

動態中文文字呈現方式於小螢幕閱讀之研究

簡佑宏* 陳建雄**

* 國立台灣科技大學設計研究所
e-mail: D9110104@mail.ntust.edu.tw

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

(收刊日期: 93年 08月28日; 接受日期: 94年 09月14日)

摘要

本研究探討運用動態文字呈現方式提升小螢幕中文閱讀理解力之可行性。實驗設計分為兩個實驗進行，實驗一分別調查三種小螢幕（筆記型電腦、個人數位助理(PDA)、與行動電話）在 12pt 字級、細明體、和 230 words per minute (wpm) 配速下，三種動態文字呈現（捲軸式(scrolling)、前導式(leading)、和快速連續視覺呈現(rapid serial visual presentation, RSVP)）對受測者閱讀理解力的影響，並且在筆記型電腦方面中比較動態文字呈現與靜態文字呈現間的差異性。研究結果顯示 RSVP 為具可行性的動態文字呈現方式，以替代靜態文字呈現。其次，受測者的閱讀理解力並非隨文字呈現螢幕增大而提升。實驗二以 PDA 為例，配合 RSVP，進一步考慮相關因素(factor)，包括兩種中文字型（細明體和標楷體）、三種配速（171、260、和 350wpm）、兩種字級（12 和 28pt）和三種不同的 RSVP（以字為單位、以句為單位、和以詞為單位）。研究結果顯示配速和呈現方式具顯著差異地影響閱讀理解力，並且具有顯著差異的交互作用。以字為單位或句為單位的 RSVP 配合 260 wpm 之配速，可促進小螢幕中文閱讀理解力，為可以取代靜態文字呈現方式的較佳因素組合。

關鍵詞：動態文字、快速連續視覺呈現、小螢幕、閱讀理解力

一、前言

隨著第三代移動通訊技術(the 3rd generation, 3G)時代的來臨，無線通訊頻寬開放，使用者透過小螢幕方面收發郵件、閱讀文件、和瀏覽網頁的使用量與日俱增，因此資訊內容的需求量也相對地增加。然而受限於小螢幕面積，透過靜態文字呈現的資訊量相當有限，無法有效率地呈現文字資訊。因此尋求新的方式提升小螢幕的文字閱讀乃是當前重要之設計考量。

近年來許多閱讀軟體運用動態文字呈現方式 [例如前導式 (leading)、捲軸式 (scrolling)、和快速連續視覺呈現技術 (rapid serial visual presentation, RSVP)] 來解決小螢幕設備呈現資訊量不足的問題，然而目前市場上的相關軟體仍以呈現英文為主而無法正確呈現中文字，且有關動態文字呈現方式的

研究亦多以英文為主。再者，由於中文與英文間的差異極大（英文乃由 26 個字母構成，而中文則由超過 40,000 個不同型態的字元所構成），若運用動態字呈現方式於中文閱讀實需進一步探討。

本研究針對上述研究動機，進行兩個實驗設計分別探討：(1)針對中文環境，運用三種不同型態的動態字呈現中文的可行性，並與靜態字呈現方式作比較；(2)進一步根據中文特性討論動態字呈現的相關因素(factor)，以尋求最佳化的動態中文字呈現方式。

二、文獻探討

本研究首先針對各種動態字呈現方式和設計考量因素（包括小螢幕型式、配速、字型、和字級）進行文獻探討，以作為後續實驗設計的基礎。

2-1 動態文字呈現方式

近年來三種廣泛運用在各種媒體的動態字呈現方式包括 scrolling、leading、和 RSVP。所謂 scrolling 即字不斷地由螢幕的底部逐漸向上移動[6]，而 leading 原稱為時代廣場技術(Times Square technique)，該命名源自於紐約時代廣場前的大型電子看板，該看板首次以動態的方式將單行字由右往左移動[3,5]。RSVP 則為快速連續地將單字或是字串依次呈現於螢幕中固定的區域[4,11]。有關三種動態字呈現方式以圖 1 加以說明。

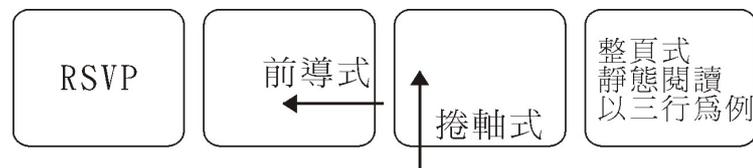


圖 1 三種動態字呈現方式與靜態字呈現方式之圖示

目前比較靜態字呈現和動態字呈現的相關研究指出靜態字呈現比 scrolling 具易讀性(readability)[6]。同樣地，靜態字呈現亦比 leading 較具閱讀效率(閱讀理解力×閱讀速度)[3]。而比較 RSVP 和靜態字呈現的研究上，則認為兩者間無顯著差異，有時候 RSVP 甚至比靜態字呈現方式更佳[4,9]。

比較動態字呈現方式的研究指出在單行八個字元數的螢幕上，受測者的閱讀效率，RSVP 比 leading 好[4]，而相反地，研究在 16.5×10 cm 的螢幕上，RSVP 與 leading 呈現方式(pixel-by-pixel leading display)間則無顯著差異[5]。

進一步討論有關不同型式的 RSVP，相關研究比較「以字為單位的 RSVP」、「以句為單位的 RSVP」、和「靜態字」等三種呈現方式，研究發現三者間的閱讀效率並無顯著差異[10]。相關研究亦比較另一種不同的 RSVP 呈現方式，包括「以字為單位」、「同時呈現三行」、和「同時呈現 10 行」，結果發現「以字為單位」或「同時呈現 10 行」具較佳的閱讀理解力[1]。

