

# 螢幕閱覽方向與字體大小對 PDA 閱讀和搜尋作業 績效及視覺疲勞的影響

## The Effect of Screen Style and Font Size on User Performance and Visual Fatigue in PDA Reading and Searching

陳進隆 唐宇軒 許曼玲

Chin-Lung Chen Yu-Hsuan Tang Man-Ling Shu

### 摘要

隨著近年來個人數位助理(PDA)之盛行,其方便攜帶的特性及多元化的功能,取代了許多過去在電腦上才能執行的作業。因為 PDA 螢幕尺寸大小受到一定的限制,故其操作績效和視覺負荷需要加以評估。本研究共分為兩部份,第一部份探討不同螢幕閱覽方向和字體大小對於 PDA 閱讀作業的視覺疲勞和閱讀績效之影響;第二部份探討不同螢幕閱覽方向和字體大小對於 PDA 搜尋作業的搜尋績效之影響。結果顯示,在閱讀績效與視覺疲勞部分,使用 20 pt 字體閱讀能有效的降低視覺疲勞的產生,但閱讀速率較使用 14 pt 字體慢,使用橫式閱覽搭配 14 pt 字體閱讀之閱讀速率最快;在搜尋績效部分,使用 20 pt 字體搜尋之搜尋速率較快。最後本研究建議在橫式閱覽搭配 14 pt 字體的環境下進行 PDA 閱讀作業以及在橫式閱覽搭配 20 pt 字體的環境下進行 PDA 搜尋作業,會有較佳的作業績效。

關鍵詞: 閱讀作業、搜尋作業、視覺疲勞。

### ABSTRACT

PDA's portability and multi-functionality have helped it gain popularity in recent years, and PDA has taken over many operations that used to be the domain of computers. Because PDA has screen size constraints, the resultant user visual fatigue and the inherent limitation on operating performance must be assessed. This research is divided into two parts. The first part studies the effect of screen style (i.e., landscape and portrait) and font size (14- and 20-point) on reading performance and visual fatigue in PDA reading tasks; the second part studies the effect of these same screen style and font size on performance in searching tasks. The results in the first part show that, (1) using 20pt font has significantly lower visual fatigue, however, it also has lowered the speed, and (2) using 14pt font size in combined with landscape style allows the highest reading speed. The results in part two show that (1) using 20pt font allows higher searching speed. This research suggests that 14pt font and landscape style would be a better combination for reading tasks, and using 20pt font in landscape style should be recommended for searching tasks.

Keywords: Reading tasks, Searching tasks, Visual fatigue.

### 1. 前言

隨著科技快速發展,近年來市面上不斷推出各類複雜功能的消費性產品(Buurman, 1997)。

PDA (Personal Digital Assistant)即為一複雜功能的消費性產品,其強大的功能及方便攜帶的特性深受許多使用者喜愛,由於 PDA 螢幕尺寸大小受到一定的限制,因此其小螢幕的介面資訊傳遞空間

顯得相當可貴(吳進北, 2001)。

由於 PDA 螢幕為直立式螢幕, 與一般人平時所接觸到的橫向式螢幕(如電腦、電視)不同, 雖然在從事某些 PDA 作業時(如視訊播放、照片瀏覽), 橫向式螢幕能提供使用者較多的資訊, 但直立式的機身設計在攜帶上較方便與容易操作, 因此 PDA 大部分的作業仍然使用直立式螢幕來操作。部分 PDA 使用者基於行動需求(如閱讀作業), 需使用 PDA 的小螢幕進行長時間的作業, 然而無論是那一種類的螢幕, 只要眼睛注視螢幕一段時間即可能感到疲勞(莊婷婷, 2003); 此外, 某些類似閱讀與搜尋的 PDA 作業, 在操作時希望有較高的作業績效, 若是能縮短其閱讀/搜尋的時間或提高閱讀/搜尋的正確率, 則能大幅提升 PDA 上閱讀/搜尋的效率。

相關研究顯示, 在從事閱讀作業時, 每行字數以 15 至 30 字為宜, 每行的字數過多或過少時, 都容易讓讀者疲勞(柳閔生, 1986)。但是在 PDA 的小螢幕上, 除非使用較小的字型, 否則很難達到這樣的字數, 然而過小的字體卻容易使讀者因閱讀吃力而加重視覺疲勞程度。雖然越大的字體能讓使用者有越佳的視覺績效(游萬來等人, 1997), 但相對的其頁面所能呈現的總字數減少, 造成翻頁或捲動頁面的次數及時間之增加, 而降低閱讀效率。因此本研究探討包括螢幕閱覽方向及字體大小等與每行配置字數有關的因子, 在進行閱讀與搜尋等特定 PDA 作業時, 對作業績效及視覺疲勞的影響, 以找出在 PDA 從事閱讀/搜尋作業時, 螢幕介面較佳的呈現方式。

