

漢字習寫系統之使用性研究 - 以「習字e筆通」為例

邱上嘉 許玉潔 游萬來

國立雲林科技大學設計學研究所

摘 要

漢字是學習華語的基礎，在這股華語熱潮中，有志於學習中文的外籍人士可以透過網路檢索，取得大量的免費資源，然而互動設計不良的學習系統，將分散學習者的精力在系統操作上，甚至產生挫折感。本研究希望能為漢字習寫系統的互動設計，進行深入的研究與探討，在了解現有設計之不足外，進一步討論如何改善互動性，使系統更加地友善，進而提升漢字學習的效率。首先，本研究對現況進行調查，利用互動設計品質評估量表分析現有 20 個樣本在系統功能及使用性表現上的優劣，從中選取一個表現較佳的樣本“習字 e 筆通”做為案例，進行使用者測試及華語教師訪談，以探討此個案的使用性問題。對使用者測試的操作錄影記錄及華語教師的訪談記錄進行分析，並根據互動設計原則來探討漢字習寫系統在互動設計上應考量的要點。研究結果顯示，漢字習寫系統應考量不同背景程度學習者的需求，提供較高的彈性與控制性，供使用者自行調整，此外圖示的隱喻，按鈕與互動目標的對應性、介面設計的一致性以及系統對手寫練習的評量與回饋等，皆是未來對漢字習寫系統進行再設計時應考量的重點。

關鍵詞：漢字習寫系統、互動設計、介面設計、使用性

1. 前 言

隨著科技的發展，數位媒體開始大量融入傳統華語教學中，學習者透過網路可取得各式各樣的數位教材或系統，使其學習不再受時空的限制。對華語教學而言，學習者來自具有不同文化背景的世界各地，且所在區域不一定能找到合格的華語教師，因此數位科技在華語教育的應用更顯重要。漢字這個文字符號是華語的根本基礎，除了承載著形、音、義三種面向的訊息外，更脫離不了文化意義的傳達，因此漢字的書寫不管在文化傳承上或實際應用上都有其必要性。

然而與拼音文字相較下，漢字的形態顯得十分複雜，使得漢字的書寫成為許多外籍人士學習華語的阻礙。許多學者投入教師的漢字教學策略 (Feldman & Siok, 1997; Lam, 2011; Hu, 2003; Taft & Chung, 1999; Yan, et al., 2013)，外籍學生漢字學習策略 (Gamage, 2003a, 2003b; Shen, 2004, 2005; Sung & Wu, 2011; Wang, et al., 2009)，以及數位科技輔助漢字學習的相關研究 (Chen, et al., 2007; Chen, et al.,

2008; Jin, 2006; Lam, et al., 1993, 2001, 2004)。「識寫分流」(江新, 2005) 是為了避免學習者因學習漢字產生過多的挫折，影響學習的興趣，所提出的一種教學策略。事實上，動筆練習寫字這個過程對漢字學習的效益，在神經科學領域的相關研究中，已一再地被證實，這是由於手寫會在大腦留下動作記憶，幫助學習者藉由視覺辨識所書寫的文字，同時加強對該文字的記憶能力 (Longcamp, et al., 2006; Mangen & Velay, 2010; Tan, et al., 2005; 李佳穎, 2009)。

互動設計 (interaction design) 探討使用者與電腦系統間，如何有效率的操作系統與數位資訊進行互動；使用性評估 (usability evaluation) 則是用來評估系統容易使用的程度 (Benyon, et al., 2005; Shneiderman & Plaisant, 2010)。有關使用性的定義最早僅提出系統應易於使用，易於學習，具備彈性，且獲得使用者的認同(Shackel, 1990)。然而隨著互動科技的應用越來越普遍，被考量的可用性特徵也不斷地在此基礎上重新加以詮釋。ISO/DIS 9241-11 (1996)則定義使用性乃是一個產品在一個特定的使用脈絡中，能被特定的使用者有效率的 (efficiency) 使用，使用後具有成效

(effectiveness)並感到滿意(satisfaction)，以達成特定的目標。此外，介面設計原則代表了高階的概念與信仰，在開始系統設計前必須先確定哪些原則是最重要且適合的，進而以這些原則形成指導方針及做設計決策的依據 (Barzegar, et al., 2010)。當學習者使用學習系統時，包含了二個層面的互動：與系統介面的互動及與學習內容的互動，使得學習系統的使用性評估變得複雜且困難 (Leacock & Nesbit, 2007)。若學習系統不夠好用，將阻礙學習者的學習，使他們花更多時間在學習系統介面操作而不是學習內容本身 (Ardito, et al., 2006)。Nielsen及Molich於1990年開始研究啟發式評估，到了1994年Nielsen提出十項啟發式使用性原則：系統狀態的可視性(visibility of system status)、系統與真實世界的關聯性(match between system and the real world)、使用者的控制與自由(user control and freedom)、一致性與標準(consistency and standards)、預防錯誤(error prevention)、辨識而非記憶(recognition rather than recall)、彈性與使用效率(flexibility and efficiency of use)、美觀與簡潔的設計(Aesthetic and minimalist design)、幫助使用者認識偵錯並從錯誤中恢復(help users recognize, diagnose, and recover from errors)、幫助與說明文件(help and documentation)；Norman (1998) 則提出了易視性(visibility)、限制(constraints)、預設用途(affordances)、配對(mappings)、回饋(feedback)及概念模式(concept models)；Beyon等人(2005) 則提出易視性(visibility)、一致性(consistency)、熟悉(familiarity)、預設用途(affordances)、導航(Navigation)、控制(control)、回饋(feedback)、回復(recovery)、限制(constraints)、彈性(flexibility)、風格(style)及享受(conviviality)這 12 項設計原則；Shneiderman與Plaisant 在2010年提出介面設計的八個黃金定律：包含了為一致性努力、滿足普遍使用性、提供有用的回饋、設計結束的對話、避免錯誤、允許使用者可以簡單的方式取消運作、支持內在控制感及減少短期記憶負擔。Najjar (1998) 提出教育性多媒體介面設計原則，包含了教材的特質、學習者的特質、學習任務的特質及學習測驗的特質等四個面向的討論；Barzegar 等人 (2010) 也對虛擬學習環境提出三項基本設計原則，包含了使用者為控制者、降低使用者的認知負荷及在使用者介面中建立穩定性(stability)，顯然Najjar(1998)及Barzegar等人 (2010)所提出的設計原則更著重於學習者與學習內容的互動設計上。而這些設計原則除了做為系統設計發展過程的指導方針外，同時也是進行使用性評估的衡量依據。

針對數位學習系統進行使用性評估的研究，Dringus(1995) 提出了致力於一致性、最少的使用者記憶負荷、提供清楚

的離開標示、提供快捷鍵、防止錯誤、提供協助及文件、提供容易使用且容易學習的系統、介面具有美的吸引力、提供群組溝通及介面透明化；Wong等人(2003)則認為評估一個數位學習系統的使用性必須考慮數位學習系統的回饋、一致性、錯誤預防、績效/效率、使用者喜不喜歡、錯誤回復、認知負荷、國際化、隱私及線上協助。Quinn(1999) 提出評估數位學習系統的方法可以分為設計因子及可接受因子，前者包含教學目標、教學內容、學習任務、學習輔助及評量；後者則包含使用產品的動機程度、必須積極參與的程度、學習支援的品質及使用者滿意的程度。Ardito等人(2006)提出評估數位學習應用的方法應結合專家檢視及使用者測試，即只針對專家認為有必要進一步確認的部分，利用摘要性任務(Abstract Tasks, ATs)做使用者測試，使評估結果更為可靠且具成本效益，其定義了呈現(presentation)、超媒體(hypermediality)、應用程式主動預測(application proactivity)及使用者活動(user activity)四個分析面向，主要著眼於成效性及效率二大原則，分別就數位學習平台及數位學習模組提出不同的標準，在平台方面，有效性需考慮學習/編寫的支援及溝通、個人化及存取的支援，而效率考慮適當的結構及適當的工具與技術；在模組方面，則包含了教學/編寫的有效性及支援的有效性。Leacock 與Nesbit(2007)則為多媒體學習資源的品質評估提出了九個面向，包含了內容品質(content quality)、符合學習目標(learning goal alignment)、回饋及調整(feedback and adaptation)、動機(motivation)、呈現設計(presentation design)、互動使用性(interaction usability)、方便除了上述討論的使用性評估方法外，也有研究提出以啟發式進行數位學習系統評估的效益(Alsumait & Al-Osaimi, 2010; Evans & Sabry, 2003; Reeves, et al., 2002; Ssemugabi & Villiers, 2010)，以及討論如何在基本使用性原則上，發展一份針對數位學習評估的使用性問卷(Zaharias & Poylymenakou, 2009)。

正如Leacock 與Nesbit(2007)所言，數位學習系統的互動包含了與介面及學習內容二個層次，而一個設計良好的學習系統，可使學習者在沒有教師指導的情況下也能有效地進行學習(Hirumi, 2006)。因此，一個完善的漢字學習系統，應包含了個人化的設定、課程選擇、漢字教學、書寫練習及測驗，本研究認為學習漢字的核心除了漢字本身的形音義外，最重要的是書寫練習，因此本研究將聚焦在漢字學習系統中的漢字書寫教學及練習，並以「漢字習寫系統」稱之，以與「漢字學習系統」區辨。學習者在實體教室進行漢字書寫學習時，與教師間的互動可分為四個步驟：

1. 示範：教師除了示範生字的正確寫法外，常透過字源說



明漢字演變過程；利用部首、部件的概念，以加強學習者對漢字結構的理解；並解釋生字的意思，給予符合學習者程度的生詞或例句，協助其掌握漢字的用法；

2. 練習：學生在作業簿上依照教師的示範，練習漢字書寫；
3. 評量：教師檢視學生的書寫是否正確及美觀程度，並告知其所犯的錯誤為何，及如何改進；
4. 訂正：學生根據教師給予的意見進行錯誤訂正，再次重新練習。

這個教師與學習者實際互動的循環過程為學習者練習漢字書寫的核心，一個設計良好的漢字習寫系統，應能完整地將此互動過程呈現出來，使學習者可以在沒有教師指導的情況下，透過與學習系統的互動，進行漢字的書寫練習。

一般而言，學習者對所要進行學習的領域並沒有特別的經驗，甚至不知道他們正在靠近什麼樣的學習領域，甚至有一些錯誤的觀念，以學習者為中心(Learner-Centred)的設計方法，必需考慮不同類型的學習者，因為個人學習策略、在學習領域中的經驗以及對正在進行學習任務的動機皆不相同(Ardito, et al., 2006)。一個設計不良的數位學習系統，將使學習者感到挫折而不願使用(Leacock & Nesbit, 2007)。

