

平面設計過程中使用傳統工具與電腦工具的草圖行為研究

陳慧霞*¹ 游萬來**

* 國立雲林科技大學設計研究所
e-mail:g9130819@yuntech.edu.tw

** 國立雲林科技大學設計研究所
e-mail:younm@yuntech.edu.tw

(收件日期:95年01月04日;接受日期:95年12月30日)

摘要

近幾年,電腦工具的運用影響與改變了設計行為。雖然,有相當多的研究針對電腦輔助設計(CAD, computer aided design)工具的系統開發與應用進行探討,但電腦輔助概念設計(CACD, computer aided conceptual design)上的研究卻顯得相當不足,加上設計人員的草圖行為與視覺思考,的確會因概念構想階段時所使用的工具不同有很大的影響。故就兩人研究議題的整合性來看,確實有相關研究文獻是目前所不足的地方,尤其是在平面設計領域更加貧乏。所以針對平面設計人員在概念構想階段時使用傳統工具(紙與筆)與電腦工具的草圖行為差異性研究進行詳細的探討與分析。本研究的目的是:(1)提出一個結合量化分析與質性分析的工具有關研究方法,來解構與評估平面設計人員使用傳統工具與電腦工具,進行概念構想時的草圖行為的構想過程與構想成果的差異性比較;(2)了解平面設計人員如何藉由不同工具的使用來呈現構想過程與構想成果,並發掘具創造性的構想過程與找出最佳的構想創意;(3)作為電腦輔助概念設計(CACD)系統工具的開發與應用時的參考依據;(4)除此之外,本研究透過實證研究與影音回溯法(video/audio retrospective protocols),加上量化統計的分析,發現解構草圖行為的2個構面與6項指標,包含構想過程(process)與構想成果(output);(5)在質性的研究結果與現象本質上,發現概念構想階段時使用傳統工具比使用電腦工具有較佳的草圖行為表現,包含草圖數量較多、草圖獨特性較高、思考流暢度較佳、產生較多的問題解決方案、較佳的構想搜尋模式等等。同時,本研究的結論也對平面設計領域的電腦輔助概念設計(CACD)的開發與運用有很大的助益。最後,藉由本研究提出的草圖行為特徵指標,提出一種兼具量化、質性、系統、歸納等特性的衡量工具有關方法,來輔助記錄和解構平面設計人員使用不同工具下的草圖行為表現。

關鍵詞:草圖行為、概念設計、傳統工具(紙與筆)、電腦工具

一、前言

¹ 亞洲大學資訊與設計學系

草圖是概念設計階段中重要且不可或缺的部分[7, 21, 27]。設計師大量利用手繪的草圖來表達構想，並將其視為一種重要的概念設計時，與他人進行溝通設計構想的方法。草圖不僅被設計師快速產生出來說明概念設計初期的構想，同時，設計師也透過草圖，嘗試去定義、了解、與解決設計的問題。早在 15 世紀時，設計師就利用手繪草圖來呈現設計初期的概念構想[19]，然而隨著新工具—電腦的產生，電腦輔助設計 (CAD, computer aided design) 便對傳統設計產生很大的衝擊，進一步也影響了設計師的設計過程與設計思維，設計研究的新領域也隨之被打開，如型態文法 (shape grammars) [11, 35, 36]、專家系統 (expert systems)[20]、設計知識系統 (knowledge-based systems) [22]等，但大部分的研究主要還是局限在設計過程中的後期階段，直到近幾年，電腦輔助概念設計 (CACD, computer aided conceptual design) 的議題才漸漸開始被注意到，如 Van Dijk (1995)[41]嘗試依據設計初期概念構想階段的需求，開發並提出一種快速造型設計 (FSD, fast shape design) 的 CAD 軟體系統工具類型，讓工業設計師能在概念設計階段利用此系統進行草圖行為；Elsas & Vergeest(1998)[10]進行探討電腦輔助概念設計 (CACD) 階段所需的功能與特點為向，並提出電腦輔助概念設計 (CACD) 的系統軟體工具模型等，以上這些研究皆嘗試針對在電腦輔助概念設計下的草圖行為進行研究探討。

目前大部分的研究仍著重在以手繪草圖作為分析設計行為的媒介，很少有針對利用電腦工具進行草圖行為的分析研究，並比較傳統工具與電腦工具對草圖行為的影響與差異。原因是手繪草圖被大多數的設計師視為是設計思考的主要媒介，而電腦工具所產生的草圖被認為無法協助進行概念構想設計時的創造力 [10, 42]。但是也有研究者提出不同的看法，如 Madrazo (1999)[24] 提出，利用電腦所產生的視覺呈現有助於設計人員對造型的瞭解，並且有助於視覺思考；Marx(2000)[25]也指出，電腦工具所產生的精密具寫實的視覺成果與立即的視覺呈現，比傳統工具更能加速設計人員在腦中進行圖像的產生。但無論如何，這些研究事實都顯示出設計人員利用電腦工具進行概念設計時，其設計思考與草圖行為的確與使用傳統工具時有所不同，此一結果與 Bilda & Demirkan [3]等人的推論相同。

除此之外，從文獻探討中也可以發現，無論是對草圖行為過程的探討、評估創意構想產生的工具、紀錄概念構想過程的系統化方法、或電腦輔助概念設計 (CACD) 等相關議題，皆以建築設計與工業設計領域為主 [33, 41]，但實際上，在設計實務中，卻發現有比其他設計領域更高比例的平面設計人員直接使用電腦工具進行概念構想設計，卻顯少有相關研究探討平面設計人員進行電腦輔助概念設計 (CACD) 的草圖行為。因此，本研究將針對平面設計領域，進行目前所欠缺的研究，就是解開平面設計人員在使用的不同工具進行概念構想設計時，其草圖行為、設計思考、設計成果、以及採用的概念構想的搜尋模式等方面有何不同？以及電腦工具是否影響構想設計的產生成果等議題，並試圖找出草圖行為過程中的主要特徵，來詳細剖析不同工具對設計草圖行為活動的影響，並評估其創意構想產生與找出紀錄概念構想過程的系統化方法。最後，針對平面設計領域的草圖行為活動提出一套系統且量化的衡量工具與方法。自此，本研究先就草圖行為、概念設計、電腦工具、概念構想的搜尋模式與圖像符號等文獻進行探討。

1-1 概念設計與草圖行為

概念設計本身可說是一種在設計初期對定義欠明的設計問題所作的闡述過程，也是設計師在進行細部設計之前，透過初期的設計篩選工作，來找尋最佳構想的方法。因此，概念設計階段中所構想產生出來的草圖，是由設計師透過設計篩選後，結合定義良好的設計問題與最佳的設計解決方案而成的。所以，概念設計的首要目標是對設計問題有通盤的了解，並能提出精確的解說來闡述設計問題。

在概念設計階段，設計師不斷在尋求各種方法開發創新的構想來滿足設計的規格與標準。同時，設計師利用以往對產品的知識與經驗，來開發新的構想或延伸現有的構想。然而概念設計階段的第一步，就是確認構想是否能符合設計的規格與標準。因此，在概念設計階段中，設計師透過解析構想的過程，來發揮創造力，產生創新且新穎的構想。

在概念設計過程中，草圖行為被視為是一種直接的動作，且大部分的設計師認為，手繪草圖對概念設計的初期階段是相當重要的。草圖行為是一種構想實現的語言，也是一種將設計師腦中的構想轉換成具體可見的圖像的過程，在過程中透過手眼間的互動合作，在紙上構想產生草圖。

沒有完整結構且含糊不清的草圖，與概念設計階段有著相當密切的關係。設計師認為草圖與創新和創造力有相關[29]，因為概念設計階段通常具有不準確性與隨時可轉換目標的特性[26]。在概念設計階段，草圖廣泛地被用來表達構想設計，甚至有時候被看作是設計動作中的反思(reflection-in-action)[31]。Schön [31]在1983年提出，透過草圖行為，設計師快速地在紙上嘗試各種構想，並利用草圖及其特性建構出一個意想不到的虛擬世界(virtual world)。除此之外，Schön [31]也注意到草圖行為是屬於自發性的行為，並發現草圖上的線條筆觸的穩定性，可作為未來設計時進一步的評估使用。

因此，草圖的目標即是與設計師腦海中浮現的想像畫面，進行具體化的溝通，並利用視覺化的圖像方式呈現，稱為草圖行為。值得注意的是，目前有很多的研究議題，關注到草圖的概念性與草圖的目的性，並討論是否利用電腦工具作為輔助媒介，以及如何利用電腦工具進行草圖行為等研究議題，但卻顯少有研究分別針對使用電腦工具與傳統工具的草圖行為活動與構想成果有何不同進行探討。此外，在概念設計階段中，大部分的活動都是以想像為基礎，如果能夠被具體化，研究者就可以找出幫助與加強構想產生過程的工具與方法，進而探討這個模糊且具想像力的階段與過程，並可作為開發電腦輔助概念設計(CACD)時的參考依據。因此，目前的確需要具有系統化且量化的衡量工具與方法，來解構設計人員利用傳統工具或電腦工具進行概念構想設計時的草圖行為。

2-1 設計者與媒材工具之間的互動過程

Schön & Wiggins [32]於1992年提出了設計思考的「看—動—看」理論模型，認為設計是一種設計者與媒材工具之間對話的過程 (design is a reflective conversation with materials)，設計者運用不同類型的看：對紙上的圖形進行視覺上的理解 (literal visual apprehension of marks on a page)、對設計品質進行鑑賞性的判斷 (appreciative judgments of quality)、以及對空間型態的瞭解 (apprehension of spatial gestalt)，透過繪畫的行為，產生了設計方案的改變，並經由再次的「看」到所畫的圖形，完成了一個設計思考的循環，得以進行下一個設計階段 (圖1)。

