捲動式與整頁式之方式最有利於使用者之視覺搜尋活動，此兩種資訊呈現方式亦明顯較前導式與閃現式等之動態呈現方式更佳。而由受測者所填寫之主觀評估問卷之結果亦可得知，平板電腦螢幕之資訊呈現方式中，受測者對靜態資訊呈現方式要比動態資訊呈現方式在視覺搜尋活動上感覺更為順利，而動態資訊呈現方式中尤以閃現式之資訊呈現方式最不利於視覺上之搜尋活動。

5-2 螢幕介面色彩設定方式對視覺搜尋任務之影響

實驗二主要探討四組不同螢幕介面色彩設定方式分別在四種螢幕資訊呈現方式中使用者視覺搜尋任

務之績效，茲分述如下：

(1) 自訂組之視覺搜尋績效

自訂組之螢幕介面色彩設定方式主要依使用者自身對色彩之喜好而設定，受測者自身雖不具完整之色彩知識，但由於受測者於設定介面色彩時能藉由即時顯示之視窗得知設定之結果，故能將較不合理之、較難辨識之字色彩與背景色彩之組合方式排除。故理論上自訂組之受測者之任務操作績效應不會很差，但不適合之色彩組合還是會引起受測者之視覺疲勞。實驗結果顯示受測者於自訂組中能自由設定自身喜好之螢幕介面色彩，其完成任務之績效於前導式、閃現式、與整頁式中之表現均較灰階組與隨機組佳，且與參考組受測者之視覺搜尋績效無顯著差異存在，故此兩組螢幕介面色彩設定方式於四組中最能提供受測者最佳之視覺搜尋績效。此外，問卷調查結果顯示自訂組之受測者認為閃現式的資訊呈現方式在操作上感覺最不順利，而最佳資訊呈現方式則為整頁的靜態呈現方式。

(2) 參考組之視覺搜尋績效

參考組之螢幕介面色彩設定方式與自訂組相似，除可依使用者自身對色彩之喜好而設定螢幕介面色彩外，亦可參考「色彩選擇決策支援系統」所提供之設定輔助以獲得較佳之色彩組合方式，同時由於受測者於設定介面色彩時能藉由即時顯示之視窗得知設定之結果，故受測者於操作任務時較不會有視覺疲勞之情形產生。實驗結果顯示在四項搜尋任務中，參考組受測者之平均任務操作時間均為最低，故此組受測者之視覺搜尋績效最佳，而問卷調查結果亦顯示受測者認為參考組之設定方式能提供其最佳視覺搜尋任務上最為順暢之感覺。

(3) 灰階組之視覺搜尋績效

灰階組的螢幕介面色彩設定方式以Web安全色為依據，受測者皆動態螢幕資訊呈現(即前導式與閃現式)之視覺搜尋平均所花費之時間上較自訂組與參考組為長，故其操作任務績效較差。至於靜態螢幕資訊呈現部分(即捲動式與整頁式)，灰階組之受測者則比操作動態資訊呈現方式之受測者有較佳之視覺搜尋績效表現。而問卷調查結果亦顯示灰階組受測者認為在閃現式之資訊呈現方式下的操作感覺較不順暢，此乃因在不同之螢幕資訊呈現方式下，灰階組受測者必需耗費更多之精神以專注於了解閃現式資訊呈現方式之內容。

(4) 隨機組之視覺搜尋績效

隨機組螢幕介面色彩之設定乃由實驗程式從預設之色彩中隨機抽取，因此受測者之視覺搜尋績效表現會隨著色彩設定組合之不同而有相當大的差異。由實驗進行時之觀察得知，螢幕介面色彩之組合搭配較不適當時，受測者的視覺搜尋任務操作時間會明顯增長。因此，隨機組受測者的平均操作時間在四組中為最長。此外，問卷調查結果亦顯示隨機組受測者對於靜態資訊呈現方式之操作感覺略優於動態資訊呈現方式，但兩者之平均評分皆低於平均值3.5，故大部分的受測者均認為隨機組的介面色彩設定組合在操作上感覺較不順暢。