## 2. 文獻探討

由於數位產品之顯示器, 已從傳統的 CRT (Cathode Ray Tube) 螢幕轉變成為 LCD (Liquid Crystal Display) 螢幕, 因此現在許多以文字閱讀為主要的研究, 都以 LCD 為探討主軸(Suzuki, 1999)。在國外的研究中發現, LCD 的亮度較 CRT 來得高(Saito, 1993), 且 LCD 在視覺績效上是優於 CRT (Satoru, 1997), 而國內針對 CRT 與 LCD 之視覺績效的研究亦指出, 亮度對比較大的組合有較高的辨識正確率(Shieh & Lin, 2000), LCD 視覺績效上也優於 CRT (林清泉, 2000; 陳琇雨, 2001)。

在字體選擇方面, Shieh 和 Chen (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。張銘勳(1994)實驗結果發現, 中黑體(67%)及細明體(67%)具有較高的辨識正確率, 楷體(55%)和仿宋體(53%)則較不易辨識, 且隨著筆劃數的增加, 各種字型的辨識率也隨之下降。陳潭與賴衍孔(2003)的研究則指出, 在兼顧閱讀速率與正確率下, 如果閱讀短篇文字, 以 PDA 搭配 14 pt 的字體大小或平面紙張搭配 14 pt、20 pt 的字體大小是最佳的組合。如果閱讀長篇文章, 以平面紙張搭配 20 pt 的字體大小為最佳。

與小尺寸螢幕相關的研究顯示, 螢幕視窗高度及行距寬度對於閱讀時間有顯著的影響(Duchnicky & Kolers, 1983), 但在理解能力方面, 則沒有顯著影響(Dillon et al., 1990)。而閱讀時的視距, 一般建議人與螢幕的距離應大於 50 公分以上(Wolfgang, 1990); Hennings 與 Ye (1996)的文字閱讀實驗, 則發現一般受試者比較喜歡與螢幕距離略大於 60 公分。

在閱讀與搜尋作業方面, Rayner 和 Pollatsek (1989)指出, 一般性閱讀和搜尋快速擷取訊息之視覺作業方式不同, 前者因擷取資訊意義時, 涉及較多的認知搜尋過程, 導致其速率較慢。Spragins 等人(1976)也指出搜尋作業由於知覺度的擴大, 所能處理的文字空間約是閱讀時的兩倍, 而凝視(fixation)的暫留時間也比較短, 其績效近似於略讀(skimming)。朱祖祥與曹立人(1994)在 CRT 色彩組合的研究中發現, 較理想的色彩搭配為深色背景及淺色目標, 且在這樣的搭配下, 能夠有效提升 VDT (Visual Display Terminal) 使用者的績效, 其他像是在黑色背景下, 搭配白色、黃色及綠色目標, 亦是不錯的選擇。王安祥與陳琇雨(2001)在閱讀不同字體方面的研究, 則顯示粗黑體擁有最大的正確率, 在閱讀過新細明體、標楷體、粗黑體及仿宋體四種文字後, 仿宋體的視覺疲勞程度比其他三種來的大, 閃光融合閾值也下降得最多。

在視覺疲勞的評估方面, Weber 等人(1975)在探討主觀評量及客觀評量兩者之間的相關性時, 分別以主觀及客觀評量的方式, 來評估實驗的視覺疲勞程度, 其中客觀評量採用閃光融合閾值

(Critical Flicker Frequency; CFF)為衡量指標；結果顯示，當 CFF 值顯著下降時，自我評量亦呈現受試者有疲勞的現象，CFF 值和自我評量具有顯著的相關性。Marek 和 Noworol (1987)藉由量測受試者右眼的 CFF 值，來評估 VDT 作業者的視覺和心智疲勞的程度，結果證明，網膜中心點的 CFF 值和視覺疲勞有關，且 CFF 值會依心智疲勞和視覺疲勞而改變，其中以視覺疲勞的影響最大。