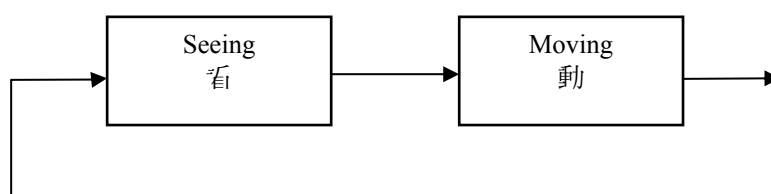


圖1 Schön [32] 的「看—動—看」模型

此外，「看—動—看」理論模型中的「動」具有兩種意義，一種是圖形配置上的改變 (a change in configuration)，這種圖面上設計狀態的改變，可分為已完成的轉變 (an accomplished transformation) 或是由原有圖形轉變到另一個圖形的過程 (a shift from one drawn configuration to another)。另一種則是指繪畫的動作 (the act of drawing by which the transformation is made)，即在紙上所進行描繪線條或記錄文字的具體外在行為，包含下列動作：創造新的圖形、修改已有的圖形、重新描繪圖形、畫符號以及寫文字符[38]。

然而，電腦工具大量介入設計後，建築與工業設計研究領域開始探討電腦工具在設計行為與設計思考上的影響。一些電腦工具的認知研究亦透過對工具本身的特性與設計人員使用傳統工具時設計行為的解釋，來建構設計人員的設計思考模型並將之應用於電腦輔助設計 (CAD) 上。例如，Herber (1993) [18]藉由分析傳統工具的特性，提出未來 CAD 系統發展的方向，例如提高圖像的模糊性、增加模型的精緻

度、重新組合、考慮草圖與前後脈絡之關係、改進設計介面、強化的記憶功能來儲存設計過程中遺失的資訊、加強想像的虛擬操作、座標定位的選定以及增進繪圖的速度等功能；Hanna & Barber (2001) [17] 則透過使用單一電腦工具為設計的實驗發現，電腦從傳統設計中的「草圖到構想」(sketching—concept) 的思考方式，轉變成不需經由草圖階段，而直接由「思考到構想」(thinking—concept) 的思考模式，證實了電腦工具的使用對設計認知、創造力及直覺、光線模擬、日照的分析、早期階段概念的構成將有所幫助；Won (2001) [43] 的研究發現，由於電腦螢幕的視覺呈現特性，使得設計者在使用電腦工具時，更容易進行想像 (image)、以及看成像 (seeing as)，以及會注意焦點的轉移後傾向持續在更深的細節來發展的行為，同時也說明了使用電腦工具作為構想發展的工具有效的；就電腦工具的特性而言，Wong (2000) [44] 的研究指出，使用電腦工具於構想發展的階段時，設計思考的思維模式會因為電腦工具「操作」的特性而形成「概念、形象、操作」三者之間的循環。Chen (2000) [6] 除了肯定使用電腦工具發揮創造力的可能性外，並進一步地提出電腦工具創造力「評鑑、操作、知覺」的初步循環模型，說明了使用電腦工具的設計人員的創造力產生於評鑑、操作、知覺交互循環的不同機制中。

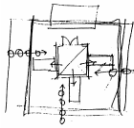
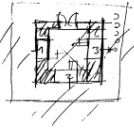
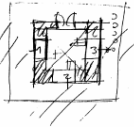
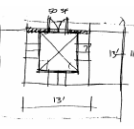
上述的研究證實設計的過程受不同媒材工具的影響，與進行電腦工具的探討以及優缺點，但卻沒有人提出一具系統且量化的方式進行分析草圖行為，並將構想過程與構想成果相互比較，以及透過質性的觀察，找出草圖行為的現象本質，除此之外就平面設計領域而言，探討設計思考與草圖行為的相關研究更是欠缺，以及草圖行為與不同媒材工具間的關係是否與建築、工業設計領域所研究的結果與現象相同等議題。因此，本研究針對平面設計人員使用傳統工具與電腦工具的不同草圖行為進行探討，並提出評估平面設計人員的草圖行為的工具與方法。

1-3 設計思考轉換的型態

手繪的草圖行為是從概念設計活動典型的表現，通常藉由這樣的活動能夠產生大量且豐富的草圖。有些草圖並不是在直覺下思索過後的結果，反而是先進行精密思考前所產生的結果。因此，設計師的草圖通常不僅紀錄構想，更重要的是，幫助設計師產生構想。加上草圖被視為是一種視覺的思考，所以，草圖行為的主要目標是否幫助設計師找出有助於創造新穎構想的線索。設計師透過一連串快速的草圖，反復循環進行圖像的轉換，發現有一個草圖都有可能刺激設計師心中其他更多構想的產生，進而再反復轉換的過程發展中將構想漸漸具體化。然後，這樣的過程讓設計師透過不斷地修正來產生構想。設計師不僅利用草圖與他人進行溝通，還利用草圖作為明確且簡單的個人認識方式。然而，快速地轉換圖像而產生的草圖行為，的確對設計有所幫助且重要。

Goldschmidt [15] 在 1991 年提到，在草圖行為過程中，設計師透過看成像 (see as) 以及看到 (see that) 的視覺思考，重新詮釋並找尋現有圖形的關連或特徵，藉以刺激心中的圖像，引發更具創意的聯想。Goel (1995) [14] 更進一步依據概念設計中所產生的操作，發現並定義草圖行為的動作，分別稱為水平思考與垂直思考 (表 1)。從一個想法轉入其他任何一個想法稱為水平思考，相反的，對同一個想法進行更細部且明確的構想稱為垂直思考。

表 1 水平與垂直思考轉換的範例 [14]

水平(擴散)		垂直(收斂)	
			
圖 A	圖 B	圖 B	圖 C

Goel (1995) [14] 認為，手繪草圖具有語句構造的、語義的、或模糊的特質，並在問題解決的創造性與探險性中，扮演著重要的角色。透過水平思考的轉換，草圖對進行創意性、探索性、與開放性的問題解決過程，有很大的幫助。如同 Garner [12] 所強調的，草圖是概念設計過程中圖像的呈現與建構，然而草圖對設計活動重要的原因是，一方面草圖擁有具體化的特性，另一方面草圖的模糊性刺激了圖像的再詮釋，避免設計初期產生構想僵化的現象。因此，本研究將採用 Goel [14] 所提的水平垂直思考轉換，來進行分析與追蹤平面設計人員使用傳統工具或電腦工具進行概念設計時的草圖行為。

1-4 構想產生的搜尋模式

根據有關創造力與設計的研究結果[7,16,28,30]，發現有構想設計的活動中包含兩個步驟：一是擴散，二是收斂（圖2）[23]。許多研究都支持利用擴散與收斂兩個步驟來說明初期概念設計的活動。例如，Cross (1994) [7] 發現，設計過程具有收斂的特徵，但在設計過程中也結合了深思熟慮的擴散步驟來擴展新構想的搜尋空間（圖3）。當搜尋空間的廣度到達巔峰後，接續的是慢慢地進行收斂活動的設計過程。此外，Pugh [28] 強調，最佳構想的產生是透過漸進式概念構想的產生與評估執行而來的，圖4呈現問題解決方法隨著擴散與收斂思考兩者交互作用下而遞減。Cross [7] & Pugh [28] 找出最佳概念構想產生的兩項共通特性：(1) 設計的過程是由擴散與收斂步驟重覆交替所組成的；(2) 概念構想的數量會逐漸下降至只有一個或少數幾個設計解決方案留下來。根據這些特性，本研究提出構想產生的類型作為解析設計師處理設計問題時的搜尋模式與策略。因此，本研究將透過構想產生的各種類型，闡述與評估設計師的設計策略，並對設計師的構想模式提出具邏輯性與系統性的分析方法。

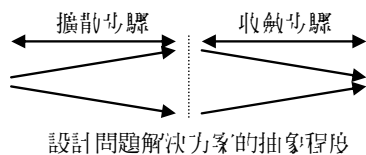


圖2 結合擴散與收斂步驟的設計過程 [16]

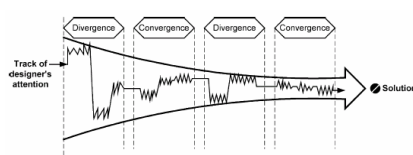


圖3 Cross 的設計過程 [7]

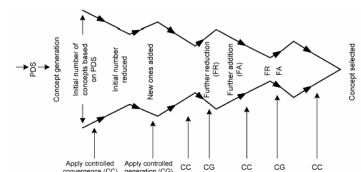


圖4 Pugh 的概念構想產生與篩選而成的過程 [19]

1-5 口語分析方法 (Protocol Analysis)

設計思考研究方法中口語分析法源自於認知心理學及認知科學的領域 [8,31]，是目前相關認知心理學研究中最為有效且普遍接受的研究方法。所謂口語分析法是一種透過特定的資料擷取記錄方式，收集設計實驗中視覺與圖形資料 (visual & graphical protocols) 進行分析的研究方法。

口語分析主要分成兩種：同步式 (concurrent) 與回溯式 (retrospective) [9]。同步口語分析法即所謂的放聲思考法 (think-aloud protocols)，要求受測者在實驗過程中，即時以口語敘述方式說明當下的設計思考過程。放聲思考法的優點在於可大量地提取細微的設計內容，缺點則是為實驗過程因不符合實際設計情況，因此可能產生干擾設計的決策活動，以及重覆性的解釋敘述等現象[34]。回溯式的口語報告則是以回溯記憶的方式，事後將其設計過程中的思考口述報告之，其優點在於對設計過程的影響較小，然缺點為資料量往往過於龐大，且事後回溯時編串、短期記憶不足，省略細節動作以及受隱含線索影響的現象。影音回溯法 (video/audio retrospective protocols) [37]改良回溯法的缺點，於回溯時提供設計當下的影像資料，以避免回憶不足及回憶次序顛倒。

以上的口述分析方法都有其研究方法上的優點及限制，然而就設計內容的觀點來看，Gero & Tang (2001)[13]在放聲思考法及影音回溯法的比較研究中發現，兩者皆設計內容的呈現上並無太大的差異及