總之，攜帶型行動通訊電腦介面之資訊呈現方式不論是以Windows作業系統內建之預設色彩值或開放使用者自訂螢幕介面色彩，實驗結果均以靜態資訊呈現方式優於動態資訊呈現方式，而靜態資訊呈現方式中，除灰階組外，其餘各組均以整頁式優於捲動式。而在動態資訊呈現方式中，前導式組受測者之視覺搜尋績效較優於閃現式組受測者。此外有關螢幕介面色彩之設定方式，實驗結果顯示，整體而言，除捲動式組外，受測者之平均任務完成時間以參考組受測者之視覺搜尋績效最佳，自訂組次之，灰階組再次之，而以隨機組受測者之視覺搜尋績效最差，此實驗結果證明以提供「色彩選擇決策支援系統」協助受測者自訂螢幕介面色彩，除能滿足其個人對色彩組合之喜好外，亦能提升其視覺搜尋之績效。

5-3 建議

攜帶型行動通訊電腦受限於螢幕尺寸、體積、與重量等設計規格之限制，其顯示螢幕之尺寸要比桌

上型電腦之螢幕減少很多，故其所能呈現之資訊量非常有限。研究者建議在規劃攜帶型行動通訊電腦之資訊呈現方式上，閃現式之呈現方式僅用於警示之用途以引起使用者視覺上之注意，之後所欲提供之重要資訊內容則仍以靜態方式呈現，同理對於使用者必須於短時間內即時理解之資訊，其資訊呈現方式亦建議以靜態之方式呈現，以利使用者閱讀。而前導式之資訊呈現方式則使用於資訊較量少且能重複呈現之時機，如此亦能引起使用者之注意而迅速了解資訊之內容。此外，為滿足使用者對攜帶型行動通訊電腦之個性化處理，提供使用者自訂螢幕介面色彩之功能是一趨勢，但應給予使用者適當之協助，使其能選擇較合適之色彩組合，此除能滿足使用者之個人色彩喜好外，亦可提昇其操作績效而能順利完成任務。故互動設計師在進行攜帶型行動通訊電腦之介面色彩配置時，若能事先加以考量螢幕資訊呈現方式與介面色彩之設定方式，將可滿足使用者之色彩需求而亦能增加其操作績效。

參考文獻

1. 孫安祥、陳雨、陳明德，2001，螢幕類型、文字/背景色彩組合及中文字型對使用者視覺績效與視覺疲勞的影響，工業工程學刊，第十八卷，第六期，pp.53-62。
2. 孫安祥、陳正勳，2002，前導式動態資訊呈現之設計對使用者視覺績效與視覺疲勞的影響，工業工程學刊，第十九卷，第二期，pp.69-78。
3. 孫安祥、曹立人，1994，目標-背景色的配合對彩色CRT顯示功效的影響，心理學報，第二十六卷，第二期，pp.128-134。
4. 陳冠雄，1998，色彩在使用者介面設計上的應用，第三屆亞洲設計會議—中、日、韓學術研討會論文集，朝陽科技大學，pp.407-414。
5. 陳冠雄，1999，色彩辨識度與應用在使用者介面設計的探討，工業設計，第十七卷，第二期，pp.58-63。
6. Brown, C. M., 1988, Human-Computer Interface Design Guidelines. Norwood, NJ: Ablex, pp.1-236.
7. Carter, R., 1996, Working with Computer Type 2: Logotypes, Stationery Systems, Visual Identity. England: Rotovision, pp.1-159.
8. Durrett, H. J. and Stimmler, D. T., 1987, "Color and the instructional use of the computer". In H. J. Durrett (Ed.), Color and the Computer. Orlando, FL: Academic Press, Inc, pp.241-253.
9. Granaas, M. M., McKay, T. D., Laham, R. D., Hurt, L. D., and Juola, J. F., 1984, "Reading moving text on a CRT screen", Human Factors, 26, pp.97-104.
10. Hoadley, E. D., 1990, Investigating the effects of color, Communications of the ACM, 33(2), pp.120-125.
11. Jackson, R., MacDonald, L., and Freeman, K., 1994, Computer Generated Color: A Practical Guide to Presentation and Display. New York: John Wiley & Sons, pp.1-244.
12. Kinney, J. S., and Huey, B. M., 1990, Application Principles for Multicolored Displays: A Workshop Report. Washington, D. C.: National Academic Press, pp. 10-27.
13. Koler, P. A., Duchnicky, R. I., and Ferguson, D. C., 1981, "Eye movement measurement of readability of CRT displays", Human Factors, 23, pp.517-527.
14. Likert, R. 1932, "A technique for the measurement of attitudes", Archives of Psychology, 140, pp.1-55.
15. Levie, W. H., and Dickie, K. E., 1973, "The analysis and application of media". In R. M. W. Travers (Ed.), Second Handbook of Research on Teaching. Chicago, IL: Rand McNally, pp. 858-882.
16. Marcus, A., 1986, "Ten commandments of color", Computer Graphics Today, 3(11), p.394.
17. Marcus, A., 1990, Principles for effective visual communication for graphic user interface design, UnixWorld, October, pp.135-138.
18. Mahnke, F. H., and Mahnke, R. H., 1987, Color and Light in Man-Made Environments. New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 1-152.
19. Post, D. L., 1992, "Colorimetric measurement, calibration, and characterization of self-luminous display". In H. Widdle and D. L. Post (Eds.), Color in Electric Display. New York, Plenum Press: p. 299-312.
20. Sanders, M. S., and McCormick, E. J., 1993, Human Factors in Engineering and Design (7th Ed). New York: McGraw-Hill, pp.132-159.
21. Snyder, H.L., 1988, "Image quality". In M. Helander (Ed.), Handbook of Human-Computer Interaction. Amsterdam: Elsevier, pp. 437-474.