由於上述相關研究乃以英文為主，基於中英文閱讀的差異性，當進行中文閱讀時，各種動態字呈現型式的選用應配合中文的閱讀特性，故為進一步釐清運用各種動態字對於中文閱讀的影響以及各種因素間的關係，則須進一步探討。

2-2 小螢幕的型式

不同的小螢幕行動設備各自擁有不同的螢幕長度和寬度，而寬度為影響閱讀效率的重要因素[2]。有關可動捲軸式的閱讀速率研究指出，18.7cm 的螢幕寬度比 6.2cm 快 28%[2]。而有關動態文字呈現與螢幕大小的研究中，探討四種小螢幕和五種動態文字呈現方式，發現各種排列組合就閱讀理解力與配速皆無顯著差異，但 scrolling 較靜態文字呈現具較快的閱讀速度，然而閱讀速度越快，理解力卻有下降的現象，即兩者間呈現 trade off 的現象。此外，該研究亦指出在小螢幕動態閱讀上，閱讀理解力並非隨著螢幕寬度增加而具顯著差異的提昇[7]。綜合而言，各種小螢幕的型式應採用哪一種動態閱讀以增加閱讀中心的效率仍不清楚，故需進一步研究。

2-3 配速

動態與靜態文字呈現的重要差異在於動態文字呈現方式具移動性，因此配速為研究動態文字呈現的一個重要因素。配速計算為每分鐘呈現的字數(words per minute, wpm)。研究 RSVP 和三種配速(250、450、和 650 wpm)間的關係，發現不同的配速間具顯著差異，其中以 250 wpm 的配速具最佳的閱讀理解力[1]。而探討 leading 閱讀的研究指出，leading 配合 260 wpm 的配速呈現最佳的閱讀效率，而 260 and 171 wpm 的配速在 RSVP 閱讀效率上並無顯著差異[4]。

閱讀速度在不同語文間具差異性，最適含中文動態閱讀的速度應進一步探討。相關研究比較中英文閱讀間的眼球凝視(eye fixation)時間，發現閱讀頁式中心時，每個單字的平均凝視時間為 0.26 秒，而橫式英文則為 0.27 秒[14]。此外，有關中文動態文字呈現的研究中指出，在 20 個字的單行螢幕中運用 RSVP 閱讀配合 140 wpm 的配速，受測者的閱讀理解力具顯著差異地高於 250 和 350 wpm，而 leading 則在 195 wpm 具有較佳的閱讀理解力[16]。

2-4 字型

小螢幕字體的選用受限於小螢幕的解析度，大部分行動設備使用的預設字型為印刷體字型—細明體，但一般使用者經常使用的字型尚有手寫體字型—標楷體。研究字體對靜態文字閱讀的影響，發現古快速辨認文字的實驗作業中，細明體具顯著差異地優於標楷體[13]，但上述實驗乃基於靜態閱讀，有關字體對動態文字呈現的影響，相關研究指出標楷體和細明體間並無顯著差異地影響閱讀理解力[15]，由於上述兩個研究皆基於中文閱讀，但研究結果具差異性，故字型對動態閱讀的影響需進一步探索。

2-5 字級

手持行動設備受限於小螢幕的面積，使用的字級大多設定在 8 至 12pt 之間。相關研究顯示，當字級大小在 0.3-2° 視角間能達到最高的閱讀速度。若英文字大小於 0.3°，閱讀速度則相對性地快速下降，其原因可能在於視力的限制。而當英文字大小於 2°，則閱讀速度逐漸下降，其原因應該是眼球移動系統具平滑移動的限制[8]。但研究 RSVP 和三種字級(12、20、和 28pt)間對閱讀理解力所產生影響並無顯著差異，而受測者主觀偏好 20pt 的字級[12]。綜合而言，字級大小對動態中文閱讀的影響乃為一個重要的觀察因素。

整體而言，由於大部分相關研究乃以英文閱讀為計，不同的呈現方式、小螢幕型式、配速、字型、和字級對中文動態文字呈現的影響尚不清楚，而且市場上已有英文之動態閱讀軟體而相對地卻找不到

中文動態字呈現軟體，故本研究根據上述文獻所指出的相關因素進行探討並作為後續實驗設計的研究基礎，希望釐清運用動態呈現方式閱讀中文的可行性以及相關因素，以作為發展中文動態字呈現軟體的基礎。

三、實驗一

3-1 受測者

實驗一共有 12 個受測者（四位男性和八位女性）參與實驗，所有受測者的母語皆為中文且視力正常或經校正後正常。

3-2 測驗內容

受測者閱讀之文章內容為考慮其普遍性，取材自中文 Cheers 雜誌。短文數字在 138 至 195 個字之間（SD=163）。

3-3 實驗設備

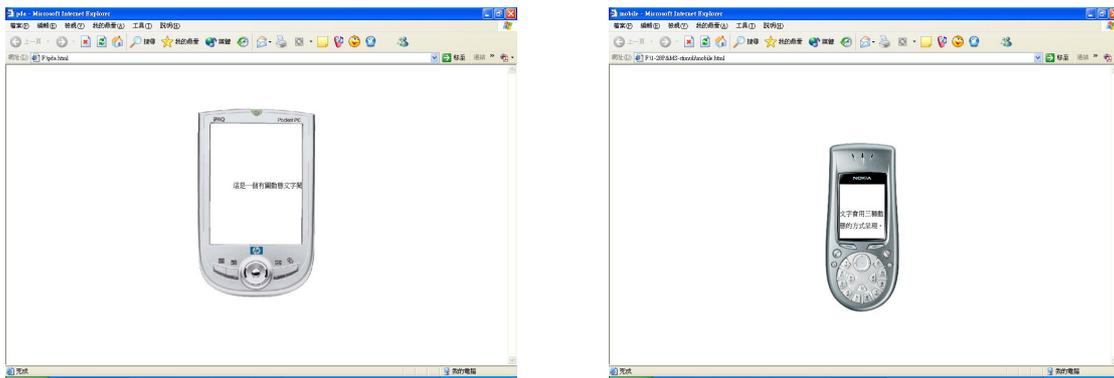
受測者在解析度 800×600 dpi、14.1 吋 LCD 筆記型電腦(IBM ThinkPad®)上進行閱讀。螢幕置於 73cm 高之辦公桌上，螢幕傾斜 105°，受測環境之流明約 300lx。螢幕上無任何刺眼的光線或反光，螢幕中心點至桌面的距離為 23cm，受測者眼球的位置距離螢幕中心點 40cm。