矛盾。因此，通常研究者會根據研究的目的與內容，選擇其中一種方式來執行，而本研究根據研究的目的採用影音回溯法。

1-6 研究目的

基於以上文獻探討，本研究的研究主題著重於草圖行為，包含構想過程與構想成果，也就是具創意性、模糊性、開放性的設計活動，所處理的是結構不良的問題，而它在設計過程中重要且不可或缺，故研究的目的為：(1) 設計者使用電腦工具與傳統工具（紙與筆）進行概念構想時的草圖行為活動的差異性比較？並且找出概念設計階段中的草圖行為有哪些不同特徵的活動？(2) 如何分析在概念構想階段設計者使用不同工具與草圖進行溝通互動的過程（「看」與「動」的行為）？(3) 設計者利用不同的工具進行概念構想，所產生的構想過程與構想成果有何不同，及其影響為何？(4) 最後，提出一個兼具量化與質性的評估工具與方法來改進概念設計中的草圖行為。

二、研究方法

本研究中，受測者 4 名，分別為設計者 A~D，為大三視覺傳達設計系學生，本研究將設計者分為 2 組，為手繪組（設計者 A、B）與電腦組（設計者 C、D），其中手繪組設計者 A、B，在實驗中被要求利用傳統工具（紙與筆）進行草圖發想，而電腦組設計者 C、D，熟練電腦操作，並有 3 年使用電腦軟體 illustrator 的經驗，在實驗中則被要求利用電腦工具進行草圖發想。

實驗時間為 1 小時，每位設計者分別被要求構想並畫出台北內湖科技園區的標誌草圖，並提供台北市內湖科技園區的簡介說明如下：

台北內湖科學園區是結合高科技、科技中心、重視人文理念的科學園區，並為連結新竹、台南科學園區以形成台灣北部的高科技走廊，除結合台北的人文氣息特色外，並引進高科技與生物科技等產業，朝向高附加價值、高科技密集的產業發展，將有助於形成高科技產業聚落，進一步成為高科技的企業總部。

最後，要求所有的受測者針對所繪的草圖與所拍攝錄的影帶回想，並說明進行構想設計時的草圖行為。本研究採實證研究並透過量化與質性的方法分析並得到結論。而實驗室的設置則利用攝影機全程攝影，研究者可從另一間密房間內可觀看到受測者在實驗中的所有活動，此一實驗設置與 Purcell & Gero 在進行相關研究時所設置的相同[29]。

由於，大部分的研究結果顯示，概念設計過程具有描述的特性而非具約制的特性，這是因為設計活動基本上是一種人類行為。所以，採用社會科學領域方面的研究方法，可了解設計師如何設計與設計師為何設計；而採用量化的分析方法，可有系統地將草圖行為與草圖成果整理成合理邏輯的數據分析資料，進而利用質性的觀察與量化的分析資料互相佐證。因此，本研究結合並採用社會科學研究常用的質化研究方法與一般傳統的量化研究方法。

2-1 研究架構（圖 5）

2-2 草圖行為評估的定義

2-1.1 構想草圖 (conceptual sketch) 的區分

概念構想草圖不同於其他被設計師所採用的草圖，如完成稿或工程製圖等。構想草圖包含粗糙的或精細的圖形與文字，這些通常具有下列次要功能：(1) 設計師利用草圖呈現構想給顧客，作為溝通之用；

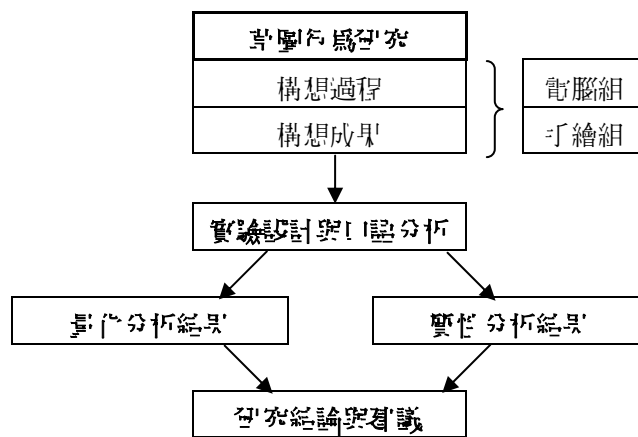


圖 5 研究架構圖

(2) 作為提供生產製造時的參考藍圖。

由於依照先後順序區分出在單張書紙上的草圖，並找出草圖間的關聯性是相當困難的。因此在本研究，研究者必須依照草圖完成的時間順序，區分出一個構想的草圖，以實驗設計中的設計者 B 所完成的草圖為範例，如圖 6 所示。因此，本研究使用類似 Goel [14] 所採用的研究方法，將所有的草圖按照時間順序排列出來。

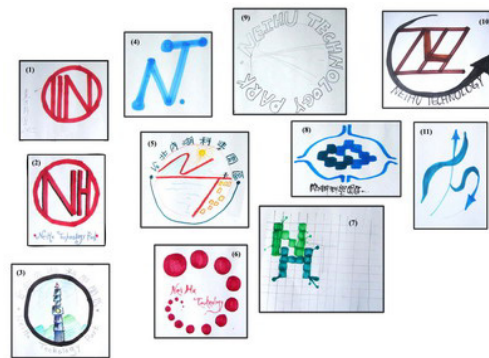


圖 6 設計者 B 的設計草圖的區分範例

2-1.2 構想過程 (Process) 的評估定義

1. 水平垂直思考轉換的區分

本研究採用 Goel [14] 區分草圖行為的分類方法 (表 1)：(1)由一個構想轉換到另一個構想的水平思考轉換 (lateral transformation)；(2)針對同一個構想，發展更細部設計的垂直思考轉換 (vertical transformation)。除此之外，水平思考的轉換，主要是在設計初期發展階段構想較不明確時，設計師利用水平思考產生較多不同的構想草圖；而垂直思考轉換，則是發生在細部設計階段，主要是針對較細節的部分進行設計。

2. 概念構想產生的搜尋類型區分

在許多案例中，發現構想產生的方式是從一個較抽象的概念邁向較具體的概念，過程中包含兩種步驟，分別稱為擴散與收斂[23]，Chen & You (2004)[5] 在探討工業設計領域的草圖行為時，發現 3 種描述與解析構想產生的設計搜尋模式的類型，並分別命名為平行-波動搜尋 (Oscillating-Parallel Search) 模式、直線搜尋 (Linear Search) 模式與擴大-篩選 (Expanding-Contracting Search) 搜尋模式。本研究將採用這 3 種構想產生的類型來分析實驗設計中 4 名平面設計人員的草圖行為。

3. 編碼系統的建立與區分

為探討「看—動—看」模型中「看」與「動」的設計行為在傳統工具及電腦工具之間的特性及其互動關係，本研究的編碼系統以 Schön (1992) [32]「看—動—看」的理論模型為基礎，同時參考設計行為的相關研究，針對設計者與工具之間互動過程中的「看」與「動」予以編碼。首先在「看」的方面，引用 Schön [32] 所提出不同類型的看，分成「視覺的看」(Sv, Seeing visual)、「判斷的看」(Sj, seeing judgment)、以及「空間型態的看」(Sg) 三個主要編碼動作，其中「空間型態的看」(Sg) 動作依據本研究的對象為平面設計人員，在設計的處理上以 2D 空間為計，所以採用配置關係的看 (Sa, seeing arrangement) 取代「空間型態的看」(Sg) 編碼的系統。在「動」的方面，Schön 並未針對繪圖動作的行為進行探討，然而以設計行為觀點的相關探討中，Suwa & Tversky (1997)[37]曾明確地將繪圖行為詳述分類，因此，本研究在「動」的分類上，參考後者的編碼方式，將設計者的繪圖行為分為「物件建立與修改」(Mcrf, Moving create revise figure)、「非圖像物件的產生」(Msw, Moving symbol word)、以及「描繪物件」(Ms, Moving same) 三組主要的動作編碼，其中因根據本研究中電腦組設計者採用電腦繪圖軟體的操作指令，以「複製物件」取代「反覆描圖」編碼的系統。對於「看」與「動」編碼系統定義內容請見表 2 與表 3 的說明與區分。

表 2 「看」方面的動作編碼系統

動作範疇	編碼	定義
視覺的看 Seeing visual	Sv	<ul style="list-style-type: none"> 明顯的看：看到物件本身，而無其他明顯易見的延伸性圖形或物件。 不明顯的看：看到物件的可能延伸方式，經組合或分解而不易被人所辨識的圖形或物件。
判斷的看 Seeing judgment	Sj	<ul style="list-style-type: none"> 判斷後修正的看：對設計品質進行評鑑，並給予以修正。 判斷後符合的看：對設計品質進行評鑑，並符合設計者需求。
配置關係的看 Seeing arrangement	Sa	<ul style="list-style-type: none"> 第一次或重返舊設計時，對物件與物件之間進行配置關係的看。

表 3 「動」方面的動作編碼系統

動作範疇	編碼	定義
物件的建立與修改 Moving create revise figure	Mcrf	<ul style="list-style-type: none"> 創造新的物件：創造一個新的物件，例如點、線、圓圈、形狀、或物體等物件，但不包括符號或文字。 修改物件：改變已有物件的性質，例如大小、尺寸、形狀、位置、方位、顏色、或材質等。
非圖像物件 Moving symbol word	Msw	<ul style="list-style-type: none"> 畫符號：畫下代表物件關係或設計想法的抽象性符號，例如箭頭、關係線等。 寫文字：寫下與設計相關的文字或句子，通常為物件的意義、關係、以及設計的想法。
描繪物件 Moving same	Ms	<ul style="list-style-type: none"> 反覆描繪 (指在紙上的動作)：對同一物件上進行反覆描繪的動作或重新描繪同一物件的動作，包括符號與文字的複製。 複製物件 (指在電腦上的動作)：複製物件的動作，包括符號與文字的複製。




2-1.3 構想成果 (Output) 的評估定義

1. 複雜度的程度區分

本研究依據複雜度來區分識別概念設計中所產生的草圖，並採用 Goel [14] 所提出的方法，按照先後標示出構想草圖的順序。從文獻探討發現，除了 Goel [14] 在建築設計領域中所提草圖複雜程度的區