對有志於學習中文的初學者而言，他們既不熟悉漢字學習的相關內容，也不了解漢字學習的特性，雖然可利用網路

搜尋取得各式各樣的漢字學習資源，然而這些資源良窳不齊，如何進行取捨實為初學者的一大挑戰。至今並無相關研究討論漢字習寫系統設計優劣的衡量依據，因此本研究從互動設計的角度，首先對現有可透過網路檢索而取得的漢字學習系統進行使用性觀察，了解現有系統的概況，進而選取一個整體表現較佳的案例做為研究個案，邀請外籍學生與華語教師對系統進行使用性評估，以了解其在互動設計上的優缺點，供未來此類系統設計改進之參考。

II. 研究個案分析與挑選

隨著網路資訊的發達，學習者現在可以更容易地透過搜尋引擎，利用各種關鍵詞篩選出其所需要的資訊。You, et al. (2011)調查了現有的24個漢字學習系統後，歸納出與漢字習寫相關的八個主要構成因素，分別是呈現媒介、書寫練習、格線、描紅、筆畫標註、播放控制、播放速度控制及顏色標記。此八個主要構成因素定義如下：

1. 呈現媒介：漢字書寫示範的呈現方式，大體可分為Flash動畫、圖片及影片三種呈現媒介。
2. 書寫練習：學習漢字書寫不能只觀看書寫示範的教學，最重要的是要實際練習寫字，書寫練習可分為線上書寫練習與下載生字表格練習二種。
3. 格線：做為書寫格子內的輔助線，提供書寫筆畫下筆、

表1 樣本編碼 (依字母筆畫排序, N1-N12為免費, N13-N20提供試用版)

編號及名稱	網址
bestvoc.com	http://www.bestvoc.com/p/1-chinese-character-a-day.php
Chinese Learner	http://www.chineselerner.com/writing/symbol/index.html
Chinese Tools.en	http://www.chinesetools.eu/tools/order-stroke/
Chinese-Tools.com	http://www.chinese-tools.com/learn/characters
Learn Chinese Online	http://www.learnchineseez.com/read-write/traditional/
LearnChineseABC.com	http://www.learnchineseabc.com/a1/0016_understanding-the-pronunciation-and-explanation-of-guo.htm
牛津大學漢語教學中心	http://www.ctcfl.ox.ac.uk/Chinese/charindex.htm
常用國字標準字體筆順學習網	http://stroke-order.learningweb.moe.edu.tw/index.jsp
漢字讀音筆順	http://www.shuifeng.net/Pinyin.asp
網路孔子學院	http://www.chinese.cn/
聯合國中文課程	http://unclp.org/index.html
蘭亭 2.0	http://orchid.shu.edu.tw/index.htm
Arch Chinese	http://animation.archchinese.com/arch_animation.html#
Chinesetime	http://www.chinesetimeschool.com/zh-tw/
Skritter	http://www.skritter.com/
黃橋 Yellowbridge	http://www.yellowbridge.com/
eStroke*	http://www.eon.com.hk/estroke/
Hanzi Master*	http://hanzim.com/features.php#pageTop
寫字王*	http://www.cchar.com/
習字 e 筆通*	http://royal-eopen.com/Products_Writing.php

*非線上使用之系統，需下載至電腦並安裝後方能試用

移動及結束的參考依據，並同時展現了筆畫與部件間的關係。

4. 描紅：位於書寫格子內，做為書寫示範時的淺色文字底圖，提供學習者對書寫示範的漢字一種直觀式的預期與了解，是比格線更基礎的書寫輔助工具。

5. 筆畫標註：位於書寫格子內，在書寫示範的文字上，加上筆畫順序編號、該筆畫的起點位置，並以箭頭標示書寫方向。

6. 播放控制：學習者控制動態媒介書寫示範的方式，主要可分為連續筆畫播放與單一筆畫播放。連續筆畫播放是從漢字書寫的第一筆畫開始播放到書寫完成；單一筆畫播放則是書寫筆畫的單筆播放，按一次播放一筆畫。

7. 播放速度控制：學習者控制動態媒介書寫示範的速度，可分為筆畫播放速度控制、筆畫間隔時間控制及字元間隔時間控制三種。筆畫播放速度控制是控制單一筆畫書寫的速度；筆畫間隔時間控制是控制前一筆畫結束到下一筆畫開始的間隔時間；字元間隔時間控制是控制前一個字播放結束到下一個字開始播放的間隔時間。

8. 顏色標記：位於書寫格子內，在書寫示範的文字上，使用不同的顏色，以區辨不同的代表意義，進而提升學習者的注意力。目前被使用的顏色標記，主要使用於標示生字的部首與標示目前正在書寫的筆畫二種資訊。

為了選出表現最佳的樣本進行檢驗其使用性設計，本研究參考You, et al. (2011) 所提出的網站進行確認與更新，共有20個受測樣本（如表1）。並根據前面所討論的介面互動設計原則，擬定互動設計品質評估量表，做為受測樣本品質的衡量依據。因此本研究考量的互動設計原則，除了傳統常見的原則外，另外增加了教材適合性，以確認學習系統是否有效滿足使用者的學習目的。本研究參考前述之相關研究，挑與適當之設計原則，以評估漢字習寫系統之使用性，分別是一致性、可控制、可預測、回饋性、協助、易理解、美感、教材適合性、清晰、彈性、熟悉性、簡明易懂（依筆畫排序）。

此12項設計原則定義如下：

1. 一致性 (Consistency)：對於功能、位置、操作方式、色彩、圖片等進行一致性的規範。
2. 可控制 (Control)：學習者可以根據需求控制系統以掌控教材畫面呈現的動作。
3. 可預測 (Predictability)：學習者可以預測動作操弄的結果，而操弄結果亦能符合預期結果。

4. 回饋性 (Responsiveness)：學習者的每個動作，系統給予適當回應，讓學習者可立即得知操作控制功能的結果。

5. 協助 (Help)：對於功能的作用、系統的操作提供指導與說明。

6. 易理解 (Comprehensibility)：學習者很容易理解呈現內容，包含系統操控功能及教材的呈現方式。

7. 美感 (Aesthetics)：平台具有整體的美感並提供視覺舒適的設計。

8. 教材適合性 (Appropriateness)：提供適當的教材內容。

9. 清晰 (Clarity)：學習者明確地了解教材所傳遞的訊息或指引，不會產生解讀上的混淆或困擾。

10. 彈性 (Flexibility)：靈活地針對使用設備或學習程度等不同學習環境與需求提供設計，讓教材更切合學習者的需求。

11. 熟悉性 (Familiarity)：運用學習者熟悉的介面隱喻，使用的控制符號應符合學習者的使用經驗。

12. 簡明易懂 (Simplicity)：設計簡單的介面環境，以減少系統階層並增加引導功能的方式，減輕學習者的記憶負擔。

在量表的設計上，分為系統功能及使用性評估兩大構面，各構面下分別根據各漢字習寫構成因素進行評估，在使用性評估方面除了八項漢字習寫構成因素外，另包含樣本的整體呈現，以整體的角度檢視樣本的設計。每項介面設計原則至少由一個以上的評估項目所組成（如附件一），例如評估構成要素「書寫練習」的可控制原則，便包含了書寫練習的選擇性、外觀與呈現方式的設定、可隨時回復預設設定等數個評估項目。對於功能性項目的評估，例如學習者可自由選擇書寫的類型，以Yes/No進行回答；對於學習者感受性的項目評估則在網站提供該項目的前提下，例如操控方式容易理解，以五點量表的方式進行回答。若網站未提供所評估的項目內容，則勾選No或N/A，在後續統計分析時將被視為零分處理。

本研究邀請六位具有互動設計背景的專家，分別針對此20個樣本進行評估。其中具多媒體(年資平均9.7年)及工業設計(年資平均3.7年)的設計實務經驗者各有三位，其中一位擁有數位學習系統的設計實務經驗。本研究將分成漢字習寫構成因素加權平均及設計原則二部分來討論此次評比的結果，這二者的差別在於前者僅討論受測樣本在You等人(2011)所提出的八個漢字習寫構成因素上的表現，而未將整體表現納入計算，理由是整體表現非漢字習寫構成因素中的項目，而是更高層級的整體檢視；此外，本研究希望能



表2 受測樣本於各漢字習寫構成因素的平均分數

權重	構成因素	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
0%	整體呈現	2.02	2.54	2.60	2.75	2.65	2.92	2.46	3.77	2.63	2.85	2.81	3.35	3.04	2.75	2.81	2.94	2.29	3.17	2.67	4.23
25%	書寫練習	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.63	0.00	2.33	0.00	2.19	0.00	0.00	1.76	1.54	0.00	2.02	1.13	1.96	1.39	4.66
15%	呈現媒介	1.51	2.49	2.64	1.36	2.69	2.64	2.36	3.52	2.77	2.13	2.79	3.35	2.83	2.44	2.82	3.21	2.17	2.75	3.30	3.21
15%	播放控制	0.00	2.94	2.98	0.00	2.54	0.06	2.88	4.44	3.65	3.94	3.25	3.02	3.96	2.90	3.02	3.06	1.13	2.94	1.88	3.96
15%	播放速度	0.00	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.35	0.00	3.81	0.00	0.00	0.00	0.00	3.94	3.56	0.50	0.00	2.92	0.00
10%	格線	0.56	0.00	1.40	0.82	0.14	0.02	2.44	2.96	0.94	4.00	0.88	1.42	1.44	1.34	1.36	1.21	0.50	1.04	1.99	3.92
5%	筆畫標註	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.42	0.00	0.00	1.65	0.00	2.32	0.00	0.00	0.00	1.11	0.82	1.85	0.77	2.09
5%	顏色標記	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	0.00	1.65	0.00	0.00	1.63	3.13	0.38	0.29	1.98	0.88
10%	描紅	0.00	0.00	1.31	1.40	1.44	1.33	0.00	0.90	1.27	1.27	1.23	1.33	1.69	0.00	1.33	1.85	0.77	0.79	1.90	3.55
	平均分數	0.46	0.89	1.81	0.70	1.05	0.96	1.28	2.36	1.25	2.80	1.22	1.83	1.64	1.22	1.88	2.45	1.08	1.64	2.09	2.94
	加權分數	0.28	0.81	1.79	0.43	0.94	0.95	1.10	2.67	1.18	2.80	1.12	1.43	1.77	1.32	1.82	2.50	1.04	1.63	2.09	3.14