綜合相關研究的實驗方法與結果，本研究採用細明體以及 14 pt 與 20 pt 的字體，以 PDA 的 LCD 螢幕，進行直式與橫式之閱覽與搜尋實驗，並以閃光融合閾值 CFF 下降與主觀疲勞評量分數來評估視覺疲勞的程度。

### 3. 研究方法

本研究之實驗，分為閱讀實驗及搜尋實驗兩部分，皆在安靜的實驗室環境下進行，背景照明為上方的日光燈，照度在 300 lux 到 500 lux 間，無眩光與反光的發生，溫度介於 24°C 到 28°C 間，實驗環境與受試者閱讀姿勢如圖 1。



圖 1 實驗環境與受試者姿勢

#### 3.1 實驗一：閱讀實驗

本實驗探討使用 PDA 進行閱讀作業時，不同的螢幕閱覽方向與搭配不同的字體大小對於視覺疲勞與閱讀績效的影響。受試者為 16 位研究所學生，平均年齡為 24.1 歲，其中 8 位為男性，8 位為女性。為避免受試者使用 PDA 及閱讀的經驗干

擾實驗的結果，故選取無 PDA 閱讀經驗，且未讀過實驗選用之文章材料的受試者進行實驗。所有受試者的矯正後視力均高於 0.8，無色盲或任何眼睛方面的疾病，健康狀況良好，且實驗前一個小時並無過度使用眼睛的行為。

實驗儀器包括 IPAQ Pocket PC H3850、CEBook 軟體 3.5 版、計時器、疲勞度值測量儀 (Takei kiki kogyo, Model No.500)及實驗用之問卷；PDA 螢幕尺寸為 60 mm × 80 mm，亮度值為 56 cd/m<sup>2</sup>。實驗材料為一較不常見的長篇文章，從頭開始擷取適當長度的篇幅放入 PDA 中，文章裡隨機安排錯別字、同音異字、重複字與字詞顛倒等錯字要求受試者在閱讀時若發現錯字則框選起來，錯字的頻率約為一百個字中有一個字為錯字。

實驗設計採受試者內設計，自變項為螢幕閱覽方向與字體大小。螢幕閱覽方向有橫式閱覽與直式閱覽兩種，字體大小則有 14 pt 與 20 pt，共構成 4 種實驗情境。依變項則為閃光融合閾值下降、自覺主觀疲勞評量分數、閱讀速率與閱讀之理解度。其中，主觀評量分數為 1 至 5 分，1 分表示完全不疲勞，5 分表示非常疲勞；閱讀之理解度則以錯字發現率表示：錯字發現率 = 受試者找到的錯字數 ÷ 閱讀範圍內所包含的錯字數。除了上述欲探討的變項外，行距依字體大小分別為 7 pt (14 pt 字體)與 10 pt (20 pt 字體)，其餘相關變項如字型、字體樣式、字體間距、閱讀介面設計、閱讀環境、閱讀姿勢、閱讀時間和閱讀用之 PDA 等，皆控制在相同水準下。

每位受試者皆分別進行四種不同實驗情境之閱讀作業(閱讀畫面如圖 2)，為了避免四次閱讀所使用的文章差異太大而造成實驗誤差，因此安排受試者四次皆閱讀同一篇文章但段落不同，每次閱讀時間為 30 分鐘。基於閱讀的連貫性，每次閱讀完成時會記錄該受試者閱讀到之位置，以便下個實驗嘗試能夠從同樣的位置繼續閱讀以及計算閱讀字數。受試者進行每次閱讀時所配適的因子水準順序以隨機方式安排。閱讀前會提示受試者以平常心去閱讀，不要強求表現，亦不要只搜尋錯字而忽略了閱讀文章的涵義。



圖 2 閱讀實驗畫面圖例—橫式 14pt 字體

### 3.2 實驗二：搜尋實驗

本實驗探討使用 PDA 進行搜尋作業時，不同的螢幕閱覽方向與搭配不同的字體大小對於搜尋績效的影響。受試者為 16 位研究所學生，平均年齡為 24.8 歲，其中 8 位為男性，8 位為女性，均無 PDA 閱讀經驗。所有受試者的矯正後視力均大於 0.8，無色盲或任何眼睛方面的疾病，健康狀況良好，且實驗前一個小時並無過度使用眼睛的行為。