另外，目前尚無其他較好的區分量表，而這樣的衡量方式有助於追蹤設計過程，並對設計草圖的發展給予差異性等級的劃分。為了衡量設計過程中草圖複雜度的程度，因此，基於實驗過程中可繪組與電腦組所有設計者的草圖，來發展一個具實務又簡單的平面設計的草圖複雜度量表（表 5）。基本上，將所有設計者的草圖區分為 5 個等級，複雜度最低的為第 1 級，複雜度最高的為第 5 級。對於複雜度的詳細定義請見表 4 的說明與區分。

表 4 平面設計的草圖複雜度量表

複雜度 1	複雜度 2	複雜度 3	複雜度 4	複雜度 5
粗糙且散漫的單色線條的表現方式。	單色線條的表現方式；利用不同粗細的線條表現。	造形上利用線條的粗細與陰影來呈現；些許色彩的勾勒表現。	造形上利用較細緻的線條或陰影來呈現；利用色彩來勾勒與呈現構想草圖。	詳細的描繪與準確的製圖；加強色彩對草圖的運用與完整度表現。
				

2. 圖像符號 (iconic sign) 的造形認知區分



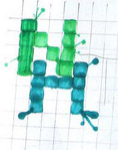
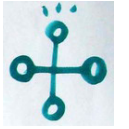

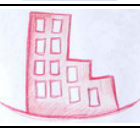

圖像符號 (iconic sign) [1,2] 基本的構想不應單指某一個造形元素（如形態中的點、線、面、體），而是由這些單元（一個或一組）組合成的「完整意義單元」。意義單元的認定，並非藉其外顯的符號樣形，而是由於其是否可以適當地經由約定俗成方式指稱某件事的意義，且符合脈絡的內涵。本研究實驗的主題為標誌設計，是利用圖像符號的造形來呈現，其符號的意義應符合這個脈絡 (context)。

圖像符號[1,2]可分為 3 大類（如表 5）：聲音符號 (phonogram)、表形符號 (logogram) 和圖像 (image)，說明如下：

- (1) 聲音符號，又可分为連成詞語甚至句子的連字符號 (logotype)，以及一個或多個字所構成的組字符號 (monogram)，這兩種的符號造形都要以文字符號來呈現，也就是文字型的標誌符號，文字標誌是用中、英文字、或數字加以裝飾、變化而形成的標誌形象。
- (2) 表形符號，可分為兩種：(1)以一定形狀抽象暗示某些特定含義的抽象符號 (abstract sign)，通常用點、線、面等視覺元素構成的幾何圖形、有機圖形和無機圖形；(2)圖像的符號化接近圖畫的符號稱為象形符號 (pictorial sign)，指對人物、動植物、寫實現象、或自然景物等具體形象進行修飾、簡化、概括、誇張而形成的具體圖形。
- (3) 圖像是廣義的符號範疇，就是標誌符號與商標利用趨近於實際的寫實圖像造形來表現。
- (4) 除此之外，介乎於聲音符號和表形符號的中間者，稱之為音形符號 (phono/logogram)；而介於抽象符號和象形符號的，則稱之為形徵符號 (symbolic sign)。

本研究為了解標誌設計圖形符號的造形認知，基於圖像符號的分類意涵，建構與發展出一個具實務又簡單的圖像符號造形認知的區分量表（表 5），並將實驗過程中可繪組與電腦組所有設計者的草圖造形進行辨識分類，以便瞭解設計者的標誌設計所採用的圖像符號的造形，以及標誌符號的脈絡內涵。基本上，將所有設計者的草圖區分為聲音、表形、與圖形符 3 大類，以及分為連字、組字、音形、抽象、形徵、象形、和圖形符 7 種圖譜。對於造形認知的詳細定義請見下(表 5)的說明與區分。

表 5 圖像符號造形認知表

人類	圖譜	基本性質	特徵	圖例
表音 (phonogram)	連字(格律) (logotype)	語音的視覺化	由字詞按次序連合為音素、詞語、句子，直接表達語音含義。	
	組字 (monogram)		由一個或多個字詞組合，代表音素或詞語，常帶圖案性。	
	音形 (phono/ logogram)		表音與表形符號結合；以組字及抽象、形徵相合為多見。	
表形 (logogram)	抽象(象徵) (abstract sign)	以形象或圖案表達含意	以一定形象或圖案表示抽象意義。	
	形徵 (symbolic sign)		抽象和象形符號結合，減弱歧異性	
	象形 (pictorial sign)		實物的圖像化，利用特徵形象表達相關義。	
	圖畫	直接視覺	直接刻劃實物，偶帶帶相關含義，一般無歧異性。	

三、結果與討論

在本研究中，利用草圖行為評估的定義來追蹤與解構使用電腦工具或傳統工具的設計者在概念設計階段時的草圖行為活動，並解開長期被學者專家稱為黑箱的設計草圖活動。實驗數據將分別進行量化分析與質性分析，量化分析包含 2 個構面，分別為構想的過程 (process) 與成果 (output)。其中，構想的過程將以 3 項指標來分析：(1)基於思考活動的轉換比例，顯示設計者在進行水平垂直思考轉換時的彈性度；(2)利用構想產生的搜尋類型，分析出設計者的搜尋模式與設計策略；(3)「看」與「動」的行為轉換，了解設計者在觀看與繪圖行為上各動作的互動過程。而構想的成果將藉由 3 項指標來解析：(1)草圖數量，追蹤與了解設計者的草圖發想過程的流暢度；(2)草圖複雜度的演化發展，得知設計者對設計問題的清楚度以及設計者如何搜尋可能的問題解決方案；(3)運用圖像符號的分類，呈現出設計者草圖構想的主題、意涵與造形。

至於質性分析的部分，藉過影音回溯的 E 語資料的分析與整理，以及對設計者草圖發想過程的影像資料的觀察，將 E 語的文本資料分類、重新組織並粹鍊成共同的主題，進一步統整並陳述設計者的感受與反應，以及一些不易被察覺的行為現象的本質。最後，藉由量化分析與質性分析，發現草圖行為是可敘述與可解構的，而非只有具體形象的草圖語言而已。

3-1 量化分析

3-1.1 構想過程 (Process)

1. 垂直與水平的思考轉換

依據水平與垂直思考轉換的定義，區分每位設計者在草圖行為過程中呈現水平或垂直思考的比例與傾向（如表 6）。比較表 6 與表 8，分析每位設計者草圖數量和水平垂直思考轉換之間的關係。更進一步，由表 6 與表 7 中，發現設計者的水平垂直的思考轉換與構想產生的搜尋模式有著密不可分的關係，當設計者在設計過程中完全採用垂直思考時，則構想產生呈現直線的搜尋模式。

手繪組設計者 A 在實驗階段中採水平垂直佔 17:73% 思考模式進行草圖概念構想；手繪組設計者 B 則採用水平垂直佔 64:36% 思考模式進行草圖概念構想；電腦組設計者 C、D 則幾乎呈現完全的垂直思考。總而言之，我們可以在實驗中發現 3 種不同的搜尋模式：水平垂直佔 64:36% 思考模式（1 名）、垂直思考主導模式（2 名）、水平垂直佔 17:73% 思考模式（1 名）。且手繪組設計者水平垂直思考的平均值百分比為 41:59%，而電腦組設計者水平垂直思考的平均值百分比為 5:95%，得知電腦組從垂直思考模式的比例高出水平思考模式的 19 倍之多，與手繪組設計者所採用的模式截然不同，推究其原因因為電腦組設計者大多只構想出 1~2 個草圖，傾向單一設計主題與方向，直接進行造形、顏色等細微的思考；相對的，手繪組設計者平均構想出 10~11 個草圖，對於設計的主題與方向較多元，故水平思考的比例較高。值得注意的是，隨著草圖數量的增加，設計者的思考模式轉換傾向水平思考方式。


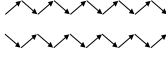
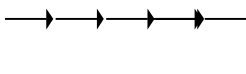
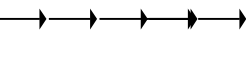
表 6 設計者 A~D 的水平(Lateral)垂直(Vertical)思考比例統計表

設計者	手繪組		電腦組	
	A	B	C	D
L:V (%)	17:73%	64:36%	10:90%	0:100%
平均值	41:59%		5:95%	

2. 構想產生的搜尋模式

依據 Chen & You (2004)[4]的 3 種構想產生分類方式，來分析與發現實驗中每位設計者在進行概念設計過程中的構想產生搜尋模式（如表 7）。其中，手繪組設計者 A 採用擴大一篩選搜尋模式 (Expanding-Contracting Search)，在構想草圖的搜尋空間達到巔峰後，進行篩選與評估，並有效縮小搜尋範圍，找到最佳的構想設計；手繪組設計者 B 採用平行波動搜尋模式 (Oscillating-Parallel Search)，無法藉由設計篩選而將設計問題的範圍縮小，但在搜尋過程中仍保有擴散與收斂兩種步驟；電腦組設計者 C、D 皆採用直線搜尋模式 (Linear Search)，針對同一個構想進行不同的呈現方式與加強草圖的精緻度。然而，發現設計者 A 的搜尋模式與工業設計領域中使用傳統工具進行概念設計的設計專家所採用的搜尋模式相同[5]。最後，藉由構想產生的搜尋模式的分析結果，可以知道每位設計者在概念設計時所採用的設計策略以及搜尋空間的範圍大小。