表3 受測樣本於各設計原則的平均分數

設計原則	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
一致性	2.33	2.33	3.50	3.50	3.33	3.17	3.00	4.50	3.33	3.67	3.50	4.17	3.67	3.00	3.17	4.00	2.50	3.33	3.33	4.30
可控制	0.00	0.25	0.70	0.00	0.10	0.00	0.40	1.42	0.50	2.62	0.19	0.38	0.49	0.18	0.75	2.10	0.66	0.33	1.25	1.95
可預測	2.00	2.67	2.67	2.17	2.67	3.67	2.83	4.17	2.83	3.17	3.33	3.33	3.33	3.17	3.33	3.00	2.50	2.50	2.83	3.67
回饋性	0.15	0.79	1.83	0.25	0.94	0.80	1.52	2.31	0.98	2.28	1.08	1.54	1.59	1.18	1.73	2.25	0.98	1.17	1.96	2.76
協助	1.33	2.17	1.67	2.33	2.33	2.17	3.00	3.83	2.00	2.67	2.17	2.83	3.00	2.67	2.83	2.33	2.33	2.67	2.00	3.45
易理解	0.27	0.94	1.81	0.43	1.01	0.96	1.36	2.48	0.96	2.78	1.07	1.59	1.78	1.39	1.75	2.19	1.07	1.63	2.04	2.54
美感	1.83	1.83	2.67	2.67	2.83	2.33	2.17	4.50	2.50	2.83	2.67	4.00	3.33	2.67	2.83	3.67	2.00	3.67	3.00	4.50
教材適合性	2.33	3.17	2.00	3.33	2.83	3.50	2.33	4.00	3.17	3.00	3.00	4.00	3.50	3.00	3.50	2.83	3.00	3.33	3.17	5.00
清晰	0.57	0.83	3.29	1.27	1.64	1.20	1.64	2.86	2.06	3.86	2.18	3.64	2.40	1.51	3.52	3.41	1.34	2.50	3.31	3.84
彈性	1.33	2.67	1.67	2.33	2.17	2.67	1.00	2.00	1.17	1.50	1.33	1.67	1.33	1.83	1.50	1.33	2.33	3.67	1.17	4.70
熟悉性	2.67	3.00	3.33	3.17	2.33	3.33	2.67	4.33	2.67	3.17	3.00	3.17	2.83	2.83	2.50	3.00	1.83	3.67	2.50	4.20
簡明易懂	2.33	2.50	3.33	2.50	2.67	2.50	2.67	4.17	3.33	2.83	3.50	3.67	3.33	2.83	2.83	3.33	1.83	2.50	3.33	4.00
平均分數	1.43	1.93	2.37	2.00	2.07	2.19	2.05	3.38	2.12	2.86	2.25	2.83	2.55	2.19	2.52	2.79	1.87	2.58	2.49	3.74

更凸顯各樣本在漢字習寫互動設計品質的表現。雖然整體呈現未被計入漢字習寫構成因素的權重中，但不代表它不重要，而是關注的重點不同所致，每個樣本在各構成因素之分數如表2所示，若受測樣本未提供所評估項目，則該項目為零分，表中的平均分數包含了整體呈現項目的平均，而加權平均分數則不包含。由此表可看出現有系統在習寫構成因素上的表現，有50%的樣本僅提供漢字書寫示範的功能（書寫練習為零分），而對於漢字書寫示範應具備的構成因素，則不完備（如N2僅提供漢字書寫示範的錄影檔）。表2除了計算整體平均分數外，經與華語教學專家討論後，本研究另外針對各因素的重要程度給予不同的權重值：書寫練習25%、呈現媒介15%、播放控制、播放速度控制各15%、格線與描紅各10%、筆畫標註與顏色標記各5%，所有權重值相加為100%。因為權重計分方式的介入，若某網站在權重較高的漢字習寫構成因素上有較好的表現時，便容易取得較佳的總分。表2中的灰底代表各構成因素中的最高分，N10在播放速度、格線與顏色標記這三項構成因素上表現最好；N20則是在書寫練習、播放控制及描紅此

三項構成因素上表現最佳，其中書寫練習得到4.66的高分，雖然其未提供播放速度控制的功能（零分）而拉低其整體分數，但不管平均分數或加權平均分數皆為受測樣本中表現最佳。

表3以12項設計原則為標準，分別檢視樣本在各設計原則上的表現，其中N8在可預測性、協助、美感、熟悉性及簡明易懂項目上表現最好，而N20則在一致性、回饋性、美感、教材適合性及彈性方面表現最佳，其平均分數亦為受測樣本中最高分。由此表可發現，現有系統在可控制性、回饋性及易理解性的表現上，有極大的改善空間，這些設計原則的最佳表現皆不足3分。

從表2及表3可知，現有的漢字學習系統，不管是在習寫構成因素的完備或設計原則的運用上，仍有許多不足之處，而N20不管在漢字習寫構成因素的加權平均或設計原則的平均分數上，皆高於其它同類型的樣本，這不代表它是漢字習寫系統的設計典範，而是至現今為止，整體表現較佳的個案。本研究將以此樣本做為漢字習寫系統的研究個

案，透過使用性評估更詳細地分析其在互動設計上的不足之處，以做為漢字習寫系統在互動設計上的參考依據。

III. 研究方法

本研究選擇的研究案例為「習字e筆通」(N20)，在八項漢字習寫構成因素中，除了未提供「播放速度控制」外，其餘皆包含在此系統的習寫設計中，雖然此系統未獲得播放速度控制評估項目的分數(零分)，但其在書寫練習、播放控制、格線及描紅項目上，皆取得3.5以上的高分，而書寫練習4.66的高分及25%的權重，更使此系統成為測試樣本中表現最佳(見表2)，特別值得一提的是，其書寫練習乃提供線上練習模式，並對學習者的手寫練習成果，進行即時評量，給予工整程度的分數以及筆順正確性判斷的回饋，為測試樣本中僅見。其除了整體表現較其他樣本佳外，本系統亦是教育部e化創新學校暨電子書包實驗教學試辦學校輔導計畫所採用的習字系統，可見其在同類型的系統軟體中，具一定代表性。

漢字習寫系統面對的使用者來自不同年齡、性別、教育、文化背景，亦具有不同的認知能力及使用動機，因此了解系統的使用者是優先要務。不同人因經驗不同，對事物的概念模型也會有所不同。在心理學上，心智模型(mental model)代表一個人對一件事物的了解(Norman, 1998)。因此，一個重要的基本原則是，設計師須能讓系統或產品在使用者腦海中產生正確有用的心智模型。此外，使用者程度上的差異，可區分為初學者、具備知識的使用者及專家級的使用者，不同的使用者會有不同的需求，進而產生不同的設計目標。對初學者而言，他們因對系統的功能或介面概念了解不多，往往必須仰賴系統的互動指引，否則對於一些專有名詞或過於艱深的學習內容，可能會造成一些使用上的挫折感(Benyon, et al., 2005)。

由於本研究設定的系統使用者是母語非中文的外籍人士，而邀請的互動設計專家及華語教師之母語皆為中文，為了避免因經驗及文化背景的差異，而忽略某些重要的使用性問題，因此本研究不以專家為主導的啟發式評估進行使用性測試，而是對研究個案直接進行使用者測試，以觀察使用者與系統互動的過程中，所產生的困惑或容易犯錯的地方。同時為了避免疏失，也邀請華語教師進行系統的試用與訪談，請他們由專業漢字教學的角度，以及對外籍學生學習漢字困難點的經驗，對學習者在使用此系統中，可能產生的疑惑或問題，提出他們的意見與看法。因此本研究包含了使用者測試及華語教師訪談二個部分的實驗，在使用者測試中，將透過七個實驗任務的設計，對學習者在與系統互動的操作過程進行觀察，分析其犯錯或是產生困惑



圖1 習字e筆通之寫字學習介面

的原因，並彙整華語教師的意見，檢視此系統在互動設計上的優缺點，並提出改善的設計建議，供未來此類系統設計的參考依據。

3.1 實驗設計

習字e筆通所提供的功能主要可分為四大功能頁面：課程選擇、寫字學習、寫字練習及寫字測驗，其中「寫字學習」由系統書寫示範、線上書寫練習及習字列表三大部分所構成(圖1)；因此，本研究僅討論「寫字學習」此功能頁面在互動設計上的使用性問題。

透過電子郵件與習字e筆通發行公司確認，此系統所設定的主要使用對象為小學一到六年級學生及華語文初學使用者。因此於臺中某華語中心徵求外籍學生進行系統測試，參與實驗的受測者共三個班級20位學生，班級以教材(視聽華語)程度進行劃分。視聽華語第一冊6人，學習中文的時間平均為2個月；視聽華語第二冊5人，學習中文的時間平均為5個月；視聽華語第三冊9人，學習中文的時間平均為11個月。參與者平均年齡26.5歲，來自不同的文化背景，其母語包含了英文、德文、日文、韓文、越南文、蒙古文及泰文，皆有基本的電腦操作能力，且皆未曾使用過此系統。

每個實驗任務的設計乃是根據系統的介紹而擬定，包含了數個不同功能的操作，要求受測者依序進行任務。任務進行的方法採用放聲思考法(Thinking aloud method)及教練法(Coaching method)二種，前者要求受測者在操作任務的過程中，說出他們在想什麼與想要怎麼做，以檢測參與者解決問題的策略，透過錄影或筆記的方式記錄，以協助研究者在事後針對受測者的動作與口語內容進行記錄與分析，進而了解使用者的問題與想法(Nielsen, 1993)；教練法則



是在受測者進行任務的過程中，受到阻礙而無法繼續進行時，為避免因過多的挫折感使受測者放棄實驗測試，由指導者在一邊指導受測者，使實驗可以順利進行下去 (Mack & Burdett, 1992)。實驗任務主要可以分為系統示範書寫任務及使用者練習書寫任務兩大類，分述如下。

系統示範書寫任務：

1. 請播放每個字的發音，並確認是否有破音字。此任務的目的在於確認參與者能理解發音及破音字按鈕的操作。
2. 請逐筆播放每個字的筆畫，當播放到最後一筆後，回到該字的第5筆。此任務的目的在於確認參與者能理解逐筆播放中，上一筆與下一筆按鈕的操作。
3. 請連續播放每個字的筆畫，當播放到第4筆時，請按暫停，然後再繼續播放。此任務的目的在於確認參與者能理解示範筆順中的播放與暫停播放按鈕的操作。

練習書寫任務：

4. 在有格線的情況下，請每個字書寫一次後，進行評分並說出評分結果。
5. 在沒有格線的情況下，請每個字書寫一次後，進行評分並說出評分結果。此任務與上一個任務的目的在於確認參與者能理解格線功能的設定，以及評分及評分回饋的資訊。
6. 請開啟逐筆描紅功能後，每個字書寫一次後，進行評分並說出評分結果。此任務的目的在於確認參與者能理解逐筆描紅功能的開啟方式，以及評分及評分回饋的資訊。
7. 請開啟全字描紅功能後，每個字書寫一次後，進行評分並說出評分結果。此任務的目的在於確認參與者能理解全字描紅功能的開啟方式，以及評分及評分回饋的資訊。

本研究是以具有手寫筆功能的平板電腦 (Lenovo X220 Tablet) 進行實驗，受測者在書寫時，可如同實際紙筆書寫時，注視筆尖的移動，以避免使用手寫板或滑鼠書寫時，所造成的視覺落差問題，亦較接近實際紙筆書寫的感受。此外，實驗期間將在平板電腦上方，架設一台攝影機，記錄受測者的手部操作及系統回應畫面，有助於了解受測者在操作此系統介面上，所遇到的問題。並以錄影、錄音方式記錄整個實驗過程。