實驗儀器包括 IPAQ Pocket PC H3850、CEBook 軟體 3.5 版、計時器及實驗用之問卷；PDA 螢幕尺寸為 60 mm × 80 mm，亮度值為 56 cd/m<sup>2</sup>。實驗材料是用來進行搜尋作業的四篇文章，分別從中文 5401 常用字中隨機挑選 200 字組合成。搜尋目標字則是從各篇文章中隨機挑選 7 個字做為該篇文章之搜尋目標字。

實驗設計採受試者內設計，自變項為螢幕閱覽方向與字體大小。螢幕閱覽方向有橫式閱覽與直式閱覽兩種，字體大小則有 14 pt 與 20 pt，共構成 4 種實驗情境。依變項為搜尋完成時間與目標發現率；其中，目標發現率 = 受試者找到之目標數 ÷ 搜尋範圍內所包含之目標數。除了上述欲探討的變項外，行距依字體大小分別為 7 pt (14 pt 字體) 與 10 pt (20 pt 字體)，其餘相關變項如字型、字體樣式、字體間距、搜尋介面設計、搜尋環境、搜尋姿勢、搜尋目標數和搜尋用之 PDA 等，皆控制在相同水準下。

每位受試者皆分別進行四次搜尋作業，每次

搜尋前先讓受試者記住 7 個目標字，並要求受試者在搜尋績效的考量下，用最快但又能兼顧目標字發現率之速度搜尋文章一次(搜尋畫面如圖 3)，搜尋完成後記錄受試者搜尋所花時間及找到目標字的數量。受試者進行每次搜尋時所配適的因子水準順序以隨機方式安排。



圖 3 搜尋實驗畫面圖例—直式 20pt 字體

## 4. 實驗結果

### 4.1 閱讀作業

以 CFF 下降為依變項，螢幕閱讀方向及字體為自變項進行變異數分析(表 1)。分析結果，字體大小( $P=0.042$ )對於 CFF 下降有顯著之影響。20 pt 字體閱讀時的平均 CFF 下降(0.203 Hz)，明顯小於 14 pt 字體閱讀時的平均 CFF 下降(0.578 Hz)(表 2)；顯示大的字體能有效的降低視覺疲勞的產生。

以主觀疲勞評量分數為依變項，螢幕閱讀方向及字體為自變項進行變異數分析。分析結果，字體大小( $P=0.001$ )對於主觀疲勞評量分數有顯著的影響(表 3)。20 pt 字體閱讀時的平均主觀疲勞評量分數(2.594)，較 14 pt 字體閱讀時的平均主觀疲勞評量分數(3.250)低(表 4)；代表受試者認為使用 20 pt 字體閱讀對視覺所造成的疲勞程度明顯的較使用 14 pt 字體閱讀低，此結果與 CFF 下降之結

果一致。

以閱讀速率為依變項，螢幕閱讀方向及字體為自變項進行變異數分析。分析結果，字體大小( $P=0.025$ )的主效果對於閱讀速率有顯著的影響(表 5)。14 pt 字體的平均閱讀速率為每分鐘 440.0 字，高於 20 pt 字體的每分鐘 381.7 字(表 6)。主要原因是在同一個頁面中，14 pt 字體所能顯示的字數多於 20 pt 字體；因此受試者在相同的測試時間內，閱讀 14 pt 字體時的翻頁或捲動頁面的次數與其所花的時間少於 20 pt 字體。此外，螢幕閱覽方向與字體大小的交互作用項( $P=0.056$ )對於閱讀速率的影響接近顯著水準 0.05 (表 5)，其中橫式閱覽方向搭配 14 pt 字體的閱讀速率為每分鐘 476.7 字，是螢幕閱覽方向與字體大小的四種搭配方式中最快的，但橫式閱覽方向搭配 20 pt 字體的閱讀速率為每分鐘 369.1 字，卻是四種搭配方式中最慢的(表 6)。

以錯字發現率為依變項，螢幕閱讀方向與字體為自變項進行變異數分析。分析結果，無論螢幕閱覽方向( $P=0.288$ )、字體大小( $P=0.779$ )的主效果或其交互作用項( $P=0.265$ )，對於錯字發現率的影響均不顯著(表 7)。