表 7 設計者 A~D 的概念構想的搜尋

手繪組		電腦組	
設計者 A	設計者 B	設計者 C	設計者 D
			

3. 「看」與「動」的行為轉換

以 Schön (1992) [5]「看—動—看」的理論模型為基礎，並參考設計行為的相關研究，以及依據平面設計領域的設計行為，針對設計者與媒材工具互動過程中的「看」與「動」進行修正並予以編碼。圖 7~10 為設計者 A~D 的編碼分析資料，時間為 1 小時 (60 分鐘)，呈現每位設計者「看」與「動」的行為轉換情況，圖 10~13 則顯示所有設計者「看」與「動」行為中不同動作的次數比例，並發現所有設計者「動」的行為次數比例高於「看」的行為次數比例有 3.7 倍之多，其中又以「物件建立與修改」(Mcrf) 的動作次數所佔的比例最高。此外，在「物件建立與修改」動作中，發現電腦組設計者以「物件修改」動作次數居多，所以造成設計者草圖數量比較少，但草圖複雜度較高的情形；而手繪組設計者以「物件建立」動作次數居多，故產生的草圖數量較多，但草圖複雜度較低的結果。

首先，在「動」方面，電腦組設計者 C、D，皆以「物件建立與修改」(Mcrf) 動作次數比例最高，其次是「描繪物件」(Ms) 與「非圖像物件的產生」(Msw) 動作；而手繪組設計者 A、B 卻完全不同，從圖 11~14 得知，設計者 A 以「物件建立與修改」動作次數比例最高，其次是「描繪物件」和「非圖像物件的產生」動作，與電腦組設計者 C、D 相同，但設計者 B 卻以「物件建立與修改」動作次數比例最高，其次是「非圖像物件的產生」，最後才是「描繪物件」。

而在「看」方面，兩組的設計者表現截然不同，電腦組設計者 C、D，皆以「配置關係的看」(Sa) 動作次數比例最高，其次為「判斷的看」(Sj) 與「視覺的看」(Sv) 動作，與質性的觀察現象符合，發現電腦設計者花費相當多的時間在進行物件與物件間的配置調整動作；然而手繪組設計者，卻與電腦組完全不同，設計者 A 以「判斷的看」(Sj) 動作次數比例最高，其次為「配置關係的看」與「視覺的看」動作，設計者 B 則以「配置關係的看」與「視覺的看」動作次數比例一樣高，其次為「判斷的看」動作。

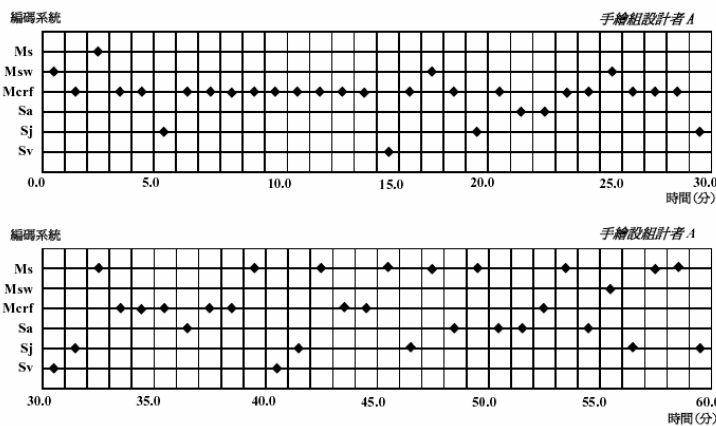


圖 7 手繪組設計者 A 的「看」與「動」的編碼分析資料

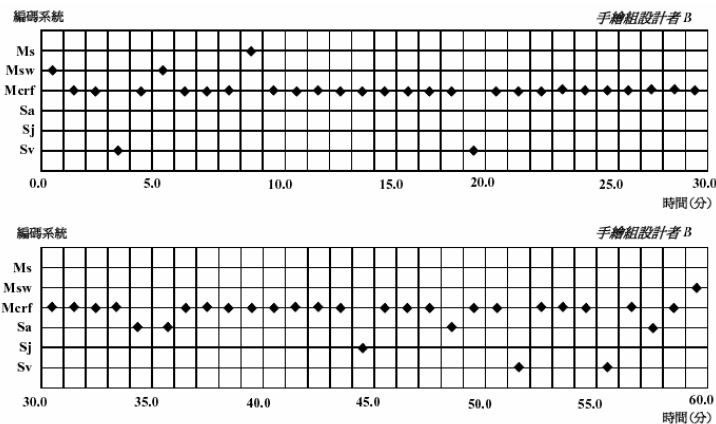


圖 8 手繪組設計者 B 的「看」與「動」的編碼分析資料

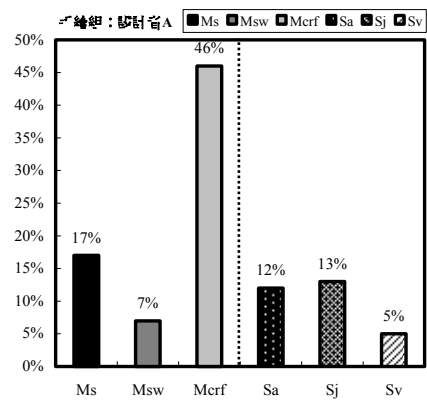


圖 11 設計者 A 的「看」與「動」的次數比例

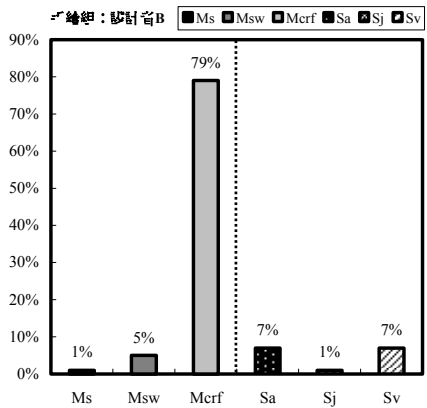


圖 12 設計者 B 的「看」與「動」的次數比例

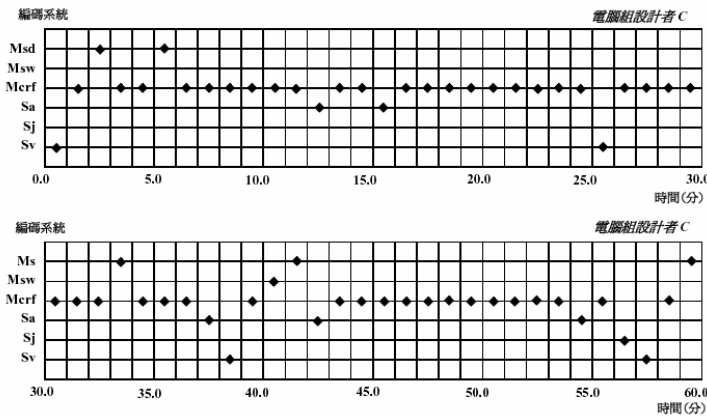


圖 9 手繪組設計者 C 的「看」與「動」的編碼分析資料

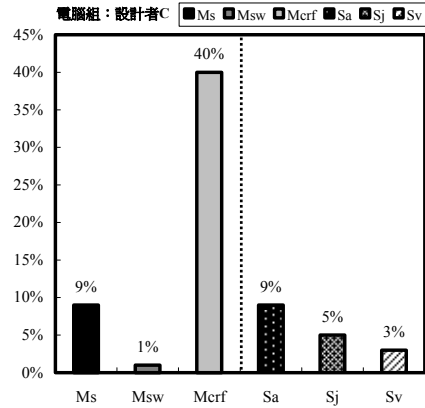


圖 13 設計者 C 的「看」與「動」的次數比例

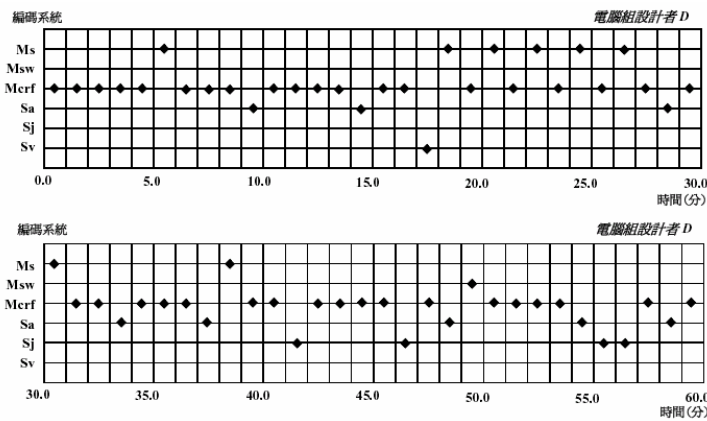


圖 10 手繪組設計者 D 的「看」與「動」的編碼分析資料

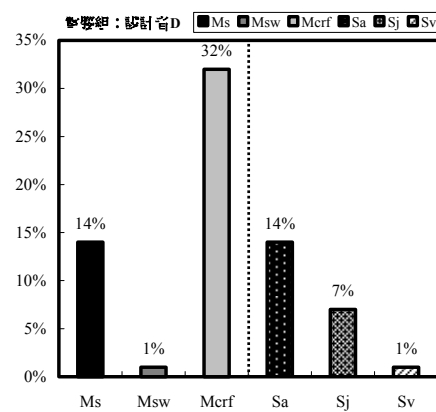


圖 14 設計者 D 的「看」與「動」的次數比例

3-1.2 構想成果(Output)

1. 草圖數量

在評估構想成果的第一部分，將所有設計者所產生的草圖數量繪製成表 8，從這些分析資料的數據得知設計者的草圖行為活動，的確刺激了概念的構想設計。同時，發現手繪組與電腦組有相當大的差異，首先發現手繪組設計者 A、B 產生的草圖數量，大約平均是 10.5 個草圖，其中設計者 A 的草圖數量為 10 個，而設計者 B 的草圖數量為 11 個；相對的，電腦組設計者 C、D 產生的草圖數量，大約平均是 1.5 個草圖，其中設計者 C 的草圖數量為 2 個，而設計者 D 的草圖數量為 1 個。值得注意的是，發現電腦組設計者 C、D 產生的草圖，精緻度極高，草圖複雜的程度為 4~5，色彩的選定與造形的精確性，幾乎接近完稿階段。總體而言，發現設計者的草圖隨著數量的遞減，而增加草圖的複雜度，並不同粗細線條、陰影與色彩等，來增加草圖的精緻度與說明性。