3-4 實驗設計

實驗一進行受測者內實驗設計(within-subjects design)，調查三種小螢幕（筆記型電腦、PDA、和行動電話）在 12pt 字級、細明體、和 230wpm 配速下，運用三種動態字呈現(scrolling、leading、和 RSVP) 對受測者閱讀理解力的影響，並且比較動態字呈現與靜態字呈現間的差異性。包括一個靜態整頁式閱讀之實驗狀態(呈現於筆記型電腦介面)，共計 10 個實驗狀態，實驗進行前並提供受測者九篇短文供練習之用。

實驗用 Micromedia Flash MX 2004 建構三種動態字呈現介面，並將介面植入網頁中(圖 2)。受測者透過 Microsoft Internet Explorer 6.0 閱讀。行動電話介面模擬 Nokia 3650 外觀，螢幕為 3×3cm，該螢幕每一行可呈現 12pt 字級細明體七個字元數。PDA 介面模擬 HP IPAQ 1910 外觀，螢幕為 6.5×8.5cm，該螢幕每一行可呈現 12pt 字級細明體 14 個字元數。筆記型電腦螢幕為 24.6×18.5cm，該螢幕每一行可呈現 12pt 字級細明體 47 個字元數。配速根據文獻設定為 230wpm (60/0.26)，此為中文靜態閱讀平均速度 [14]，此設定之目的在於比較動態字呈現與靜態字呈現間的差異性。短文內容以 12pt 字級之細明體呈現，此設定為一般小螢幕介面最常使用之設定值。從距離螢幕 40cm 計算，平均字高為 0.36°，而平均字寬則為 0.33°。螢幕採用白色背景、黑色字體之正極配置(positive polarity)。

3-5 實驗流程



2a. PDA模擬介面

2b. 行動電話模擬介面

圖2 實驗一之模擬介面

計式實驗每位受測者在各實驗狀態下閱讀一篇短文。短文呈現順序、介面呈現順序、和動態文字呈現方式皆隨機安排，而靜態文字呈現的實驗狀態則安排在第一或是最後。合計 10 個實驗狀態所需實驗時間約 30 分鐘。在進行計式實驗前，受測者閱讀九段短文作為練習，短文以各種不同螢幕型式和動態呈現方式組合後呈現。進入實驗階段，受測者每閱讀一段短文後，相關問題頁隨即呈現（圖 3），問題皆為複選題，各有 A、B、C、D、至 E 五種答案，受測者根據短文之內容以滑鼠點選答案，電腦自動記錄受測者之答案。為避免受測者產生視覺疲勞(visual fatigue)影響實驗，受測者在進行實驗前一個小時不得從事任何有關電腦螢幕的閱讀工作。

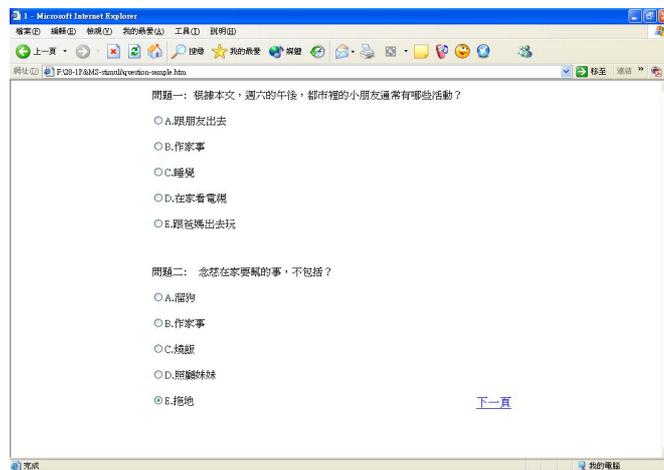


圖3 問題呈現方式

3-6 實驗分析

本實驗採用之評量效標（即依變項）乃根據文獻訂定為受測者的閱讀理解力，其計算方式為正確答案總數除以全部問題數[15, 16]。實驗數據使用SPSS軟體，透過單因子變異數分析進行比較。實驗結果以 $\alpha=0.05$ 作為顯著差異的標準，變異數分析若具顯著差異則進一步以最小顯著差異法(Least Significant Difference, LSD)事後檢定因子間層級(level)的差異。

3-7 實驗一之結果與討論

3-7.1 實驗一之結果

當小螢幕型式為筆記型電腦介面，運用三種動態中文和靜態中文呈現所得的平均閱讀理解力分別是 leading(M=0.917, SD=0.056)、scrolling(M=0.917, SD=0.056)、RSVP(M=1.000, SD=0.000)、和靜態閱讀(M=0.792, SD=0.074)，經單因子變異數分析發現具顯著差異存在 ($F_{3,43}=3.22, p=0.03$)，再經 LSD 事後分析發現，RSVP 具顯著差異地優於靜態中文呈現；當小螢幕型式為 PDA 介面，運用三種動態中文呈現所得的平均閱讀理解力分別是 leading(M=0.875, SD=0.065)、scrolling(M=1.000, SD=0.000)、和 RSVP(M=1.000, SD=0.000)，經單因子變異數分析發現具顯著差異存在 ($F_{2,32}=3.75, p=0.04$)，再經 LSD 事後分析發現運用 RSVP 和 scrolling 所得之閱讀理解力具顯著差異地高於 leading；當小螢幕型式為行動電話介面，運用三種動態中文呈現所得的平均閱讀理解力分別是 leading(M=0.875, SD=0.065)、scrolling(M=0.875, SD=0.065)、和 RSVP(M=0.917, SD=0.056)，經單因子變異數分析發現並無顯著差異存在 ($F_{2,32}=0.15, p>0.05$)。