表 1 閱讀作業 CFF 下降變異數分析

變項	P 值
螢幕閱覽方向	0.604
字體大小	0.042*
螢幕閱覽方向×字體大小	0.170

\*:  $P \leq 0.05$

表 2 閱讀作業之平均 CFF 下降

字體大小	平均 CFF 下降(Hz)
14 pt	0.578
20 pt	0.203

表 3 閱讀作業主觀疲勞評量變異數分析

變項	P 值
螢幕閱覽方向	0.082
字體大小	0.001*
螢幕閱覽方向×字體大小	0.630

\*:  $P \leq 0.05$

表 4 閱讀作業之平均主觀疲勞評量分數

字體大小	平均主觀疲勞評量分數
14 pt	3.250
20 pt	2.594

表 5 閱讀作業之閱讀速率變異數分析

變項	P 值
螢幕閱覽方向	0.343
字體大小	0.025*
螢幕閱覽方向×字體大小	0.056**

\*:  $P \leq 0.05$     \*\*:  $P \approx 0.05$

表 6 閱讀作業之平均閱讀速率

變項	平均閱讀速率(字/分)
字體大小	
14 pt	440.0
20 pt	381.7
螢幕閱覽方向×字體大小	
橫式閱覽×14 pt	476.7
直式閱覽×14 pt	403.3
直式閱覽×20 pt	394.3
橫式閱覽×20 pt	369.1

表 7 閱讀作業之錯字發現率變異數分析

變項	P 值
螢幕閱覽方向	0.288
字體大小	0.779
螢幕閱覽方向×字體大小	0.265

## 4.2 搜尋作業

以搜尋完成時間為依變項，螢幕閱讀方向與字體為自變項進行變異數分析。分析結果，字體大小( $P=0.024$ )對於搜尋完成時間有顯著的影響(表 8)。20 pt 字體的平均搜尋完成時間為 122.09 秒，較 14 pt 字體的平均搜尋完成時間 142.81 秒短(表 9)。這是因為 20 pt 字體較大，對於搜尋作業而言受試者能夠看的更清楚，搜尋速度自然較快。

以目標發現率為依變項，螢幕閱讀方向及字體為自變項進行變異數分析。分析結果顯示，螢幕閱覽方向與字體大小的交互作用項( $P=0.021$ )對



於目標發現率有顯著的影響(表 10)。橫式閱覽搭配 20 pt 字體的目標發現率(0.8214)與直式閱覽搭配 14 pt 字體的目標發現率(0.8125)，明顯高於橫式閱覽搭配 14 pt 字體(0.7589)與直式閱覽方向搭配 20 pt 字體(0.7232)的目標發現率(表 11)。

表 8 搜尋作業之搜尋完成時間變異數分析

變項	P 值
螢幕閱覽方向	0.346
字體大小	0.024*
螢幕閱覽方向×字體大小	0.765

\*: P≤0.05

表 9 搜尋作業之平均搜尋完成時間

字體大小	平均搜尋完成時間(秒)
14 pt	142.81
20 pt	122.09

表 10 搜尋作業之目標發現率變異數分析

變項	P 值
螢幕閱覽方向	0.486
字體大小	0.676
螢幕閱覽方向×字體大小	0.021*

\*: P≤0.05

表 11 搜尋作業之平均目標發現率

螢幕閱覽方向×字體大小	平均閱讀速率
橫式閱覽×20 pt	0.8214
直式閱覽×14 pt	0.8125
橫式閱覽×14 pt	0.7589
直式閱覽×20 pt	0.7232

## 5. 結論與建議

在進行閱讀與搜尋等特定 PDA 作業時，螢幕閱覽方向及字體大小等因子對作業績效及視覺疲勞會有影響。以閱讀作業來看：(1)使用 20 pt 字體從事閱讀作業比使用 14 pt 字體能更有效的降低視覺疲勞的發生；(2)使用 14 pt 字體從事閱讀作業比使用 20 pt 字體之閱讀速率快；(3)使用橫式閱覽方向搭配 14 pt 字體有最快的閱讀速率；(4)不同的螢幕閱覽方向及字體大小對於閱讀之理解度之影

響不顯著。

以搜尋作業而言：(1)使用 20 pt 字體從事搜尋作業比使用 14 pt 字體之搜尋速率快；(2)不同的螢幕閱覽方向或字體大小，其個別因子的變動對於搜尋作業之目標發現率影響不顯著；(3)使用橫式閱覽方向搭配 20 pt 的字體與直式閱覽方向搭配 14 pt 的字體有較高的目標發現率；(4)使用橫式閱覽方向搭配 20 pt 的字體搜尋有最佳的搜尋績效。

本研究受限於時間、人力、物力及財力的限制，僅就螢幕閱覽方向及字體大小進行探討，無法涵蓋所有影響因子。後續研究可擴大研究樣本，針對其他作業或電子產品之作業績效與視覺疲勞的影響因子做更深入的研究與探討。