表 8 設計者 A~D 的草圖數量統計表

設計者	手繪組		電腦組	
	A	B	C	D
草圖數量	10	11	2	1
平均值	10.5		1.5	

2. 草圖複雜度

依據本研究所有設計者的草圖來發展的複雜度量表(表 4)，可以很容易測量出設計者的草圖複雜程度。大體而言，分析的結果呈現一些現象如下：(1) 手繪組設計者 A、B 的草圖複雜程度大約在 1.6~2.2 範圍內(表 9)，顯示設計者的草圖複雜程度很低，此現象與電腦組設計者 C、D 相反，電腦組設計者的草圖複雜程度很高(4~5 範圍)，推究其原因為手繪組設計者傾向水平思考，且草圖數量多，並朝多元的設計主題與方向進行考量，造成不易清楚描繪，故草圖複雜程度較低；相對的，電腦組設計者只針對 1~2 個構想進行修正，較容易確認設計主題，而後可進一步，針對細部的設計做較完整的考量，所以易於清楚描繪，故草圖複雜程度較高；(2) 設計者的草圖數量與草圖的複雜度呈負相關；(3) 草圖數量與水平思考呈正相關，當草圖數量減少時，設計者的垂直思考傾向隨之增加；(4) 草圖複雜度與水平思考呈負相關，當草圖複雜度減少時，設計者的水平思考傾向隨之增加。除此之外，發現電腦組設計者的草圖上沒有任何輔助文字說明，草圖精緻度卻相當高，而手繪組設計者的部分草圖上，有 3、4 字的輔助文字說明，但草圖精緻度卻沒有電腦組高。

表 9 設計者 A~D 的草圖複雜度 (complexity) 統計表

設計者	手繪組		電腦組	
	A	B	C	D
複雜度	1.5~2	1.8~2.5	4~5	4~5
平均值	1.6~2.2		4~5	

3. 圖像符號造形認知

依據圖像符號造形認知的定義(表 5)，區分每位設計者在實驗中草圖造形的概念構想。表 10 顯示了設計者 A~D 的設計圖形符號造形認知，並可看出每位設計者在構想設計時採用的方式，以及設計主題與造形呈現的關係。

首先，發現手繪組設計者運用表音與表形的圖譜表現方式為多，而電腦組設計者則完全採用表形中的形徵圖譜表現方式；再者，從所有設計者的草圖可歸納並發現受測者所採用的設計主題，共有 18 項。分別為英文縮寫與英文全名為最多，其次為英文字母 N、中文字「內」或「湖」、中文全名、抽象圖形、箭頭圖形、湖泊圖像、建築物圖像、三角形圖形、山岳圖像、雷達圖像、電腦圖像、環形圖形、人形圖像、齒輪圖形、昇昇圖像、太陽圖像。

從表 10 發現首連字圖譜中，以英文全名設計為最多；首組字圖譜中，以英文字母 N 設計為最多；首音形圖譜中，以英文縮寫設計為最多；首抽象圖譜中，以抽象圖形、箭頭圖形、雷達圖像為多；首形徵圖譜中，以中文字「內」或「湖」、英文全名、英文縮寫、湖泊圖像、三角形圖形、山岳圖像、太陽圖像為多；首象形圖譜中，以湖泊圖像與建築物圖像為多；首圖畫圖譜中，則以建築圖像為多。

表 10 設計者 A~D 的圖形符號造形認知統計表

	A	B	C	D	眾數值	
表音	連字		$2T_4+T_5$		T_4	
	組字	T_5+T_3	$2T_3+T_5$		T_3	
	音形	T_5	$T_4+4T_5+2T_7$		T_5	
表形	抽象	$T_6+T_7+T_{12}$			T_6, T_7, T_{12}	
	形徵	$(T_1+T_{18})+T_1$	$T_5+T_8+T_9+T_{11}+T_{18}$	$2T_2+2T_4+T_8+T_{10}+T_{11}+T_{13}+T_{14}+T_{17}$	$T_5+T_{10}+T_{15}+T_{16}$	$T_1, T_2, T_4, T_5, T_8, T_{10}, T_{11}, T_{18}$
	象形	T_8+T_9				T_8, T_9
圖畫		T_9			T_9	

T_1 : 中文字「內」或「湖」 T_2 : 中文全名 T_3 : 英文字母 N T_4 : 英文全名 T_5 : 英文縮寫 T_6 : 抽象圖形
 T_7 : 箭頭圖形 T_8 : 湖泊圖像 T_9 : 建築物圖像 T_{10} : 三角形圖形 T_{11} : 山岳圖像 T_{12} : 雷達圖像 T_{13} : 電腦圖像
 T_{14} : 環形圖形 T_{15} : 人形圖像 T_{16} : 齒輪圖形 T_{17} : 昇昇圖像 T_{18} : 太陽圖像

3-2 質性分析

在質性分析的部分，透過影音回溯的口語資料與影像資料，找出數據資料所無法呈現的現象，包含了設計者的感受與反應，以及細微且不被察覺的行為發現等，其步驟為將口語資料的內容謄寫為逐字稿，而後將文本資料分類呈某種程度的個別主題，並重新組織與粹鍊共同主題，進一步統整並陳述研究現象的本質，如下：

3-2.1 草圖行為適合用於概念設計階段

由於透過草圖行為，能使設計師的構想設計更具創意性，並能加強概念構想的獨創性，所以，可繪組與電腦組的受測者一致認為草圖行為適合用於概念設計階段。

3-2.2 快速且簡單的快速創意草圖與捕捉想法

在概念設計階段，設計者使用傳統工具（紙與筆）進行草圖行為，可較快速且簡單地進行構想草圖的快速，與紀錄概念構想產生的過程。

設計者 A 提到：

我覺得草圖發想可能還是要用紙筆，比較有辦法快速紀錄概念，直接進電腦，我覺得很困難...

3-2.3 電腦工具無法取代傳統工具成為創意啟發的工具

所有設計受測者皆不認為現有的電腦工具可以取代傳統工具作為扮演創意構想的啟發工具，原因如下：

1. 花費時間長，回饋反應速度慢

設計者 B 說到：

利用電腦直接想草圖，會畫比較久，會東改西改的，就是...就不會依照草圖去畫，如果是手繪草圖的話...你就先畫，然後你就針對草圖去做，所以會比較快，沒有草圖的會比較久...

2. 阻礙設計思考

設計者 C 提到：

因為草圖通常是直覺式嘛...想到什麼就畫什麼，在這裡必須畫一筆就要停一下，很麻煩，思緒沒有辦法連續...因為用電腦作草圖，感覺沒有辦法自由，怎麼講...直覺是要考慮它的形式，而不會說像在紙上畫的亂七八糟的，在電腦上就沒辦法很隨性，直覺性就可以試啊...加這個東西會怎樣，加那個東西會怎樣，但在電腦上會不自覺的就會把它整個調整，然後看起來像完稿的東西，而不是像在紙上的東西...

設計者 D 提到：

會忍不住一直會想把細節修好，一直想把這個圖修到精緻，可是...問題是，我在這個過程之中，我就...怎麼講...就阻斷了我繼續往下發展...

3. 不同於傳統工具（紙與筆）的觸感

所有設計者都覺得目前的電腦工具很完善，但還是無法取代手繪的感覺，因為紙可以呈現出設計者不同的筆觸表現與肌理質感，但無論是使用電腦上的鉛筆或鋼筆工具，感受卻是相同的，無手感與觸感的感受，讓畫出來的線條也沒感覺。

設計者 A 的感覺：

我感覺是那個質感耶...就是你拿鉛筆在畫的時候，那種筆觸的感覺，可以很快速的一直在修你那個形，還有在紙上畫的感覺，因為有肌理...我覺得是手感的問題，因為畫在紙上面會聽到刷！刷！刷！的聲音...

設計者 D 的感覺：

不習慣也不喜歡用電腦直接進行草圖發想，因為會覺得不像鉛筆那樣，感覺你必須畫一筆就要很精準，可能你會為了要達到它很精準，你就會一直要精準，沒有像鉛筆，你畫了還可以有一些筆觸什麼的，我想直接把想法畫在紙上畫會比較熟悉...

4.較少的構想成果

設計者 C 談到：

可能如果是用紙筆，很快就可以想出好幾個草圖，想到就畫，可是電腦就是會讓我一直想要把它弄好，然後才去作別的，在紙上我會這個畫幾筆，那個畫幾筆...

設計者 D 提到：

手繪時就可以畫很多個草圖，因為手繪已經習慣，所以你在描或填色的時候會比較快，可是你用電腦畫的時候，可能要修改...如果你工具沒有那麼熟悉的時候，會比較慢...

3-2.4 傳統工具與電腦工具的畫面呈現方式不同

不同工具的呈現方式以及工具本身的特性造成不同的行為互動模式。由於工具介面的新異性，在以傳統工具（紙與筆）的草圖繪圖介面上，設計者可以在一定的範圍內，同時就構想設計方案的細部與整體進行評估與設計，並可在圖面上進行反覆且頻繁的「看—動—看」行為；然而在電腦工具的繪圖環境下，由於電腦螢幕解析度上的限制，設計者在繪圖與觀看構想設計方案的過程中，為提高可視範圍的精密度，必須將畫面以放大縮小的方式檢視與繪圖，並且無法調整畫面的角度位置，進行「判斷的看」，造成了「看—動—看」行為無法有效的連續，且思緒容易因此而中斷。

3-2.5 傾向垂直思考，構想發展受限

使用電腦工具的設計者，思想嚴重受到侷限，無法發揮具廣度的水平思考，而傾向引導性強的垂直思考，原因如下：

1.對同一線條進行多次的修正與調整

設計者 C 談到：

因為它（指電腦）會自動幫我把線修漂亮，雖然...可是我還是覺得那跟我實際上畫出來的那個感覺不一樣，我不希望它主導我的想法，因為它幫我修後，或許那個線條很漂亮，可是那不一定是我要的線條...