3-7.2 實驗一討論

Raman 和 Muter[10]指出靜態中文呈現和以句或字為單位的 RSVP 間無顯著差異影響閱讀效率，而 Juola 等學習[4]和 Potter 等學習[9]的研究亦認為 RSVP 與靜態中文呈現間無顯著差異，有時 RSVP 比靜態中文呈現方式更佳。本研究發現 RSVP 無論在筆記型電腦介面、PDA 介面或是行動電話介面，平均閱讀理解力都最高，並具顯著差異優於靜態中文呈現，因此 RSVP 應為最具可行性的中文動態呈現方式，以取代靜態呈現方式。

其次，Juola 等學習[4]指出 RSVP 比 leading 具閱讀理解力，但 Kang 和 Muter[5]則發現 RSVP 和 leading 無顯著差異影響閱讀效率，本研究結果則是在筆記型電腦和行動電話介面，RSVP 和 leading 間無顯著差異，而在 PDA 介面，RSVP 比 leading 具閱讀理解力，由於 Juola 等學習所使用的 leading 型式為跳動的字元，而 Kang 和 Muter 使用的 leading 型式與本研究相同為平滑移動性的 leading 型式 (pixel-by-pixel leading display)，此一 leading 型式應較易於閱讀，但本研究結果在 PDA 介面 RSVP 仍比 leading 具閱讀理解力，顯示 RSVP 應為最佳的動態中文呈現方式。

另外，Koler 等學習[6]指出在 VDT 的作業環境，靜態中文呈現比 scrolling 具易讀性，但學習 Laarni[7]則在模擬小螢幕中發現 scrolling 較靜態中文呈現具較快的閱讀速度，但閱讀速度越快，理解力卻有下降的現象，即兩者間呈現 trade off 的現象，本研究實驗一的閱讀速度乃固定於 230wpm，所得實驗結果則為 scrolling 和靜態呈現間的閱讀理解力並無顯著差異，此一結果顯示 scrolling 之動態閱讀較適用於小螢幕介面，而在 VDT 作業環境螢幕較大，透過 scrolling 動態閱讀有可能因為大量的眼球移動進而降低閱讀理解力。

再者，Grannas 等學習[3]指出靜態中文呈現比 leading 具閱讀效率，而本研究結果則發現靜態中文呈現和 leading 間的閱讀理解力並無顯著差異，其原因應仍在於本研究所採用的 leading 型式為平滑式 leading，而相關研究使用的 leading 型式則為跳動的字元較不易於閱讀。

最後，Duchnicky 和 Kolars[2]認為手動捲軸式閱讀，全螢幕之閱讀速度比 2/3 和 1/3 的螢幕速度都較佳，但 Laarni[7]認為在小螢幕動態閱讀上，閱讀理解力並非隨著螢幕寬度增加而顯著差異的提昇。實驗一的研究結果則與 Laarni[7]的研究相似，運用動態中文呈現方式所得之閱讀理解力並不因中文呈現螢幕增大而提昇閱讀理解力 (圖 4)。

四、實驗二

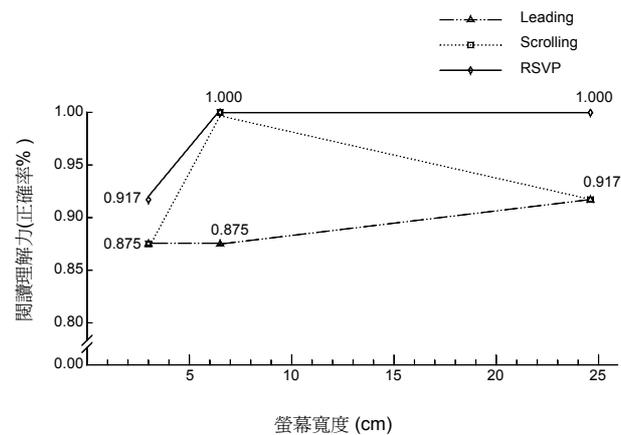


圖 4 動態字呈現方式和小螢幕的型式間閱讀理解力關係圖

基於第一個實驗所得之結果，發現 RSVP 可為適用於各種小螢幕的動態中文字呈現方式。為進一步地探討動態中文字呈現方式的相關的變項，故進行第二個實驗設計。由於以商務活動為考量，PDA 為閱讀大量資訊的主要手持行動設備，故在第二個實驗中，以 PDA 為例，研究兩種中文字型（細明體和標楷體）、三種配速（171、260、和 350wpm）、兩種字級（12 和 28pt）和三種不同的 RSVP（即以字為單位、以句為單位、和以詞為單位）對閱讀理解力之影響，藉此瞭解影響動態中文字呈現的相關因素層級。

4-1 受測者

實驗中共有 24 位受測者（14 女性和 10 男性）參與實驗，所有受測者的母語皆為中文且視力正常或經校正後正常參與本實驗。

4-2 測驗內容

本實驗共有 27 篇供實驗用的短文和九篇短文供練習之用。短文的字數分佈為 123 至 139 個字 (SD=130)。短文的內容取材自世界百科全書，短文內容選擇的標準為不含艱澀的單字和不常用的用語，基於此標準，部份短文內容經過修訂以適用於本實驗。