在實驗測試一開始，先向受測者介紹實驗的目的，並請他們簽署參與實驗同意書，接著讓受測者利用十分鐘的時間進行系統探索，接下來的三十分鐘給予四個漢字 (法、茶、困、單) 進行七個擬定好的任務，最後有一個簡單的訪談詢問其對系統使用上的意見。實驗設定的漢字皆為受測者

學習過的漢字 (與授課之教師確認)，讓受測者以複習的形式與系統的教材內容進行互動，除了縮短測試時間外，也讓受測者不必過於分心在漢字的學習上，但是不同程度的受測者，對測試漢字的習得程度可能不盡相同。此外，由於系統的介面語言為中文，為避免受測者因介面語言不熟悉而產生的困擾 (特別是初級程度的受測者 (視聽華語第一冊))，本研究另外提供一份英文介面對照圖給受測者參考。

3.2 華語教師訪談

外籍受測者進行的使用者測試任務主要是與系統介面的互動為主，但是對於系統所提供的學習內容互動是否適合及有沒有更好的教學方式，這不是由使用者測試可以取得的資訊，必需依賴華語教師的專業判斷。因此本研究另外邀請二位具有超過十年華語教學經驗的教師，對系統進行試用，透過他們對教外籍學生學習漢字書寫過程的經驗與學習難點的了解，來確認其在操作使用此系統進行學習時，可能遇到的問題或改建的建議。在說明本研究的評估目的後，請教師對系統自由進行試用，接著回答下面的問題：

1. 外籍初學者可以解理系統所提供的功能及操作系統的方式嗎？
2. 系統提供的學習資訊是否適當？外籍初學者能夠理解嗎？
3. 漢字習寫系統是否能有效地協助外籍初學者學寫漢字？

IV. 結果與討論

本研究計算受測者完成每個任務的時間，以及犯錯次數做為使用性績效評估之依據。完成任務的時間計算是由任務說明開始到任務完成為止，而犯錯次數乃是計算與任務無關的動作或不正確的動作的總數，對於重覆執行同樣的動作則不累加於犯錯次數中。由表4的敘述統計可以看出程度較低的受測者花費的時間及犯錯的次數皆明顯高於程度較高的受測者。為了進一步確認受測者程度對使用性績效的影響，以ANOVA進行統計分析，依受測者程度進行分群，檢驗完成任務時間及犯錯次數與受測者程度之差異性，結果顯示在實驗任務1、2、3、6中，實驗完成時間與受測者程度間具有顯著差異，即在這幾個任務中，完成任務所花費的時間因受測者程度而有所差異，受測者程度越高，其完成任務的時間越短；在犯錯次數與受測者程度的差異分析方面，除了任務6具有顯著差異外，其餘的任務皆無顯著差異，也就是犯錯次數不因受測者程度而有所差異。本研

究預期隨著受測者程度的提升，完成任務的時間應縮短且較不易犯錯，然而測試的結果卻未如預期，由此進一步推測，此系統之互動設計的確存在一些使用性問題。受測者在任務進行的過程中，可能會因為前面任務的學習效應，影響後續任務的表現，本實驗並未採用拉丁方格的方式來避免此情形發生，主要的原因在於每個任務的設計皆為數個不同控制按鈕操作的獨立事件，但仍不否認受測者可能會在先前任務的錯誤嘗試中，對後續的任務產生預先學習的效應。

本研究將實驗過程的畫面操作錄影，進行初步的觀察編碼，從中抽取出各種與使用性相關的操作問題，並整合華語教師訪談之意見及本研究提出的改進建議。為了更清楚

呈現漢字習寫系統在各組功能中，可能產生的使用性問題，下面的討論將依據實驗任務設置的目的分別從發音與破音字功能的設計、播放控制的設計、解釋內容的設計、格線功能的設計、範字功能的設計及評量功能的設計六點逐一進行說明：

1. 發音與破音字功能的設計描述：此案例之「發音」功能按鈕，以喇叭圖示呈現，並置放於示範書寫區的右下角（圖2a）。對於一字多音的生字，在「注音」標籤處以「1/2」的方式表示，其中1表示目前所在注音位置，2表示該生字總共的注音數量，且左右各有一個半圓形的箭頭按鈕，用以切換不同的發音（圖2b）。

表4 使用性績效與受測者程度之敘述統計與ANOVA分析結果摘要表

績效	Task	Level	Mean	SD	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
時間 (秒)	1	—	218.00	122.93	84500.950	2	42250.475	7.630	.004*
		二	139.00	59.33					
		三	65.33	23.71					
	2	—	303.00	170.23	147755.794	2	73877.897	7.960	.004*
		二	127.40	37.62					
		三	109.78	30.06					
	3	—	240.00	144.08	60073.261	2	30036.631	4.050	.036*
		二	127.80	43.69					
		三	116.89	42.80					
	4	—	205.50	111.93	38551.628	2	19275.814	3.334	.060
		二	133.40	83.29					
		三	102.56	31.41					
	5	—	141.50	82.24	8371.628	2	4185.814	1.408	.272
		二	116.60	43.76					
		三	93.44	33.65					
	6	—	192.83	70.31	29411.278	2	14705.639	7.476	.005*
		二	111.60	25.60					
		三	107.89	27.62					
	7	—	144.67	76.52	10128.111	2	5064.056	2.310	.130
		二	90.60	13.81					
		三	99.22	30.05					
錯誤 次數	1	—	2.83	4.92	23.567	2	11.783	1.522	.247
		二	.80	1.30					
		三	.33	.71					
	2	—	7.50	14.50	132.028	2	66.014	1.014	.384
		二	2.80	2.68					
		三	1.56	1.81					
	3	—	1.67	1.86	12.417	2	6.208	1.249	.312
		二	2.60	2.97					
		三	.67	2.00					
	4	—	.33	.52	.467	2	.233	2.975	.078
		二	.00	.00					
		三	.00	.00					
	5	—	2.67	4.84	21.511	2	10.756	1.478	.256
		二	1.20	1.10					
		三	.22	.44					
	6	—	2.83	2.79	26.211	2	13.106	4.887	.021*
		二	.60	.89					
		三	.22	.67					
	7	—	2.83	5.23	30.561	2	15.281	1.850	.187
		二	.00	.00					
		三	.22	.67					

*p < .05, Level 中之一二三分別代表視聽華語第一冊、第二冊及第三冊



華語教師意見：漢語拼音為對目前教導外籍人士學習華語的主要標音方式，系統應提供漢語拼音的音標，且在發音時可說明生字的音調。此外，學習者很難理解此案例標示注音數量的方式（易理解性），且左右箭頭按鈕並無法清楚表明其所代表的功能意涵（不夠清晰、未能運用使用者熟悉的隱喻）。對於有多種注音的生字，可直接列出所有的破音字，讓學習者可以清楚的知道該生字的注音個數，進而能直接點選不同的發音按鈕（可視性考量）。

受測者所呈現出來的使用性問題：(a) 在進行任務的過程中，無論生字是否具有多種注音，切換注音的左右箭頭按鈕一直存在，在此種情況下，受測者可點選按鈕，但二個按鈕都沒有作用；若生字具有一種以上的注音，當系統處於第1種注音位置時，點選切換注音的向左箭頭按鈕，或在最後一種注音位置，點選切換注音的向右箭頭按鈕，系統都沒有反應（未能得到預期的反應，且系統回饋不足）。系統的回饋是產生良好互動性的重要因素，當受測者點擊按鈕後，卻未能得到系統的回饋，將會產生「是不是沒有點到」的困惑，進而重覆點擊按鈕。另外，對於暫時沒有作用的功能按鈕，常見的設計慣例是以灰色不能選擇的表示方式，去除選單的操作功能，讓學習者只能使用被限制下所允許的功能，此乃限制原則的運用，主要是為了避免學習者犯下誤用或犯下致命的錯誤（Shneiderman & Plaisant, 2010）。(b) 切換注音的左右箭頭按鈕，所使用的圖示並無法解釋其所代表的功能，且所在的位置與書寫示範區的音標位置並不相鄰，無法直接聯想二者之間的關係（沒有良好的對應關係）。(c) 受測者反應真人發音需要唸慢一點，最好能提供生字發音的分解拼法（發音方式及發音速度的彈性）。

發音與破音字功能的設計，從教學目標來說，要讓使用者能了解漢字的發音以及讓漢字是否具有破音字，因此系統所提供的介面應該要讓使用者可以很容易的達到此目標。每個漢字都至少具有一個基本發音，但不是每個漢字都有二個以上的發音方式，因此發音功能是必要元件，而破音功能則不是。這裡要注意的是，一字多音這種特性是漢字特有的文化，在外籍學習的文化背景中，並不存在此情形，因此系統若要提供漢字的不同發音，應該以更清楚的方式呈現，使受測者能理解。譬如對於具有一個以上發音的漢字，可列出所有注音的音標，並在音標旁，放置發音按鈕，讓學習者可直覺理解其作用。對初學者而言，可以放慢真人發音的速度，並提供生字發音的分解拼法及生字音調的功能，供學習者依其需求進行調整，也就是將控制權交給學習者。



圖2 書寫示範區的設計：(a) 發音功能；(b) 破音字功能；(c) 播放控制功能；(d) 解釋內容

2. 播放控制的設計描述：控制生字播放的功能以長橢圓形呈現，提供播放上一筆、播放、暫停播放及播放下一筆四個按鈕（圖2c，由左而右）。

華語教師意見：播放控制的按鈕大小（尺寸問題），播放上一筆及播放下一筆按鈕所使用的圖示與切換注音按鈕的圖示一樣（圖2b及圖2c），易造成學生的混淆（不清晰，不具辨異性）。

受測者所呈現出來的使用性問題：(a) 切換注音的左右箭頭按鈕與播放控制的上一筆下一筆按鈕，所使用的圖示相同，且未提供按鈕的功能說明，無法直覺了解按鈕所提供的隱涵意義，且二者距離相鄰過近，受測者常按錯所需的功能（對應性及版面配置的問題）。(b) 播放上一筆及播放下一筆按鈕在示範生字顯示第一筆筆畫的情況下，受測者仍可點選播放上一筆按鈕，但系統不會提供任何回饋訊息；同樣地，當示範生字顯示最後一筆筆畫的情況下，播放下一筆按鈕可以點選但沒有回饋訊息，此問題同樣發生於注音切換的左右箭頭按鈕上（未能得到預期的反應，且系統回饋不足，應善用限制的設定）。(c) 此系統的播放與暫停播放二種功能各別以獨立的按鈕呈現，產生示範生字筆順書寫在未播完的情況下，受測者再次點選播放功能，或是在非播放示範生字筆順書寫的情況下點選暫停按鈕，這二種情況也不會獲得系統的回饋。常見的設計慣例是將播放與暫停播放按鈕整合成一個，在播放狀態下呈現暫停播放按鈕，在暫停播放狀態下呈現播放按鈕。(d) 受測者反應筆畫示範的播放速度需要慢一點，初學者需要更多時間才能記住筆畫書寫順序，如果播放的速度能調整的話比較好（播放速度控制的彈性）。