-
22. Sutcliffe, A. G., 1995, *Human-Computer Interface Design* (2nd Ed). Basingstoke, England: Macmillan Press, Ltd, p.224-241.
 23. Tinker, M. A., and Paterson, D. G., 1981, "Studies of typographical factors influencing speed of reading: Variations in color of print and background", *Journal of Applied Psychology*, 15, p. 471-479.
 24. Tullis, T. S., 1997, Screen design. In M. Helander, T. Landauer, and P. Prabhu (Eds.), *Handbook of Human-Computer Interaction*. Amsterdam: North Holland, p. 503-531.

誌謝

本篇論文為國科會研究案「NSC 90-2213-E-011-017」之部分研究成果，特此感謝國科會提供研究經費之支持。

An Investigation of How Information Visualization and Color Selection on the Interface of Portable Mobile Communication Computer Affect Users' Visual Search Performance

Chien-Hsiung Chen* Yu-Tse Chen** Yu-Hung Chien***

* Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology
e-mail:cchen@mail.ntust.edu.tw

** Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology
e-mail:M9010109@mail.ntust.edu.tw

*** Graduate School of Design, National Taiwan University of Science and Technology
e-mail:D9110104@mail.ntust.edu.tw

(Date Received : April 12, 2004; Date Accepted : March 11, 2006)

Abstract

Mobile communication devices are often designed with the limitations pertinent to their screen sizes, volumes, and weights. The ways how information and screen color are visualized and adopted in a user interface may affect users' information search performance. In this study, a Color Selection Decision Support System (CSDSS) was created and implemented to help participants select screen colors. The purpose of this study is to explore the users' information search performance among four different modes of information visualizations (i.e., leading, blinking, scrolling, and paging modes) and four different ways of screen color selections (self-select, with CSDSS, gray-scale, and random color) by using a Tablet PC as an example. The results of this study indicate that (1) The way information visualized on the screen of a Tablet PC, no matter it adopts the preset color scheme by Windows operating system or it is customized by the users, static types of information visualizations are often better than dynamic types of information visualizations; (2) Within static types of information visualizations, users' visual search performance in the paging mode is often better than that in the scrolling mode except in the "gray-scale" group; (3) Within dynamic types of information visualizations, users' visual search performance in the leading mode is often better than that in the blinking mode; (4) Generally speaking, the way of screen color customization follows a clear trend except in the scrolling mode. That is, the "with CSDSS" user group has the best visual search performance. The "self-select" user group is the next and is followed by the "gray-scale" user group. The "random color" user group possesses the worst visual search performance. Similar results were also obtained from questionnaire survey. The research results also prove that providing users with a CSDSS to help them customize screen colors not only can satisfy their person color preferences, but also can enhance their visual search performance.

Keywords: User interface, Screen color, Information visualization, Color selection decision support system