4-3 實驗設備

本次實驗使用 Pentium IV 的個人電腦，17 吋的 LCD 螢幕，解析度設定為 1024×768dpi。螢幕置於 73cm 高的辦公桌上，螢幕傾斜 105°，受測環境之流明約 300lx。螢幕上無任何刺眼的光線或反光，螢幕中心點距桌面的距離為 23cm，受測者眼球的位置距離螢幕中心點 60cm。

4-4 實驗設計

本實驗之研究設定包括四個因素，字型、字級、配速、和呈現方式。字型選用細明體和標楷體等兩種經常使用的字型，字級選擇 12 和 28pt 的字級，其選用的標準根據相關研究之實驗設定[8,12]。配速設

定根據相關研究，260 和 171wpm 的配速在閱讀效率上無顯著差異[4]，而 250 wpm 優於 450 和 650 wpm[1]。此外中文的平均閱讀速度約為 0.26 秒，也就是 230 wpm (60/0.26) [14]。然而動態與靜態字呈現間具差異性，採用 RSVP 進行閱讀，其眼球移動的次數較少，綜合相關研究，配速設定為 171、260、和 350 wpm。呈現方式則分為三個層級，包括「以字為單位」、「以句為單位」、和「以詞為單位」(圖 5)。本實驗四個因素中，字型和字級為受測者間實驗設計 (between-subjects design)，而配速和呈現方式採受測者內實驗設計 (within-subjects design)，共計四組 (2×2) 不同實驗狀態，每一個實驗狀態各有六位受測者隨機分派到各組。

本實驗建構不同型式之 RSVP 介面，介面為黑色字呈現於灰色背景中，此設定仿於模擬一般 PDA 介面之預設值，介面之長寬分別是 5.5 和 6.5cm，其句呈現 11 行 12pt 字級的字，每行 13 個字元數，或是六行 28pt 字級的字，每行八個字元數。介面置於 17 吋螢幕的正中間。



圖 5 三種不同型式之 RSVP 呈現之測試介面

4-5 實驗流程

受測者首先練習閱讀九段短文，短文以各種不同 RSVP 組合呈現，受測者藉此熟悉測試實驗之閱讀方式。休息兩分鐘之後，受測者進行 27 篇之短文閱讀。短文內容、配速、和呈現方式皆隨機安排。各組內的受測者接受九種不同配速和呈現方式組合之實驗狀態 (3 種配速×3 種呈現方式)，每一種狀態皆呈現三次。受測者每閱讀完一段短文後，有關此短文內容的問題自隨即呈現，問題皆為複選題，各有 A、B、C、D、和 E 五種答案，受測者根據短文之內容以滑鼠勾選，電腦自動記錄受測者的答案。整個實驗進行約一個小時，為避免受測者產生視覺疲勞影響實驗，要求受測者進行實驗前一個小時不得進行任何有關電腦螢幕的閱讀工作。

4-6 實驗分析

本實驗依變項的量測透過多因子變異數進行分析。實驗結果以 $\alpha=0.05$ 作為顯著差異的標準，自變項若具顯著差異則進一步以 Scheffé 事後檢定自變項間層級的差異。

4-7 實驗二之結果與討論

本實驗各自變項在各個層級所得正確題率如表 1，而 ANOVA 分析結果見表 2。

表 1 自變項中各個層級所得正確答題率

自變項	n	答題正確率 (標準差 SD)	Scheffé 事後分析 [△]	
字型				
細明體	108	0.877(0.019)		
標楷體	108	0.827(0.020)		
字級				
12 pt	108	0.855(0.020)		
28 pt	108	0.849(0.019)		
配速*				
350 wpm	72	0.810(0.030)	A	
260 wpm	72	0.843(0.024)	A	B
171 wpm	72	0.903(0.019)		B
呈現方式**				
以句為單位	72	0.852(0.026)	A	B
以字為單位	72	0.903(0.019)		B
以詞為單位	72	0.801(0.027)	A	

註：*顯著差異 $\alpha=0.05$ ；**顯著差異 $\alpha=0.01$ ；[△]相同字詞代表無顯著差異

表 2 ANOVA 分析表

來源	自由度	平均平方總和	平均平方和	F 值	p 值
字型	1	0.149	0.149	3.519	0.075
字級	1	0.005	0.005	0.110	0.743
字型×字級	1	0.149	0.149	3.523	0.075
組間變異	20	0.846	0.042		
配速	2	0.954	0.477	4.654	0.013*
字型×配速	2	0.281	0.141	1.372	0.262
字級×配速	2	0.318	0.159	1.551	0.221
字型×字級×配速	2	0.065	0.033	0.317	0.729
組內變異	60	6.152	0.103		
呈現方式	2	1.121	0.560	5.401	0.007**
字型×呈現方式	2	0.133	0.066	0.640	0.531
字級×呈現方式	2	0.096	0.048	0.461	0.633
字型×字級×呈現方式	2	0.194	0.097	0.937	0.397
組內變異	60	6.225	0.104		
配速×呈現方式	4	5.111	1.278	3.966	0.004**
字型×配速×呈現方式	4	2.241	0.560	1.739	0.143
字級×配速×呈現方式	4	1.574	0.394	1.221	0.303
字型×字級×配速×呈現方式	4	2.222	0.556	1.724	0.147
組內變異	180	58.000	0.322		
總合	355	85.836			

註：*顯著差異 $\alpha=0.05$ ；**顯著差異 $\alpha=0.01$

4-7.1 字型

採用細明體所得之閱讀理解力為 0.877(SD=0.019)，而標楷體所得之閱讀理解力為 0.827(SD=0.020)，兩者對閱讀理解力經 ANOVA 分析無顯著差異。此結果與相關研究所作的字型對靜態之字呈現影響的分析不同，該研究認為在快速辨認之字的實驗作業中，細明體具顯著差異地優於標楷體[13]，然而 Wang 和 Kan[15]研究結果顯示，動態之字呈現中，字型差異對閱讀理解力的影響不大，故細明體和標楷體皆可運用在 RSVP 的閱讀上。