播放控制這個部分的設計，從教學目標來說，乃是在教導使用者如何以正確的筆畫與正確的順序，寫出美觀的文字。使用者透過操控系統提供的介面，觀看系統的書寫示範，而這部分的功能不外乎播放、暫停播放、重播、播放下一筆及播放上一筆這五個按鈕的設計與配置。此外由於使用者程度的差異，初學者可能需要更多的時間來觀察系統示範書寫的筆畫形狀及順序，需要較緩慢的示範速度；

而中高級程度的學習者已經具備漢字筆畫類型的知識，他們可能只要確定每一個需要斷筆或連筆的地方，以及筆畫間的書寫順序即可，可以較快的示範速度進行。這種因學習者程度差異所造成的問題，系統只需要提供播放速度控制選項供使用者選擇即可，又因此功能非最常用之功能（設定完後可能很長一段時間才需要再更動），而無需置放於主要畫面中，可另以一個設定頁面專門提供使用者個人化的選擇。而透過測試所呈現使用性問題的改進，可善用限制的設計，在逐筆播放功能中，示範生字筆順書寫顯示第一筆筆畫的情況下，隱藏「播放上一筆」按鈕，在顯示最後一筆筆畫的情況下，隱藏「播放下一筆」按鈕；另外，將「播放」與「暫停播放」按鈕整合為一個控制按鈕，並提供「重播」的功能；由於不同學習者對速度的感知不同，可以提供「播放速度控制」的功能供學習者自行調整；此外，播放控制區域應與示範生字區域相鄰，以產生更直覺的對應操控關係。

3. 解釋內容的設計描述：解釋區域下方有一個詳細內容按鈕，提供生字的所有相關解釋（圖2d）。

華語教師意見：目前系統提供的中文解釋較適合教師使用，對初學者過於困難，且應該使用學習者可以理解的語言進行解釋，可以利用插畫或圖片來輔助說明，甚至對於一些重要的生字提供字源說明，讓學習者了解生字的結構，加深學習的印象。雙重編碼有助於學習者對學習知識與先備知識間的連結，進而提升學習的效益 (Najjar, 1998)。另外，可以提供生詞與例句，讓學習者了解生字的用法，但是所提供的生詞與例句，必須是生活常用詞，最好能針對不同程度的學習者，給予不同程度的生詞與例句。

受測者所呈現出來的使用性問題：受測者反應他們需要了解生字的意義，但是卻看不懂系統提供的解釋內容（具有易理解性、教材適合性及彈性上的問題）。

學習者學習漢字時，必須將漢字的形音義在大腦中產生有效連結，且通常會與其它漢字結合形成一個詞彙，學習者必須記住每個詞彙的意義及用法，才知道適當的語用情境。台灣的華語文能力測驗 (TOP-Huayu) 及大陸的漢語水平考試 (HSK) 大綱，便是以詞彙為基礎進行分級。系統在提供漢字的解釋時，可以參考這些測驗所擬定的標準，對不同程度的使用者，提供適合其程度的詞彙與例句，這樣除了可以精簡版面的編排外，也讓使用者 - 特別是初學者，負擔較小的學習壓力，否則對於一字排開有十幾種詞彙的漢字解釋，恐怕未戰先怯。當然對於來自不同母語文化背景的學習者，提供不同語言版本的解釋內容，以及詞

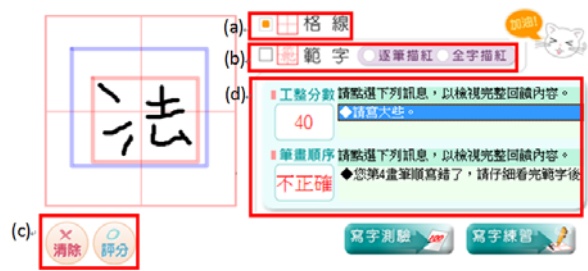


圖3 書寫練習區的設計：(a) 格線功能；(b) 範字功能；(c) 評量功能；(d) 評量回饋內容

彙與例句，對於具象的詞彙，給予適當的圖片，以協助掌握詞彙的意義與用法，將更有助於學習。

4. 格線功能的設計描述：提供十字格與空白格，並以核取方塊來控制格線功能的開啟與關閉（圖3a）。

華語教師意見：學習者在寫字時，有時部件的比例會有極大的差異，透過格線的輔助，有助於學習者練習寫字。

受測者所呈現出來的使用性問題：在習字區有書寫內容的情況下，關閉格線功能，系統並沒有給予正確回饋，仍可在習字區看到格線的顯示，造成受測者以為沒有正確關閉格線功能而重覆執行此動作（可預測性與系統回饋性問題）。

格線是透過各種輔助線條，為筆畫的起點、移動及終點提供參考定位，不同的格線類型，對書寫方格提供不同的空間分割，目前常見的格線有十字格、米字格、九宮格及回字格，格線類型與漢字結構間的適用關係，至今仍無相關的研究討論。但本研究認為對於左右或上下對稱結構的漢字，可以用十字格協助學習者掌握對稱比例，如：田、昌、晶；對於撇捺筆畫為漢字重心者，可以用米字格協助學習者掌握斜線條的角度與比例，如：米、全、木；對於由左中右或上中下三層部件組成的漢字，可以使用九宮格來協助學習者掌握各部件在整體文字中的比例大小，如：辦、衍、莫、藍；而對於圍字形或半包形的漢字，如：國、周、區等，可以使用回字格來協助學習者掌握內外部件的相對比例。系統自動根據漢字的結構，提供相應格線輔助的方式，學習者的接受程度以及不同格線的切換提供是否會造成困擾或混淆，另外這種方式對學習效益的影響，都需後續研究的實際驗證。在此種方式尚未有定論之前，提供自訂的選擇，似乎是一個較為折衷的方式。

5. 範字功能的設計描述：本系統以核取方塊來控制範字功能的開啟與關閉，在範字功能旁邊有逐筆描紅及全字描紅二種選擇可供切換，但要使用描紅功能前，必須先開啟範字的功能（圖3b）。



華語教師意見：範字描紅的功能很好，有助於學習者練習寫字，可以直接將逐筆描紅設定為預設的功能，讓系統一筆一筆地引導學生書寫的順序。學習者練習書寫的順序應該是先觀看生字的書寫示範，然後在習字區依序利用逐筆描紅、全字描紅、沒有描紅進行練習，此功能的設計極佳。

受測者所呈現出來的使用性問題：(a) 在習字區有完成書寫內容的情況下，無論是進行範字的開啟或關閉，還是逐筆描紅或全字描紅的切換，系統的回饋皆被書寫內容遮蔽，造成受測者以為按鈕沒作用的困惑。但若書寫未完成，則可看到系統的回饋（可視性及易理解性問題）。(b) 受測者未意識到要切換逐筆描紅或全字描紅前，必須先開啟範字功能，在直接點選逐筆描紅或全字描紅功能時，未能得到預期中的回饋，造成使用上的困惑。也就是說受測者必須在習字區沒有任何書寫內容或未完成書寫內容的情況下，才能看到範字開關功能的回饋，且必須在範字功能開啟的前提下，才能進行逐筆描紅與全字描紅功能的切換（設定方式不夠簡明易懂，且不符合受測者預期的結果）。(c) 在逐筆描紅的設定下，受測者書寫完成一筆後，系統會自動顯示下一筆描紅，但有時候，卻發生受測者還沒寫完一筆畫就出現下一筆描紅的情況，造成受測者的困惑（系統偵測筆畫的靈敏度及回饋性問題）。(d) 在任務完成後的訪談中詢問受測者對四種書寫任務的偏好，有75%的受測者最喜歡逐筆描紅，認為逐筆描紅提示了筆畫書寫的順序，有助於書寫練習，但也有受測者持反對意見，認為這種方式會使人懶惰而不易記住正確的寫法，反而喜歡使用全字描紅或沒有描紅進行練習書寫。

範字是提供初學者更為直觀的指引，直接在書寫方格內提供淡色的漢字圖像供學習者進行描寫學習。中國傳統用來書寫範字的顏色為紅色，所以又稱為描紅，但是對於以外籍生為目標對象的習寫系統而言，紅色在不同文化背景所代表的意像可能不同，且學習者對色彩的偏好也不一樣，這部分應提供選擇權給學習者自行設定。另外，描紅做為一種漢字描寫的輔助，應該要隨著學習者熟練度的提升，將此輔助功能逐漸撤出，讓學習者最終在沒有描紅輔助的條件下，也能正確且美觀的書寫，才算達成學習的目標。因此，系統要如何判斷學習者的熟練度以及描紅撤出的方式，便值得細加討論了。本研究所測試的系統，分別提供了全字描紅及逐筆描紅二種選項，由學習者自行選擇切換，而非系統根據學習者的熟練程度，自動給予適當的練習輔助，且階層式的設定方式，造成受測者極大的困惑，可以說此部分的互動設計仍有改善的空間。

6. 評量功能的設計描述：在習字區下方提供「清除」與「評分」按鈕（圖3c）。在點選「評分」按鈕後，系統的回饋提

供工整分數（滿分100分）及筆畫順序是否正確的資訊，若學習者在生字的書寫比例上有問題，系統會提供文字說明，並在習字區用紅色框線標示學習者書寫的尺寸，同藍色框線標示範字的標準尺寸，或者是以箭頭指示生字位移的方向；若學習者犯了筆順的錯誤，則系統會提供文字說明，並在習字區用紅色標示錯誤的筆畫（圖3d）。

華語教師意見：「清除」與「評分」兩個功能按鈕所使用的「×○」圖示，若學習者看不懂上方的文字說明，可能會誤以為是錯誤與正確的意思，可以使用較直覺的圖示，例如「橡皮擦」來代表清除功能，或是使用文字說明，以避免對圖示意義產生理解上的分歧。此外，在教學過程中，若教師沒有特別要求學生注意漢字書寫的筆順，他們通常也不會特別在意，因此評分是一個很好的功能，可以檢查學習者書寫筆順的正確性與美觀性，但是，評分結果若是不正確，必須讓學習者知道哪裡不正確；若不美觀，則是哪裡有問題，並讓學習者可以理解這些資訊內容，以進行更正。另外，評分的分數可考慮採用「ABCDF」的方式來表示，因為98分、99分或100分，這種只有1、2分的差異其實沒有太大的意義。