## 參考文獻

- [1] 王安祥、陳琇雨 (2001) 螢幕類型、文字/色彩搭配組合及中文字型對使用者視覺績效與視覺疲勞的影響，中華民國工業工程期刊，第 18 卷，第 6 期，第 53-62 頁。
- [2] 朱祖祥、曹立人 (1994) 目標—背景色彩的配合對彩色 CRT 顯示工效的影響，中國心理學報，第 2 期，第 128-134 頁。
- [3] 林清泉 (2000) 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，國立臺灣科技大學管理所碩士論文。
- [4] 柳閔生 (1986) 讀你千遍也不厭倦—版面設計與閱讀意願探討，世新學報，第 2 期，第 207-215 頁。
- [5] 張銘勳 (1994) 中文筆畫及字形於 VDT 顯示幕之閱讀視認性研究，雲林科技大學工業設計系大學生暑期參與專題研究計畫成果報告。
- [6] 莊婷婷 (2003) 螢幕上捲動式動態資訊呈現設計對使用者之視覺績效與視覺疲勞之影響，中原大學工業工程研究所碩士論文。
- [7] 陳琇雨 (2001) 螢幕類型、文字/色彩搭配組合、中文字型及行距對使用者搜尋及閱讀作

- 業之視覺績效與視覺疲勞的影響，大葉大學工業工程研究所碩士論文。
- [8] 吳進北 (2001) 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所碩士論文。
- [9] 陳潭、賴衍孔 (2003) 從人因工程觀點探討 PDA 螢幕與其他閱讀媒體對閱讀績效影響之相關研究，2003 年人因工程年會暨研討會論文集，第 175-180 頁。
- [10] 游萬來、蔡登傳、陳文誌 (1997) 中文點陣字形要素對字形閱讀識認性的影響研究，國立雲林科技大學學報，第六卷，第一期，第 17-26 頁。
- [11] Buurman, R. D. (1997) User-centered design of smart product, *Ergonomics*, Vol. 40, pp.1159-1169.
- [12] Dillon, A., Richardson, J., and Mcknight, C. (1990) The effort of display size and text splitting on reading lengthy text from the screen, *Behavior and Information Technology*, Vol.9, pp.215-227.
- [13] Duchnicky R. L., and Kolers, P. A. (1983) Readability of text scrolled on visual display terminals as a function of windows size, *Human factor*, Vol.25, pp.683-692.
- [14] Hennings, L. K. and Ye, N. (1996) Interaction of screen distances, screen letter heights and source document distance, *Interacting with Computers*, Vol.8, No. 4, pp.311-322.
- [15] Marek, T. and Noworol, C. (1987) Bi-point flicker research and self-ratings of mental and visual fatigue of VDT operator, *Trend in Ergonomics/Human Factors IV*, Elsevier, Amsterdam, pp.163-168.
- [16] Rayner, K. and Pollatesek A. (1989) *The Psychology of Reading*, Prentice Hall.
- [17] Saito, S., Taptagaporn, S., and Salvendy, G. (1993) Visual comfort in using different VDT screens, *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol.5, No.4, pp.313-323.
- [18] Satoru, K. (1997) Ergonomic comparison of liquid crystal display and cathode ray tube display, *Display and Imaging*, Vol.5, No.3, pp.181-190.
- [19] Shieh, K. K. and Chen, M. T. (1997) Effects of screen color combination, work-break schedule, and workspace on VDT viewing distance, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.20, pp.11-18.
- [20] Shieh, K. K. and Lin, C. C. (2000) Effects of screen type, ambient illumination and color combination on VDT visual performance and subjective preference, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol.26, No.5, pp.527-536.
- [21] Spragins, A., Leftion, C., and Fisher, D. F. (1976) Eye movement while reading and searching spatially transformed text, *A Development Examination*, Vol.4, No.1, pp.36-42.
- [22] Suzuki, M. (1999) Two approaches to the luminance enhancement of backlighting units for LCDs, *Journal of the Society for Information Display*, Vol.7, No.3, pp.157-161.
- [23] Weber, A., Jermine, C., and Grandjean E. P. (1975) Relationship between objective and subjective assessment of experimentally induced fatigue, *Ergonomics*, Vol.18, No.2, pp.151-156.
- [24] Wolfgang, J. K. (1990) On the preferred viewing distances to screen and document at VDU workplace, *Ergonomics*, Vol.33, No.8, pp.1055-1063.