4-7.2 字級

採用 12 及 28pt 的字級所得之閱讀理解力分別為 0.855(SD=0.020)和 0.849(SD=0.019)，兩者對閱讀正確率的影響經 ANOVA 分析無顯著差異。此結果與研究字級對 RSVP 之閱讀理解力的研究一致。相關研究指出三種字級（12、20、和 28pt）間對閱讀理解力所產生影響並無顯著差異[12]。

4-7.3 配速和呈現方式

配速方面，本研究結果經 ANOVA 分析顯示配速具顯著差異影響 RSVP 之閱讀理解力($F_{2,60}=4.654$, $p<0.05$)。採用 350、260、和 171wpm 所得之閱讀理解力分別為 0.810(SD=0.030)、0.843(SD=0.024)、和 0.903(SD=0.019)，Scheffé 事後分析顯示群組 171 和 260wpm 之配速設定優於群組 350 and 260wpm。此研究結果與相關研究一致，相關研究指出 171 和 260wpm 之配速設定，對 RSVP 之閱讀理解力，彼此差異並不顯著[4]，但由於 171wpm 的配速低於一般中文閱讀速度 230wpm[14]，故運用 RSVP 於 PDA 閱讀時，建議選擇 260wpm 的配速。

其次有關呈現方式，本研究結果經 ANOVA 分析顯示呈現方式具顯著差異影響閱讀理解力($F_{2,60}=5.401$, $p<0.01$)。採用「以句為單位」、「以字為單位」、和以「詞為單位」的 RSVP 所得之閱讀理解力平均值分別為 0.852(SD=0.026)、0.903(SD=0.019)、和 0.801(SD=0.027)，其所得之閱讀理解力平均值如圖 6 所示。

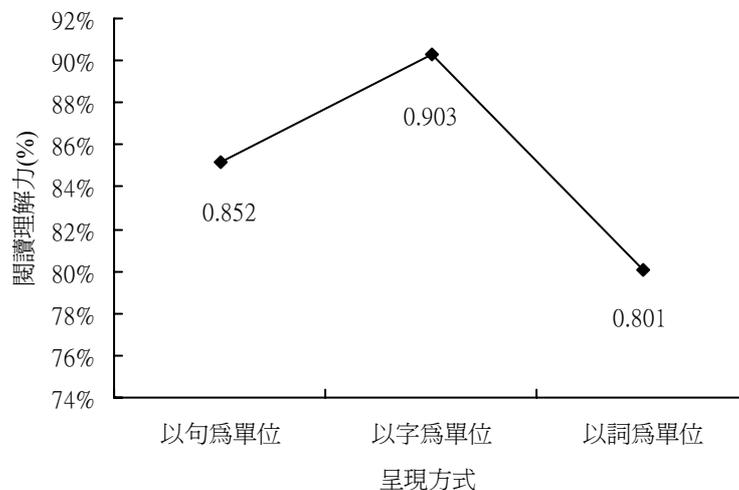


圖 6 各種呈現方式所得之閱讀理解力平均值

研究結果進一步透過 Scheffé 事後分析顯示「以句為單位」和「以字為單位」的 RSVP 群組所得之閱讀理解力優於「以句為單位」和「以詞為單位」的 RSVP 群組。Bernard 等學者[1]的研究亦顯示「以句為單位」的 RSVP 較具閱讀效率，而 Raman 和 Muter[1]的研究則指出「以句為單位」和「以字為單位」的 RSVP 間無顯著差異，此研究結果與本研究相同。此外，本研究結果經 ANOVA 分析顯示配速和呈現方式間具顯著的交互作用($F_{4,180}=3.966$, $p<0.01$)。當呈現方式為以句和以字為單位時，各種配速所得之閱讀理解力並無顯著差異，但是當呈現方式為以詞為單位時，較低配速 171wpm 具顯著差異地優於 260 和 350wpm($F_{2,180}=9.612$, $p<0.01$)。

五、討論與建議

本研究透過兩個實驗設計所得之結果分析如下：

1. 本研究第一個實驗比較三種動態文字呈現方式與靜態文字呈現方式對小螢幕介面閱讀理解力的影響，結果顯示採用 RSVP 可為取代靜態文字呈現的最佳動態呈現方式。
2. 第一個實驗亦就不同型式的小螢幕介面探討動態文字呈現對閱讀理解力的影響，發現閱讀理解力並非隨著螢幕寬度增加而顯著差異的提升，建議運用動態文字於較小的螢幕介面可作為靜態文字呈現的另一種選擇。對於較大的螢幕介面可於局部使用動態文字，例如在網頁瀏覽中，運用動態文字於部分文字區域。
3. 第二個實驗中發現標楷體和細明體間對閱讀理解力的影響差異不大，標楷體和細明體皆可用於 PDA 之 RSVP 文字閱讀，介面設計亦可採用標楷體供使用者選擇。
4. 第二個實驗中亦探討字體因素，發現字級 12 或是 28pt 對運用 RSVP 於 PDA 文字閱讀時，閱讀理解力亦無顯著差異，閱讀理解力不受較小 12pt 字級的影響，故在使用者介面設計上可提供使用者字級大小的選擇。
5. 第二個實驗中所探討配速和呈現方式等因素，發現運用 RSVP 於 PDA 文字閱讀時，配速和呈現方式具顯著差異影響閱讀理解力，而且配速和呈現方式間具有顯著差異的交互作用；建議運用 RSVP 於文字閱讀時，應採用「以字為單位」或「以句為單位」，並配合 260wpm 之配速設定，若因應使用者介面設計需求，運用「以詞為單位」的 RSVP 進行閱讀時，配速應相對地降低至 171wpm，以獲得較佳的閱讀理解力。