2.反覆調整細節，包括大小、形狀、位置與顏色上的選定

設計者 D 提到：

花最多時間在畫那個零件，原本想更準確一點，寬度大小都不一樣，所以花了很多時間在調整大小與造形，其次是色彩...可是...零件不夠精細，造形應該再更圓滑，兩個齒輪不夠順，應該兩個可以轉，會有喀！喀！的聲音與感覺...

3. 花費過多的時間在字體上的選擇與修正

設計者 C 指出：

畫面的文字被刪除的原因就是因為排不好，其實我刪了好幾次，一剛開始排...我是想說這樣子半圓中文字在這邊（左邊），英文字在這邊（右邊），可是後來我做好之後，整體的感覺好像是重心在下面，然後上面這邊空空的，所以就想說刪掉... 稍微轉一下，中文在上面英文在下面，這樣感覺比較平均一點...

4. 無法有效瀏覽與審視整個構想過程的軌跡

由於手繪組設計者在紙上進行構想設計會隨時間留下所有的草圖軌跡及線條筆觸（圖 15），即使進行修改後，仍可看到草圖過程的記錄，所以設計者可在一段時間後，停下來看看自己的構想的軌跡，並重新整理自己的思緒，進行再次的圖像詮釋或新構想產生的刺激；反之，電腦組設計者無法方便隨時間的進行，瀏覽審視過去的構想軌跡（圖 16），電腦上雖有紀錄過程的工具功能，但卻無法使設計者在單一畫面上，觀看所有的構想過程的軌跡，隨著不斷的修正與刪除，螢幕上的草圖畫面無法喚起先前的回憶，造成早期構想的僵化，進而侷限水平思考的發展。

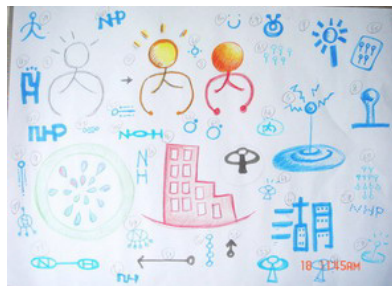


圖 15 手繪組設計者 A 的草圖構想軌跡

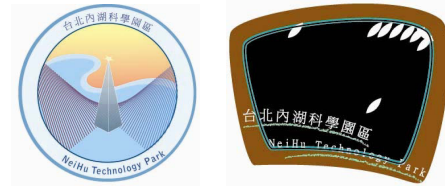


圖 16 電腦組設計者 A 的草圖構想軌跡

3-3 小結

藉由豐富且完整的口語資料與影像資料，構建出設計者的草圖行為與設計思維。資料的紀錄影響了分析與編碼的過程，為了減少影響分析與編碼的變數，本研究利用次數百分比的方式呈現設計者的構想過程與構想成果。在實驗中發現，電腦工具強大的寫實視覺呈現特性，使得設計者有如“這兩個齒輪沒有卡在一起的感覺”、“如何將三角形表現出建築物的樣子”、“如何將這些人形圖案平均排在這弧線上”等問題的解決方案搜尋上，著重圖像的寫實特徵、圖像的配置關係與整體完整度等議題。因此，設計者在進行概念構想階段時使用電腦工具，會執行與處理很多寫實圖像的構想評估，而成為導致使用電腦工具時需花費較多時間的原因。

雖然電腦工具的視覺化特性，讓設計者可以處在視覺立即呈現的環境刺激下，但所有的受測者並不傾向與支持在草圖發想階段，使用電腦工具。原因是設計者並不需要一種處理過多寫實圖像的工具，因為當設計者習慣透過草圖活動，產生介於概念性與比喻性的圖像，成為與設計者進行對話的草圖，但使用電腦工具所產生的圖像，卻沒有具備概念構想階段所需的模糊性與不確定性的特質。此外，對於電腦工具是否阻礙設計創造力的議題上，無法證實是否有絕對的相關性，但在水平思考上的發揮確實受到嚴重的影響，也明顯呈現出單一的構想設計，此與 Won (2001) [43] 研究中提出使用電腦工具的設計者，更容易且刺激進行概念構想的發現提出不同的見解，更對 Chen (2000) [6] 的研究發現中肯定使用電腦工具發揮設計創造力的說明提出質疑。

從本研究的量化與質化的分析結果，可以解釋並推論設計者使用不同工具下產生不同的草圖行為，首先，設計者在他們的教育過程中，總是使用手繪草圖作為設計認知的工具；反之，在使用電腦工具

情況下，限制了他們的設計認知的互動行為。除此之外，目前的商業電腦軟體工具並沒有足夠的彈性來支持設計者的習慣性動作，如隨手塗鴉、直尺上抖動鉛筆的動作等等，這些都是被設計者認為是進行視覺思考時引發構想與不可避免的行為。

總而言之，經由上述實驗結果的分析及討論（3.1 與 3.2 節），可歸納出：(1) 過程的 3 項指標—水平垂直的思考轉換、構想產生的搜尋模式、「看」與「動」的行為轉換，解析構想設計的過程；(2) 成果的 3 項指標—草圖數量、草圖複雜度、圖像符號造形認知區分，評估構想設計的成果表現。並結合量化與質性的資料互相佐證來解構整個草圖行為過程，找出構想過程與構想成果間的關係，以及指標的特性與指標間的互動關係。再者，也發現本研究提出的指標與 1965 年 Torrance [39] 所提出的創造力衡量指標有相同之處：(1) 草圖數量 (quantity) 指標，與 Torrance 所提的流暢力 (fluency) 相同，評估設計人員在構想設計上的流暢力，草圖數量多寡，顯示流暢力高低；(2) 垂直水平思考模式指標，與 Torrance 所提的變通力 (flexibility) 相同，評估設計人員對問題的了解程度，並顯示思考傾向與設計問題的關聯性，水平垂直思考比例的多寡，顯示對設計問題搜尋空間範圍的大小與清楚度；(3) 草圖複雜度指標，與 Torrance 所提的精緻度 (elaboration) 相同，評估設計人員對設計主題與設計規格的了解度，複雜度高低，顯示對設計主題與設計規格的了解程度；(4) 圖像符號造形認知指標，與 Torrance 所提的新穎性 (novelty) 相同，評估每一個草圖構想與其他草圖構想的不同處與新穎性，圖像符號被採用的次數比例多寡，顯示設計人員草圖構想的獨創力高低；(5) 概念構想的設計策略指標，作為了解設計人員進行概念構想時的搜尋模式與設計策略；(6) 「看」與「動」行為轉換指標，了解設計者在觀看與繪圖行為上動作間的互動過程。

在本研究中，紀錄與追蹤草圖行為活動的特徵描述是相當耗時的，但這樣的豐富資料的確對草圖行為的解析與描述有很大的助益。利用 2 個構面與 6 項指標的區分與描述可以仔細縝密的解析平面設計人員使用不同工具時的草圖行為，作為設計人員與設計教育界的參考依據。

四、結論與建議

本研究嘗試透過平面設計領域的標誌設計過程與影音回溯的語法分析，來瞭解不同工具對平面設計人員的草圖行為的影響。除此之外，另一個研究目標是透過不同構面的量化評估與質性的現象描述，解構草圖行為的構想過程與構想成果，以達全面性地瞭解平面設計人員的想法與意向，其中成功地定義並運用了代表草圖行為的 6 大特徵：草圖數量、草圖行為的思考轉換（垂直思考與水平思考）、草圖複雜度、概念構想產生的搜尋模式、「看」與「動」的行為轉換和圖像符號，證明草圖行為活動的存在，並針對平面設計領域中使用不同工具的草圖行為活動，提出一套系統且量化的衡量工具與方法。

設計者的草圖行為與設計思考因不同工具的使用而產生很多不同的表現變化。其顯著的不同是使用傳統工具的設計人員有較多的構想，並且設計思緒較順暢且易於轉換，與 Goel [14] 所提的草圖具模糊性的本質相同。同時，因為設計教育的訓練過程，使設計人員習慣使用手繪草圖來呈現設計構想。

從實驗中設計者「動」的行為觀察上，發現目前的電腦軟體工具通常遵循「繪畫」(draw) 與「修正」(modify) 的原則來設計，發現在使用電腦工具的設計者，「修正」的動作次數比使用傳統工具的設計者多。除此之外，發現電腦工具視覺化的互動特性並不會明顯影響到設計者進行設計問題的評估與應用上。最後，在概念設計構想階段使用傳統工具，可以使設計人員有效利用時間、快速表達構想、產生較多解決方案、易於觀察圖像造形與執行「判斷的看」動作等等。雖然，電腦工具被認為是不適合用於概念構想設計階段，但其導致的原因，可能是設計者的設計習慣與電腦軟體工具的不夠彈性所造成的，需再進行多次的驗證。

本研究所得到的主要結論可歸納如下：

1. 初次在平面設計領域進行使用傳統工具與電腦工具的草圖行為的探索，並再一次驗證具創意性的手繪草圖在概念發展階段的重要性；
2. 本研究中所提出的2個構面與6項指標，確實將草圖行為完整且仔細靡遺的解構與描述，並透過構想過程與構想成果的2個構面，瞭解追蹤設計者在不同工具的使用下，其草圖行為與設計思考的轉換過程及其脈絡變化；
3. 再一次的驗證影音回溯的口語分析資料有助於解構草圖行為活動，並嘗試將質性的資料，透過量化的數據統計呈現表達，此外也依據質性研究方法的特質，將口語的資料配合影像的觀察資料，進行整理歸納，將不易被察覺的設計的感受與行為現象呈現出來；
4. 探討構想產生的最佳搜尋模式時，發現無論是手繪組或電腦組的設計人員採用的搜尋方式，皆基於Chen & You (2004) [5] 中所提出的3種構想產生的搜尋模式，其中搜尋過程都包含不斷重複的擴散與收斂步驟，但使用電腦工具的設計人員皆採用直線的搜尋模式，傾向垂直思考，針對設計問題作詳細的考量，造成草圖複雜度極高，接近完稿的階段；
5. 在草圖數量上，使用傳統工具的設計人員比使用電腦工具的設計人員產生較多的構想草圖，發現使用傳統工具的設計人員的構想創造的流暢力較佳；
6. 在草圖線條的表現上，使用傳統工具所產生的草圖線條比較粗糙雜亂，而使用電腦工具所產生的草圖線條較整齊具體，源自於不同工具的影響，但此一結果也發現模糊且具不確定性的草圖，較容易與設計人員進行對話與互動；
7. 在「動」的繪畫行為上，顯然使用電腦工具的設計人員，會產生較多的「修改物件」的動作次數，而使用傳統工具的設計人員，則在「建立新物件」的動作次數較多，所以草圖複雜度也較低；
8. 電腦上立即的視覺呈現效果，容易使設計人員受影響，傾向垂直思考，阻礙水平思考的發揮；
9. 最後，本研究的確透過草圖行為的6項特徵發現，以及量化質性的研究分析，提供一個豐富的資源去有系統地解構、分析與歸納不同工具的使用對草圖行為活動的差異性。