受測者所呈現出來的使用性問題：(a) 當受測者在書寫過程中犯了一個以上的筆順書寫錯誤，系統僅會告知其所犯的第一個錯誤（評量的正確性）。(b) 系統僅對受測者書寫的工整度及筆畫順序進行評分，但受測者卻未意識到此二個為獨立評分項目，從而產生筆順正確但為何分數未滿分的疑惑（易理解性及清晰性的問題）。(c) 評分完成後，在習字區以紅色筆畫標示的筆順錯誤，受測者會在錯誤筆畫上，再次進行描寫，此為傳統紙筆練習訂正習慣的影響，而受測者認為已經訂正完成後，會再次點選評分按鈕，但系統並不會再次進行評分的動作（熟悉性問題）。若是系統未能處理此種訂正的習慣，則應在評分完成後，關閉習字區的書寫功能，避免受測者在系統顯示的錯誤筆畫上進行描紅的動作。(d) 系統所提供的文字回饋資訊，與習字區的回饋資訊不相鄰，無法直接聯想二者間的相關性（對應性問題）；且受測者多未意識到系統所提供的文字回饋資訊內容，可進行點選，以進一步檢視詳細內容（易理解性及清晰性的問題）。

評量是系統與學習者進行互動的重要依據，根據評量結果，提供適當的回饋並自動調整學習的方式，正是數位學習最理想的實現。正如教師在批改學生作業後，給予正確性及美觀性評價，甚至再次示範或做額外的解說，以協助學生修正其所犯的錯誤。針對學習過程所犯錯誤的立即性更正，會比養成錯誤習慣後的事後糾正，事半功倍。因此評量的正確性，對系統所提供的互動品質具正面的影響，

前面所討論的範字提供類型及撤除方式與評量的結果具有相依性，也就是說系統可以根據評量的結果來判斷學習者的熟悉程度，進而自動調整提供的示範類型並決定描紅撤出的速度。此案例之評量準確性，經實驗測試後發現仍存一些問題，例如，若受測者書寫過程發生了一個以上的錯誤，系統僅能偵測出第一個錯誤，其餘的皆被忽略；若受測者在書寫方格內按照筆畫順序書寫在錯誤的位置，則系統無法發現此錯誤等等，進而推測此案例之評量乃是判斷手寫筆畫的類型及順序是否與範字相同，因此無從發現多個筆順錯誤或位置錯誤之書寫問題。評量的正確性是漢字習寫系統據以調整與使用者互動的重要依據，對教育而言，提供錯誤的回饋資訊比不提供還要糟，在本研究調查的20個樣本中，僅此案例對使用者的「整體手寫結果」提供正確性評量，其餘的大多不提供評量功能，甚至連線上練習都沒有，由此可知手寫評量在系統設計上的困難度，然而它又是系統據以調整互動教學的重要參考依據，其重要性不可忽視。手寫評量不是選擇題或是非題形式的測驗，乃必須記錄使用者的手寫筆跡與順序，以分析筆畫類型、順序、方向及位置之正確性，匯整後給予一個整體評價，因此後續研究應先針對漢字習寫系統評量此議題，提出一個可行之方案。

除了上述六項與任務設計直接相關的優缺點外，受測者及華語教師都指出系統最好能依學習者的語言背景，提供不同的語言選擇，或至少提供英文或中英對照的版本，供學習者選擇切換。另外在系統版面配置及使用說明的設計上，也反應出一些問題與意見，分別說明如下：

1. 版面配置的設計描述：系統主選單佔了整個版面的1/4，在「寫字學習」頁面中，有兩個特別大但與「寫字學習」無關的「寫字測驗」、「寫字練習」按鈕。生字書寫示範區位於「寫字學習」頁面的上半部，中間為練習書寫區，最下方為生字列表。在練習書寫區中，習字區位於左半部，格線、範字的功能設定及評分回饋資訊位置右半部。

華語教師意見：選單與學習區域的比例不對，學習區域要大一點，而按鈕都太小了，對於視力不好的學生會過於吃力。另外，頁面上放置的資訊與圖片，應該要與學習內容相關，系統所放置的貓咪加油圖示，完全沒有必要。Najjar (1998) 指出多媒體的使用應該是支持學習內容的展現而非裝飾性的處理，增加無關的插圖非但不能提升學習，反而有可能降低學習成效。

受測者所呈現出來的使用性問題：(a) 受測者常進行任務的過程中，點選「寫字測驗」或「寫字練習」兩個功能按鈕，跳離「寫字學習」頁面，此兩個按鈕與實驗任務無相

關性，但因為按鈕擺放的位置及尺寸，容易吸引受測者的視線，進而嘗試該功能。(b) 「寫字學習」頁面一共有14個功能按鈕，但各按鈕的位置、形狀、顏色、尺寸都不一致，亦無法一眼就確認為可點選的功能按鈕，使用者透過在畫面上隨意點擊的方式，以確認哪些是可以點選的按鈕及其功能為何。一致性乃是系統的操作皆透過類似的方式，採用類似的元素完成類似的工作，好處是容易學會使用，使用者只需要學一種操作模式即可正確合理操作所有的功能 (Shneiderman & Plaisant, 2010)。(c) 受測者在點選評分功能後，若是右手書寫的人，回饋資訊會被手遮住，造成受測者以為沒反應而重覆點選評分功能。

改進建議：版面配置的比例與位置，應考量內容的重要性，並利用完形心理學的概念，將同類型的資訊放置在一起，同時按鈕的形狀、顏色與尺寸應該一致，可使系統對學習者更友善，降低初次操作上的障礙。

2. 使用說明的設計描述：在系統右上方提供「說明」的超連結，介紹每個按鈕的功能(圖1)。

華語教師意見：應提供使用訓練或說明操作的程序，協助學習者熟悉系統的操控方式，了解系統的功能，否則學習者在嘗試系統操作的過程中，可能會誤解、犯錯造成挫折，或因為沒耐心而放棄。

受測者所呈現出來的使用性問題：在實驗的過程中，受測者常不知道需要的功能在哪裡，或是不知道某一個按鈕的作用。

改進建議：可以利用一段簡單的系統介紹影片或參考App對初次使用系統者，所提供的系統指引，並提供「Help」來解決學習者可能碰到的問題。

此外，在實驗的過程中，可以觀察到一些有趣現象。一開始，受測者並不知道系統的評分功能會檢查筆畫書寫順序，而使用其習慣的書寫方式(可能包含筆順錯誤、方向錯誤或連筆錯誤)進行書寫，但在經過幾次書寫練習後，受測者開始注意並更正自己的錯誤筆順；在其意識到可能寫錯時，會先觀看生字示範筆順後再進行書寫。由於系統評分功能對受測者書寫的工整程度給予分數，因此受測者特別注意書寫的美觀，並主動重寫其認為不好看的字，直到滿意才進行評分；甚至對於書寫分數不滿意的漢字重新書寫，並要求記錄新的分數。由此可知，系統的評分功能對受測者練習書寫產生正面的激勵作用，受測者為了獲得良好的分數，會特別注意書寫時的筆順及美觀。

其中一位華語教師指出，筆畫書寫順序並不是學習書寫漢字的難點，通常學生在掌握一、二百個正確筆順的寫法後，



就不會產生太大的問題，反而重點在於如何讓學生有效率的學會並記住大量的生字。但是現在市面上這一類的系統，卻還是以筆順示範為主，最終還是要回歸到協助學生記住漢字怎麼寫，若他們真正學會寫一個字時，表示已經將這個字內化到他的知識結構中，因而可以立即把正確的字寫出來。有受測者反應，記住漢字的寫法很困難，因此他們必須透過不斷地練習書寫方能記住，但是若一段時間沒有練習，很容易再度忘記，這是練習寫字最困擾他們的地方。未來的漢字習寫系統，除了滿足前述所討論的種種互動設計目標外，若能解決此問題，必能為學習者帶來更大的學習效益。

對漢字習寫系統所欲滿足的學習目標而言，生字的筆順書寫示範僅是其中的一部分，更重要的是線上練習漢字書寫功能的提供，且系統能夠針對使用者的書寫結果進行評量，除了給予分數外，還要能指出其所犯的錯誤，供其進行訂正。事實上，外籍學生學習漢字書寫的難點，並不是正確筆順書寫的部分，而是如何記住漢字的寫法，並在任何時間都可透過「回憶」的方式書寫出來，這個部分將是未來漢字習寫系統互動設計的最大挑戰。

根據上述的研究結果，本研究認為漢字習寫系統除了應提供呈現媒介、書寫練習、格線、描紅、筆畫標註、播放控制、播放速度控制及顏色標記八項主要構成因素外（權重值高的更應優先提供），在互動設計上必需要考慮：1. 功能按鈕在外觀上的一致性，並使用能被理解的圖示，以及按鈕與互動目標的良好對應關係；2. 提供足夠的彈性，在系統預設值外，讓使用者也能自行調整學習的內容或呈現的方式；3. 減少功能控制的階層，將常用的功能放在主畫面上，不常用的功能則集中在功能設定頁面；4. 除了漢字書寫的示範教學外，系統也必須能對使用者手寫的練習結果進行評量，並提供適當的回饋資訊，甚至調整練習的模式；5. 提供各種語言介面供使用者設定，漢字的解釋內容也應適合使用者的程度；6. 適當且合理的版面配置，並提供調整的彈性。

最後，本研究提出一個新的漢字習寫系統之習寫介面設計與功能說明，以供參考（圖4）。為避免色彩偏好的影響，此範例除了使用的格線為紅色，以及表現分數的星星為黃色外，其餘皆以灰階呈現。系統的版面設定乃是以橫向平板電腦的螢幕解析度（1024×768）為基準，最上方包含了此系統的名稱及主選單（由左到右分別是「回到首頁、書寫練習及系統設定」三個功能按鈕），對於所選項目的按鈕，以反白呈現，同時告知使用者其所在之系統位置。漢字習寫區主要由三個部分所構成：習字列表、漢字資訊、漢字示範與漢字練習，每一部分間的分隔線上皆有一個方

向箭頭代表讓部分的收合方向，使用者可將暫時不需要的部分收合至最小，讓其餘部分有更大的顯示空間。系統的功能按鈕皆以圖示呈現，介面語言為英文，其餘分別說明如下：

1. 習字列表：最上方標題說明所練習的漢字歸屬於哪一個課程名稱，每一頁有5個漢字，以反白的方式呈現使用者目前正在學習的漢字，旁邊的五顆星，以實心的方式顯示使用者練習的最佳成績，若五顆星全為空心，代表該漢字尚未被練習過，最下方的圓點代表總頁數及所在頁數。

2. 漢字資訊：提供漢字的相關資訊，包含了筆畫數、部首、發音及解釋。部首旁的放大鏡按鈕，可將下方漢字示範的部分以不同顏色顯示該字的部首位置，例如：法，便在「讠」處以不同顏色呈現。列出漢字的所有發音，以反白的喇叭圖示按鈕代表目前所在的發音位置並顯示相關的解釋，對於其它的發音以靜音喇叭的圖示按鈕表示，若使用者點選第二個fa發音按鈕，該按鈕將呈現反白的喇叭圖示並發出fa音外，同時將第一個fa的按鈕圖示修改為靜音喇叭。由於漢字不同的發音有不同的意義，因此解釋的內容將呈現所在發音位置的簡要說明，若使用者需要更詳細的解釋，可點選旁邊的「+」圖示按鈕，以放大解釋視窗，顯示更多的資訊內容。