由於國內動態文字呈現的相關文獻不多，而大部分研究亦多以英文為主，而且相關研究中所研究的相關因素以及評量閱讀的效標具多樣性，故列出整理國內外相關研究的內容，並且進一步將本研究結果與相關研究加以比較如表 3。

六、結論

小螢幕介面資訊呈現方式之設計極具挑戰性，當使用者操作 PDA 或以行動電話瀏覽網頁資訊時，其困難處在於如何把一般網頁上的大量資訊，有效率地呈現於有限的螢幕中。由於目前市場上尚無專為中文閱讀設計之動態文字呈現軟體，故此次研究乃以模擬方式進行，目的在於探討運用中文動態文字呈現方式提升閱讀理解力的可行性。經由實驗得知動態文字呈現可作為傳統靜態文字呈現外的另一種具可行性的閱讀方式。本研究更進一步透過實驗瞭解到各個相關因素的變化對閱讀理解力的影響，此次研究結果將可提供軟體工程師與相關研究者作為發展中文動態文字呈現軟體的參數設計基礎。

然而本研究僅針對閱讀理解力進行量測，當進行動態文字資訊閱讀時，眼睛疲勞生理量測與受測者主觀偏好等研究亦是研究的重點。其次，由於手持行動設備的使用，顧名思義經常是進行動間閱讀資訊，對於實際使用狀況，例如行進間或是在行車駕駛時所產生的注意力分散(distraction)或是震動(vibration)，仍需進一步進行探討，而未來相關研究亦可基於本研究之基礎進一步探索使用者之心理的相關變化，以期獲得最佳化的動態文字呈現方式供實際應用。

表 3 國內外相關研究與本研究異同之比較表

相關研究 (第一作者)	研究因子	效標	相關研究與本研究結果之比較
Wang, A.H. (2004) [15]	Leading 之相關因素： ○ 字型、螢幕型式、色彩組合、配速、跳動距離	○ 中文閱讀理解力	相同點： 1. 細明體和標楷體間無顯著差異影響閱讀理解力。
Wang, A.H. (2003) [16]	呈現方式： ○ Leading、RSVP、Flash 配速： ○ 140、195、250、305 wpm 色彩組合	○ 中文閱讀理解力	相異點： 1. 相關研究指出當呈現方式為 RSVP，140 wpm 的配速，其閱讀理解力顯著優於 250 和 305 wpm 的配速；而本研究則發現 171 和 260 wpm 配速間無顯著差異，而 350 wpm 具顯著差異地降低閱讀理解力。
Laarni, J. (2002) [7]	螢幕型式： ○ 筆記型電腦、PDA、行動電話、Communicator 呈現方式： ○ Leading、RSVP、Teletype、Scrolling、Window	○ 英文閱讀速度 ○ 英文閱讀理解力 ○ 喜好度量尺	相同點： 1. 相關研究指出在小螢幕動態閱讀上，閱讀速度與理解力並非隨著螢幕寬度增加而顯著差異的提升，而本研究亦發現閱讀理解力並非隨中文呈現螢幕增大而提升。
Bernard, M. (2001) [1]	RSVP 呈現方式： ○ 句、三行、10 行 配速： ○ 250、450、650 wpm	○ 英文閱讀理解力 ○ 喜好度量尺	相同點： 1. 以句為單位的 RSVP 具較佳的閱讀理解力。 2. 以接近傳統點對式的閱讀速度具較佳的閱讀理解力，相關研究以 250 wpm 的配速具最佳的閱讀理解力，而本研究則為 260 wpm。
Rusell M.C. (2001) [12]	字級： ○ 12、20、28 pt	○ 英文閱讀理解力 ○ 喜好度量尺	相同點： 1. 字級大小無顯著差異影響閱讀理解力。
Rahman, T. (1999) [10]	呈現方式： ○ 字為單位的 RSVP ○ 句為單位的 RSVP ○ 靜態中文呈現	○ 英文閱讀效率	相同點： 1. 三種呈現方式間無顯著差異影響閱讀。
Shieh, K.K. (1997) [13]	靜態中文呈現字型 ○ 細明體、標楷體	○ 中文閱讀正確性	相異點： 1. 相關研究指出靜態閱讀時，受測者閱讀正確性，細明體具顯著差異地優於標楷體，然而本研究的結果則為受測者進行動態閱讀時，字型的差異並不影響閱讀理解力。
Juola, J.F. (1995) [4]	呈現方式： ○ 靜態、RSVP、Leading 配速： ○ 260、171 wpm	○ 英文閱讀效率	相同點： 1. RSVP 可為取代靜態中文呈現之動態中文呈現方式。 2. 相關研究支持 RSVP 比 leading 具閱讀效率，本研究亦發現，RSVP 比 leading 具閱讀理解力。
Kang, T.J. (1989) [5]	呈現方式： ○ Leading、RSVP	○ 英文閱讀效率	相異點： 1. 相關研究發現 RSVP 和 Leading 呈現方式間無顯著差異影響閱讀效率，然而本研究則指出 RSVP 具顯著差異影響閱讀理解力。
Legge, G.E. (1985) [8]	字級	○ 英文閱讀速度	相異點： 1. 相關研究探討手動捲軸式閱讀，認為閱讀速度會隨字體增大至關鍵值進而增加閱讀速度，而當超過關鍵值後則閱讀速度不昇反降；而本研究則發現也動態閱讀時，字體大小間無顯著差異影響閱讀理解力。
Grannas, M.M. (1984) [3]	呈現方式： ○ 靜態中文呈現、Leading	○ 英文閱讀效率	相異點： 1. 相關研究發現靜態中文呈現比 leading 具閱讀效率；而本研究則顯示兩者間並無顯著差異。
Duchnicky, R.L. (1983) [2]	螢幕寬度：	○ 英文閱讀速度	相異點： 1. 研究手動捲軸式閱讀，認為全螢幕之閱讀速度比 2/3 和 1/3 的螢幕速度較佳；而本研究則發現運用動態資訊呈現，螢幕大小無顯著差異影響閱讀理解力。
Kolers, P.A. (1981) [6]	呈現方式： ○ 靜態中文呈現、Scrolling	○ 英文可讀性	相異點： 1. 相關研究發現 VDT 作業中，靜態中文呈現比 Scrolling 具可讀性，而本研究則發現在小螢幕方面 Scrolling 具顯著差異地比靜態中文呈現方式具閱讀理解力。
Potter, M.C. (1980) [9]	呈現方式： ○ 靜態中文呈現、RSVP	○ 英文閱讀效率	相同點： 1. RSVP 可取代靜態中文呈現之動態中文呈現方式。

本研究整理（相關研究依年代排序）

參考文獻

1. Bernard, M., Chaparro, B.S., & Russell, M.C. 2001, "Examining Automatic Text Presentation for Small Screens", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting, pp.237-239.
2. Duchnicky, R.L. & Kolers, P.A. 1983, "Readability of Text Scrolled on Visual Display Terminals as A Function of Window Size", Human Factors, Vol. 25, pp.683-692.
3. Grannas, M.M., McKay, T.D., Laham, R.D., Hurt, L.D., & Juola, J.F. 1984, "Reading Moving Text on A CRT Screen", Human Factors, Vol. 26, pp.97-104.
4. Juola, J.F., Tiritoglu, A., & Pleunis, J. 1995, "Reading Text Presented on A Small Display", Applied Ergonomics, Vol. 26, pp.227-229.
5. Kang, T. J. & Muter, P. 1989, "Reading Dynamically Displayed Text", Behaviour and Information Technology, Vol. 8, pp.33-42.
6. Kolers, P.A., Duchnicky, R.L., & Ferguson, D.C. 1981, "Eye Movement Measurement of Readability of CRT Display", Human Factors, Vol. 23, pp.517-527.
7. Laarni, J. 2002, "Searching for Optimal Methods of Presenting Dynamic Text on Different Types of Screens", Proceedings of Tradition and Transcendence: NordiCHI 2002, pp.217-220.
8. Legge, G.E., Pelli, D.G., & Schleske, M.M. 1985, "Psychophysics of Reading: I. Normal Vision", Vision Research, Vol. 25, pp.239-252.
9. Potter, M.C., Kroll, J.F., & Harris, C. 1980, "Comprehension and Memory in Rapid Sequential Reading", In R. Nickerson (Ed.), Attention and Performance VIII, Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp.395-418.
10. Rahman, T. & Muter, P. 1999, "Designing An Interface to Optimize Reading with Small Display Windows", Human Factors, Vol. 41, pp.106-117.
11. Rubin, G.S. & Turano, K. 1992, "Reading without Saccadic Eye Movements", Vision Research, Vol.32, pp. 895-902.
12. Rusell M.C. & Chaparro, B.S. 2001, "Exploring Effects of Speed and Font Size with RSVP", Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 45th Annual Meeting, pp.640-644.
13. Shieh, K.K. & Chen, M.T. 1997, "Color Contrast and Typography on Identification of Characters Briefly Presented on VDT", International Journal of Human-Computer Interaction, Vol. 9, pp.169-181.
14. Sun, F., Morita, M. & Stark, L.W. 1985, "Comparative Patterns of Reading Eye Movement in Chinese and English", Perception and Psychophysics, Vol. 37, pp.502-506.
15. Wang, A.H., & Kan, Y.F. 2004, "Effects of Display Type, Speed, and Text/Background Colour-combination of Dynamic Display on User' Comprehension for Dual Task in Reading Static and Dynamic Display Information", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.23, pp. 133-138.
16. Wang, A.H., & Chen, C.H. 2003, "Effects of Screen Type, Chinese typography, Text/Background Color Combination, Speed, and Jump Length for VDT Leading Display on Users' Reading Performance", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.31, pp.249-261.

Research on Dynamic Text Presentation for Reading Chinese Text on Small Screens

Yu-Hung Chien* Chien-Hsiung Chen**

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

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

(Date Received : August 28, 2004 ; Date Accepted : September 14, 2005)

Abstract

This study investigated the feasibility of enhancing the reading comprehension of Chinese text presented on small screens through dynamic Chinese text presentations. Two experiments were conducted in this study. The first experiment examined the impact of different dynamic text presentations [scrolling, leading, and rapid serial visual presentation (RSVP)] on reading comprehension of Chinese displayed on three types of small screens [laptop, personal digital assistant (PDA), and mobile phone]. In addition, comparison was made between dynamic text presentation and static text presentation on laptop. Experimental results revealed that RSVP was a viable alternative to static text presentation on small screens. Moreover, participant's reading comprehension scores did not improve monotonically with increasing display width. The second experiment further investigated the effects of other factors including Chinese typography (true type and standard Kai type), speed [350, 260, and 171 words per minute (wpm)], font size (12 and 28 pt), and presentation method (sentence-oriented, word-oriented, and phrase-oriented method) for RSVP display on PDA reading. The findings showed that both speed and presentation method as well as their interaction had significant influence on participant's reading comprehension. Overall, the sentence-oriented and word-oriented RSVP display at 260 wpm could be a viable alternative to static text presentation of Chinese and an optimal setting for increasing reading speed on small screens.

Keywords: Dynamic text, Rapid serial visual presentation (RSVP), Small screen, Reading comprehension