3. 漢字示範與漢字練習：在示範區提供了播放上一筆、播放下一筆、播放及重播按鈕（由左而右），其中若漢字正在書寫示範中，則播放按鈕會變成暫停按鈕供使用者隨時暫停漢字的書寫示範。在練習區則提供了垃圾筒圖示按鈕代表清除手寫資料，打勾圖示按鈕代表手寫完成進行評分。

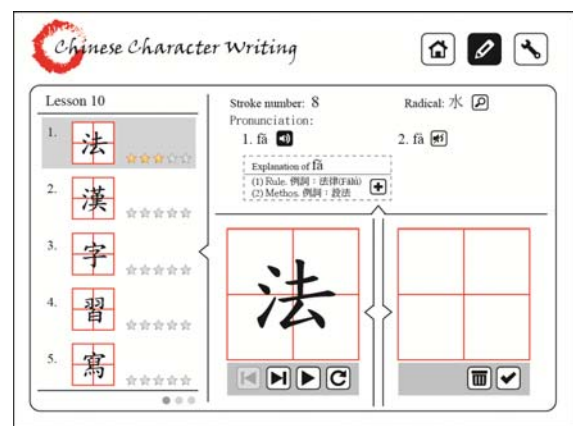


圖4 新漢字習寫系統之習寫介面設計

V. 結論與建議

使用性研究涵蓋的範圍極廣，本研究乃是針對漢字習寫系統之習寫功能介面進行探討，確定了真實使用者對漢字習寫功能之需求與感受。本研究雖然邀請了三種不同程度的外籍受測者參與系統測試，但在初級程度（視聽華語第一冊）之受測者中，便發現了八成以上的使用性問題，未來若需再次測試漢字習寫系統之使用性問題，可將參與測試之目標對象設定為外籍初學者，使測試評估的過程更有效率。此外，由於參與本次實驗受測者來源為臺中某華語中心之學生，參與之人數、文化背景及中文程度等外在變數差異過大，因此並未探討文化背景與漢字習寫系統互動偏好間的相關性，未來若能對外在變數進行控制，則可進一步探討二者間的相關性問題。此外，本研究之使用性測試並未評估受測者對字型、文字尺寸、按鈕尺寸、圖示意義、顏色偏好、版面編排等因素進行探討，事實上有不少研究者探討這類視覺設計的使用性問題可供參考 (Moyes & Jordan, 1993; Barber, & Badre, 1998; McDougall, Curry & Bruijn, 2001; Dandekar, Raju & Srinivasan, 2003)。由本次實驗過程產生幾個未來可進一步研究的議題，包含了格線類型對不同漢字結構在習寫效率上的影響，系統是否能自動根據漢字結構提供不同的格線；如何對使用者的手寫資料進行準確的評量，以提供正確的回饋給使用者；在能正確評量使用者手寫資料的前提下，除了傳統全字描紅與逐筆描紅外能進一步提供哪些類型的習寫模式，而這些模式對學習效益的影響。

在互動設計的基本原則下，漢字習寫系統的設計除了討論使用者與介面的互動外，也要考慮與學習內容的互動，加上此系統的目標對象來自於不同文化背景的不同程度學習者，因此在系統預設值外，也提供足夠的彈性讓使用者自行設定所需的功能或內容，將是一個較友善，也較能符合大部分使用者需求的解決方案，而系統所使用的圖示及對應關係，需符合使用者的心智模式。

本研究採用一致性、可控制、可預測、回饋性、協助、易理解、美感、教材適合性、清晰、彈性、熟悉性、簡明易懂，這十二項設計原則來評估習字e筆通的使用性，習字e筆通乃是調查現有20個樣本中，於漢字習寫構成因素及使用性此二大構面中，整體表現最佳的個案，即便如此，透過任務的實驗測試仍發現許多使用性上的問題。本研究除了分析此系統的績效外，並將經過編碼歸納出來的使用性問題分成六大部分進行討論，分別是發音與破音字功能的设计、播放控制的设计、解釋內容的设计、格線功能的设计、範字功能的设计及評量功能的设计，在其中除了描述華語教師意見及受測者呈現出來的使用性問題外，也對該

設計進行整體性的討論。最後為未來的漢字習寫系統提出一些設計建議外，也提出一個新的漢字習寫功能的介面設計供參考。

誌謝

本研究部分經費承蒙國科會專題編號NSC 101-2410-H-224-019 -MY2之計畫補助，特此誌謝。

參考文獻

- 江新, 2005, 針對西方學習者的漢字教學：識寫分流、多識少寫，對外漢語教學的全方位探索，商務印書館，北京，392-401。
- 李佳穎, 2009, 中文識字的認知與神經基礎，基礎教育學報，第18卷，第2期，63-85。
- Alsumait, A., and Al-Osaimi, A., 2010, Usability heuristics evaluation for child e-learning applications. *Journal of Software*, 5 (6), 654-661.
- Ardito, C., Costabile, M. F., De Marsico, M., Lanzilotti, R., Levialdi, S., Roselli, T., and Rossano, V. (2006). An approach to usability evaluation of e-learning applications. *Universal Access in the Information Society*, 4 (3), 270-283.
- Barber, W., and Badre, A., 1998, Culturability: The merging of culture and usability. *Proceedings of The Fourth Conference on Human Factors and the Web*, Basking Ridge, NJ. Retrieved March 16, 2015 from <http://zing.ncsl.nist.gov/hfweb/att4/proceedings/barber/>
- Barzegar, S., Shojafar, M., and Keyvanpour, M.R., 2010, Improvement user interface in virtual learning environment. *International Journal of Digital Society* 1(3), 21-29.
- Benyon, David, Turner, P., and Turner, S., 2005, *Designing interactive systems: People, activities, contexts, technologies*. Harlow, England: Addison-Wesley.
- Chen, G.S., Jheng, Y.D., and Lin, L.F., 2007, Computer-based assessment for the stroke order of Chinese characters writing. In: *The Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, Kumamoto, Japan.
- Chen, G.S., Yao, H.C., and Jheng, Y.D., 2008, On-line Assessment for the Stroke Order of Chinese Characters Writing. In: *16th International Conference on Computers in Education, Workshop Proceedings: Supplementary Proceedings of ICCE2008*, 132-138.
- Dandekar, K., Raju, B.I., and Srinivasan, M.A., 2003, 3-D finite-element models of human and monkey fingertips to investigate the mechanics of tactile sense. *Journal of Biomechanical Engineering*, 125, 682-691.
- Evans, C., and Sabry, K., 2003, Evaluation of the interactivity



- of Web-based learning systems: Principles and process, *Innovations Education and Teaching International*, 40(1), 89-99.
- Feldman, L.B., and Siok, W.W.T., 1997, The role of component function in visual recognition of Chinese characters. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(3): 776-781.
- Gamage, G.H., 2003a, Issues in Strategy Classifications in Language Learning: A Framework for Kanji Learning Strategy Research. *ASAA e-journal of Asian linguistics & language teaching*, 5.
- Gamage, G.H., 2003b, Perceptions of kanji learning strategies: Do they differ among Chinese character and alphabetic background learners? *Australian Review of Applied Linguistics*, 26(2): 17-31.
- Hirumi, A., 2006, Analysing and designing e-learning interactions. *Interactions in online education*, Eds. by Charles Juwah, 45-69.
- Hu, S., 2003, Teaching Chinese to English Background Primary School Students. *International Education Journal*, 4(1): 60-69.
- ISO DIS 9241-11, 1996, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT)s - Part 11 Guidance on usability.
- Jin, H.G., 2006, Multimedia effects and Chinese character processing: An empirical study of CFL learners from three different orthographic backgrounds. *Journal of the Chinese Language Teachers Association*, 41(3): 35-56.
- Lam, H.C., 2011, A Critical Analysis of the Various Ways of Teaching Chinese Characters. *Electronic Journal of Foreign Language Teaching*, 8(1): 57-70.
- Lam, H.C., Ki, W.W., Chung, A.L.S., Ko, P.Y., Lai, A.C.Y., Lai, S.M.S., Chou, P.W.Y., and Lau, E.C.C., 2004, Designing learning objects that afford learners the experience of important variations in Chinese characters, *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(2): 114-123.
- Lam, H.C., Ki, W.W., Law, N., Chung, A.L.S., Ko, P.Y., Ho, A.H.S., and Pun, S.W., 2001, Designing CALL for learning Chinese Characters. *J. Computer Assisted Learning*, 17: 115-128.
- Lam, H.C., Pun, K.H., Leung, S.T., Tse, S.K., and Ki, W.W., 1993, Computer-Assisted-Learning for Learning Chinese Characters. *J. Communications of COLIPS: An International Journal of Chinese and Oriental Languages Information Processing Society*, 3(1): 31-44.
- Law, N., Ki, W.W., Chung, A.L.S., Ko, P.Y., and Lam, H.C., 1998, Children's stroke sequence errors in writing Chinese characters. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 10: 267-292.
- Leacock, T. L., and Nesbit, J. C., 2007, A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. *Educational Technology & Society*, 10 (2), 44-59.
- Longcamp, M., Boucard, C., Cilhodes, J.C., and Velay, J.L., 2006, Remembering the orientation of newly learned characters depends on the associated writing knowledge: A comparison between handwriting and typing. *Human Movement Science*, 25: 646-656.
- Mack, R. L., and Burdett, J.M., 1992, When novices elicit knowledge: Question-asking in designing, evaluating and learning to use software, In *The Psychology of Expertise: Cognitive Research and Empirical AI*. Springer-Verlag, New York, 245-268.
- Mangen, A. and Velay, J.L., 2010, Digitizing Literacy: Reflections on the Haptics of Writing, *Advances in Haptics*, eds. by Mehrdad Hosseini Zadeh, ISBN: 978-953-307-093-3.
- McDougall, S.J.P., Curry, M.B., and de Bruijn, O., 2001, The effects of visual information on users' mental models: An evaluation of pathfinder analysis as a measure of icon usability. *Int. J. Cogn. Ergonom.* 5, 59-84.
- Moyes, J., and Jordan, P.W., 1993, Icon design and its effect on guessability, learnability and experience user performance. In J.D. Alty, D. Diaper & S. Guest (Eds.), *People and Computers VIII*. Cambridge: Cambridge University Society.
- Najjar, L. J., 1998, Principles of educational multimedia user interface design. *Human Factors*, 40(2): 311-323.
- Nielsen, J., Molich, R., 1990, Heuristic evaluation of user interfaces, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Empowering people*, 249-256, April 01-05, 1990, Seattle, Washington, United States.
- Nielsen, J., 1993, *Usability Engineering*, United Kingdom edition, Academic Press LTD.
- Nielsen, J., 1994, Enhancing the explanatory power of usability heuristics, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: celebrating interdependence*, 152-158, April 24-28, Boston, Massachusetts, United States.
- Norman, D., 1988, *The Design of Everyday Things*. New York: Basic Books.
- Ow, S.H., Aghili, O., and Yee, T.G., 2010, A Review on Information Assimilation Tools. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences*, 2(2): 90-98.
- Quinn C, Alem L, and Eklund J., 1999, A pragmatic evaluation methodology for an assessment of learning effectiveness in instructional systems. In S Brewster, A Cawsey & G Cockton (Eds.) *Human-Computer Interaction INTERACT99 (Vol. II)*. British Computer Society,

- UK. 55-56.
- Reeves, T. C., Benson, L., Elliot, D., Grant, M., Holschuh, D., Kim, B., Kim, H., Lauber, E., and Loh, S., 2002, Usability and instructional design heuristics for e-learning evaluation. ED-MEDIA 2002: Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. Denver: June 24-29. 1615–1621.
- Shackel, B., 1990, Human factors and usability. In J. Preece and L. Keller (eds.), *Human-Computer Interaction: Selected Readings*. London: Prentice Hall, 27-41.
- Shen, H.H., 2004, Level of Cognitive Processing: Effects on Character Learning Among Non-Native Learners of Chinese as a Foreign Language, *Language and Education*, 18(2): 167-182.
- Shen, H.H., 2005, An investigation of Chinese-character learning strategies among non-native speakers of Chinese. *System*, 33: 49-68.
- Shneiderman, B. and Plaisant, C., 2010, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human Computer Interaction*. (5th ed.) Reading, MA: Addison-Wesley.
- Ssemugabi, S., and de Villiers, M. R., 2010, Effectiveness of heuristic evaluation in usability evaluation of e-learning applications in higher education. *South African Computer Journal*, 45, 26-39.
- Sung, K.Y. and Wu, H.P., 2011, Factors influencing the learning of Chinese characters, *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 14(6): 683-700.
- Taft, M., and Chung, K., 1999, Using Radicals in Teaching Chinese Characters to Second Language Learners. *Psychologia*, 42: 243-251.
- Tan, L.H., Spinks, J.A., Eden, G.F., Perfetti, C.A., and Siok, W.T., 2005, Reading depends on writing, in Chinese. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 102(24): 8781-8785.
- Wang, J., Spencer, K., and Xing, M., 2009, Metacognitive beliefs and strategies in learning Chinese as a foreign language. *System*, 37: 46-56.
- Wang, S.K., and Yang, C. C., 2005, The interface design and the usability testing of a fossilization web-based learning environment. *Journal of Science Education and Technology* 14, 305-313.
- Yan, X., Fan, Y., Di, Z., Havlin, S., and Wu, J., 2013, Efficient Learning Strategy of Chinese Characters Based on Network Approach. *PLoS ONE* 8.8.
- You, M., Xu, Y.J., and Chin, C., 2011, On Interactive Interfaces for Learning Chinese Character Writing Online. *Universal Access in Human-Computer interaction. Applications and Services Lecture Notes in Computer Science*, 6768, 652-661.
- Zaharias, P., and Polymenakou, A., 2009, Developing a usability evaluation method for e-learning applications: Beyond functional usability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 25(1), 75–98.

Received 3 November 2014
Revised 20 May 2015
Accepted 2 January 2015



附件一

漢字習寫系統之互動設計品質評估量表

您好，

本研究主要目的在於對現有之漢字習寫系統進行評比，請根據提供的樣本網站進行觀察與試用，然後按照您對描敘項目的同意程度給予評價。若該樣本未提供描敘項目所指稱之內容，請勾選N/A，謝謝您的合作。

一、樣本編號

- N1 N2 N3 N4 N5 N6 N7 N8 N9 N10
 N11 N12 N13 N14 N15 N16 N17 N18 N19 N20

二、系統功能

1. 書寫練習	書寫練習的類型	<input type="checkbox"/> 線上書寫練習 <input type="checkbox"/> 以上皆無	<input type="checkbox"/> 下載表格練習
	可選擇書寫練習的類型	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	書寫練習提供多種的練習模式選擇	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	書寫練習的各練習模式進行外觀與呈現方式的設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	書寫練習設定的更改可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
2. 呈現媒介	呈現媒介包含的種類	<input type="checkbox"/> Flash動畫 <input type="checkbox"/> 以上皆無	<input type="checkbox"/> 影片 <input type="checkbox"/> 圖片
	可以選擇教學內容的呈現媒介	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	可以調整呈現媒介的尺寸	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	呈現媒介的控制可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
3. 播放控制	播放控制的類型	<input type="checkbox"/> 連續筆畫播放 <input type="checkbox"/> 以上皆無	<input type="checkbox"/> 單一筆畫播放
	可選擇播放控制的類型	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	提供的播放控制功能	<input type="checkbox"/> 播放 <input type="checkbox"/> 暫停 <input type="checkbox"/> 停止 <input type="checkbox"/> 重播	
4. 播放速度	播放速度控制的類型	<input type="checkbox"/> 筆畫播放速度 <input type="checkbox"/> 生字播放間隔時間 <input type="checkbox"/> 以上皆無	<input type="checkbox"/> 筆畫播放間隔時間
	可調整播放速度	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	播放速度設定的更改可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
5. 格線	提供的格線種類	<input type="checkbox"/> 空白格 <input type="checkbox"/> 井字格	<input type="checkbox"/> 十字格 <input type="checkbox"/> 米字格
	可選擇呈現格線的種類	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	可針對格線外觀進行設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	格線的控制可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
6. 筆畫標註	筆畫標註的類型	<input type="checkbox"/> 標示筆畫編號 <input type="checkbox"/> 標示筆畫書寫方向 <input type="checkbox"/> 以上皆無	<input type="checkbox"/> 標示筆畫起點位置
	可選擇筆畫標註的類型	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	
	可針對筆畫標註的外觀與呈現方式進行設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	

	筆畫標註的更改可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
7. 顏色標記	顏色標記的類型	<input type="checkbox"/> 標示部首 <input type="checkbox"/> 標示目前筆畫 <input type="checkbox"/> 以上皆無
	可選擇顏色標記的類型	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
	可針對顏色標記的外觀與呈現方式進行設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
	顏色標記的更改可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
8. 描紅	描紅呈現的方式	<input type="checkbox"/> 實心底字 <input type="checkbox"/> 空心底字 <input type="checkbox"/> 以上皆無
	可選擇描紅呈現的方式	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
	可針對描紅的外觀進行設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
	描紅設定的更改可隨時回復預設設定	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No

三、使用性評估

		非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非 常 不 同 意	N/ A
1. 整體呈現	平台具有整體的美感並提供視覺舒適的設計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	提供適當的教材內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	對功能、位置、操作方式、色彩、圖片等進行一致性的規範	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	使用學習者熟悉的介面隱喻	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	針對不同學習程度與需求提供適當的教材內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	對功能操作提供適當的指導與說明	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	對動作操弄結果的預測符合預期	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	介面環境簡單可減輕學習者的記憶負擔	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 書寫練習	書寫練習控制功能的操控方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	書寫練習控制功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	書寫練習控制功能的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	書寫練習的成果可被評估	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 呈現媒介	呈現媒介的尺寸恰當程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	呈現媒介的解析度能清晰辨識訊息內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	呈現媒介使用的色彩可清晰地辨識訊息內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	動態呈現媒介播放流暢程度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	呈現媒介的訊息內容容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	呈現媒介的操控方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	呈現媒介的操控功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	動畫媒介的筆畫呈現符合真實書寫邏輯	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	影片媒介的拍攝角度恰當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	呈現媒介的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



		非常 同意	同 意	普 通	不 同 意	非 常 不 同 意	N/ A
4. 播放控制	播放控制功能擺放的位置恰當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放控制功能的呈現尺寸恰當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放控制功能的操控方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放控制功能使用的符號意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放控制功能的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 播放速度	播放速度控制功能擺放的位置恰當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放速度控制功能的呈現尺寸恰當	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放速度控制功能的操控方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放速度控制功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	播放速度控制功能的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 格線	格線所使用線條的粗細能清晰地提供學習輔助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	格線所使用線條的色彩不妨礙對示範例字的主體觀察	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	格線設定的操控方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	格線設定功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	格線設定的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 筆畫標註	筆畫標註所使用的色彩可清晰地辨識訊息內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	筆畫標註的標記位置恰當可清晰地辨識訊息內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	筆畫標註的尺寸恰當可清晰地辨識訊息內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	筆畫標註資訊不妨礙對示範例字的主體觀察	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	筆畫標註的設定方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	筆畫標註設定功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	筆畫標註設定的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. 顏色標記	顏色標記所使用的色彩不妨礙對示範例字的主體觀察	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	顏色標記的設定方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	顏色標記設定功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	顏色標記設定的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. 描紅	描紅所使用色彩不妨礙對示範例字的主體觀察	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	描紅設定的操控方式容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	描紅設定功能所代表的意義容易理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	描紅設定的每個動作都可立即得知動作結果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

USABILITY EVALUATION OF CHINESE CHARACTER WRITING SYSTEMS: A CASE STUDY IN XI-ZI-E-BI-TONG

Shang-Chia Chiou, Yu-Jie Xu, and Manlai You

Graduate School of Design
National Yunlin University of Science and Technology
Yunlin, Taiwan 64002, R. O. C.

ABSTRACT

Chinese characters are the basis of learning Chinese, and Chinese is becoming more popular in the world. People that are interested in learning Chinese can search for free resources on the Internet. However, the learning system of poorly interactive will disperse limit energy of learners in the system operation, and full of frustration. This study will explore the interactive design of a Chinese character writing system to understand the shortcomings of the existing systems design, and then discuss ways to make the system more user-friendly and enhance the efficiency of learning Chinese characters. First, this study investigates 20 existing popular Chinese character learning systems with an interactive design quality assessment scale to check these systems' functions and the advantages or disadvantages of each one on usability. Then, a better performing sample system, Xi-Zi-e-Bi-Tong, was selected as a case for further study. This study asked foreign students to participate the user testing and interviews with Chinese teachers to test use this system, and discussed the usability in this case. After analysis of the video recordings of subjects and the comments from the interviews, we next discussed the advantages and disadvantages of this system with respect to interactive design principles. The results show that the current user interface design of a Chinese character writing system should consider the needs of learners from different backgrounds, and thus the system should provide higher flexibility and controllability for the users to adjust the system to their own learning style. In addition, the metaphor of icons, the mapping between buttons and interactive objectives, the consistency of the interface design, and the assessment and feedback of handwriting, should all be taken into consideration for future redesign of new Chinese character writing systems.

Keywords: Chinese character writing system, interaction design, interface design, usability