由於本研究嘗試在平面設計領域開創新的研究議題，主要目的在於發現與解析平面設計人員使用不同工具進行概念構想設計時的草圖行為，並熟悉量化研究的數據統計、質性研究與質性的資料收集與分析方法。因此，本研究的發現並非最終的研究結論，而是在平面設計領域，提出詳細剖析不同工具對設計草圖行為活動的影響，並評估其創意構想的過程與構想成果兩者的關係，以及找出紀錄概念構想過程的系統化方法。

本研究受測對象的樣本4名，皆為視覺傳達設計系大三學生，屬平面設計生，因此後續將針對平面設計專家進行探討，以瞭解平面設計生與專家在不同工具使用上的草圖行為活動是否具有其差異性。期望未來建構一個符合解構平面設計人員的草圖行為的系統化工具，並評估使用不同工具所產生的過程與成果間的相關性，以及有效協助平面設計人員如何在概念構想階段發揮最大的設計創造力與有效率的使用傳統工具與電腦工具，這是平面設計教育者與電腦軟體工具開發業者必須關心及努力的目標與使命。

參考文獻

1. 池馨娟, 2003, “不同文化對標誌符號的辨識與偏好影響研究—以台灣(華語系)與阿根廷(西班牙語系)為例”, <國立交通大學應用藝術研究所碩士論文>, 新竹。
2. 習嘉, 1992, “商標設計 1000”, <台灣美術出版有限公司>, 台北。
3. Bilda, Z., Demirkan, H., and Erkip, F., 2000, “Traditional versus digital design medium: A case study in the interior design studio”, *Unpublished manuscript*, Bilkent University, Bilkent, Ankara, Turkey, available on www.bilkent.edu.tr/~zafer.
4. Chen, H.H., You, M., and Lee, C.F., 2003, “The sketch in industrial design process”, *Proceedings of the 6th Asian Design Conference: Integration of Knowledge, Kansei, and Industrial Power* (CD ROM), Oct. 14-17, Tsukuba, Japan, F-26, p.7.
5. Chen, H.H. and You, M., 2004, “The comparison between novice and expert designers’ sketching in conceptual design”, *Futureground 2004 international conference*, Nov. 17-21, Monash, Australia.
6. Chen, S.C., 2001, “Analysis of the use of computer media by expert and novice designers”, *CAADRIA*, Australia: University of Sydney, pp.71-80.
7. Cross, N., 1994, “Engineering Design Methods”, *Strategy or Product Design*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.
8. Cross, N., 1999, “Natural intelligence in design”, *Design Studies*, Vol. 20, No. 1, pp.25-39.
9. Dorst, D., and Dijkhuis, J., 1996, “Comparing paradigms for describing design activity”, in Cross, N., Christisnns, H., and Dorst, K., eds., *Analyzing Design Activity*, John Wiley & Sons, Chichester, UK.
10. Elsas, P.A. and Vergeest, J.S. M., 1998, “New functionality for computer aided conceptual design: the displacement feature”, *Design Studies*, Vol. 19, No. 1, pp.81-102.
11. Flemming, U., 1987, “More than the sum of parts: the grammar of Queen Anne Houses”, *Environ. Planning B*, Vol. 4, pp.323-350.
12. Garner, S., 2001, “Comparing graphic actions between remote and proximal design teams”, *Design Studies*, Vol. 22, No. 4 pp. 365-376.
13. Gero, J.S. and Tang, H.H., 2001, “Differences between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process”, *Design Studies*, Vol. 21, No. 3: pp.283-295.
14. Goel, V., 1995, *Sketches of thought*, MIT Press, Cambridge, MA.
15. Goldschmidt, G., 1991, “Dialectics of sketching”, *Creative Research Journal*, Vol. 4, No. 2, pp.123-143.
16. Guilford, J.P., 1970, “Traits of Creativity”, in H H Anderson (ed.), (1959) “Creativity and Its Cultivation Harper and Row”, pp. 142–161 reprinted in P E Vernon (ed.), *Creativity Penguin*, Harmondsworth.
17. Hanna, R. and Barber, T., 2001, “An inquiry into computers in design: attitude before-attitudes after”, *Design Studies*, Vol. 22, No.3, pp.255-281.
18. Herbert, D.M., 1993, *Architectural Study Drawings*, New York: Van Nostrand Reinhold.
19. Jenkins, D. L. and Martin, R.R., 1993, “The importance of free-hand sketching in conceptual design: automatic sketch input”, *American Society of Mechanical Division*, Vol. 53, pp.115-128.
20. Jindo, T., Hirasago, K., and Nagamachi, M., 1995, “Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics”, *Int. J. Ind. Ergon.*, Vol. 15, pp.49-62.
21. Lawson, B., 1994, *Design in Mind*, Butterworth Architecture, Oxford.
22. Liu, Y.T., 1991, “Schematic-designer: a knowledge-based CAD system for schematic design in

- architecture” , *Design Studies*, Vol. 12, No. 3, pp.151-167.
23. Liu, Y.C. and Bligh, T., 2003, “Towards an “ideal” approach for concept generation” , *Design Studies*, Vol. 24, No. 4, pp. 341-355.
24. Madrazo, L., 1999, “Types and instances: A paradigm for teaching design with computers” , *Design Studies*, Vol, 20, pp.177-193.
25. Marx, J., 2000, “A proposal for alternative methods for teaching digital design” , *Automation in Construction*, Vol. 9, pp. 19-35.
26. McGown, A., Green, G., and Rodgers, P., 1998, “Visible ideas: information patterns of conceptual sketch activity” , *Design Studies*, Vol. 19, No. 4, pp. 431-453.
27. Pipes, A., 1990, *Drawing for 3-Dimensional Design: Concepts, Illustration*, Presentation Thames and Hudson, London.
28. Pugh, S., 1991, *Total Design*, Addison Wesley, Wokingham, UK.
29. Purcell, T and Gero, J.S., 1998, “Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology” , *Design Studies*, Vol. 19, No. 4, pp.389-430.
30. Roozenburgy, N.F M., and Eekels, J., 1995, *Product Design: Fundamentals and Methods*, Wiley & Sons, Chichester, UK.
31. Schön, DA., 1983, *The Reflective Practitioner*, Temple Smith, London.
32. Schon, D.A. and Wiggins, G., 1992, “Kinds of seeing and their structures in designing” . *Design Studies*. Vol. 13, pp.135-156.
33. Scrivener, S.A.R., 1993, “Designing at a distance via real-time designer-to-designer interaction” , *Design Studies*, Vol. 14, No. 3, pp.261-282.
34. Simon, H.A., 1992, *The Science of the Artificial*, MIT Press, Cambridge, MA.
35. Stiny, G. and Mitchell, W.J., 1978, “The Palladian grammar” , *Environ. Planning B*, Vol. 5, pp.5-18.
36. Stiny, G., 1980, “Introduction to shape and shape grammars” , *Environ. Planning B*, Vol. 7, pp.343-351.
37. Suwa, M. and Tversky, B., 1997, “What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis” , *Design Studies*, Vol. 18, No. 4, pp.340-385.
38. Suwa, M., Purcell, T. and Gero, J., 1998, “Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designer cognitive actions” , *Design Studies*, Vol.19, No.4, pp.455-483.
39. Torrance, E.P., 1965, *Rewarding creative behavior*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New York.
40. Tovey, M.J.,1989, “Drawing and CAD in industrial design” , *Design Studies*, Vol. 10, No. 1, pp.24-38.
41. Van Dijk, C.G.C., 1995, “New insights in computer-aided design” , *Design Studies*, Vol. 16, No.1, pp.62-80.
42. Verstijnen, I.M., Hennessey, J.M., Leeuwen, C., van Hamel, R., and Goldschmidt, G., 1998, “Sketching and creative discovery” , *Design Studies*, Vol. 19, No. 4, pp.519-546.
43. Won, B.H., 2001, “The comparison between visual thinking using computer and conventional media in the concept generation stages of design” , *Automation in Construction*, Vol. 10, pp.319-325.
44. Wong , C.H., 2000, “Some phenomena of design thinking in the concept generation stage using computer media” , *In Proceedings of the Fifth Conference on Computer- Aided Architectural Design Research in Conference*, Singapore: Nation University of Singapore, pp.255-264.

Comparison of Sketching Activities with Traditional and Digital Tools in Graphic Design

Hui-Hsia Chen*¹ Manlai You**

* Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology
e-mail:g9130819@yuntech.edu.tw

** Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology
e-mail:youn@yuntech.edu.tw

(Date Received : January 04, 2006 ; Date Accepted : December 30, 2006)

Abstract

In recent years, the application of computer tools has influenced and changed much the design behavior. Although there has been much research on the development and application of computer-aided design (CAD), studies on computer-aided conceptual design (CACD) at the stage of concept generation have been scarce. Moreover, different design tools employed in the conceptual design stage do affect designers' sketching activities and visual thinking. This study explores and analyzes the difference in designers' sketching activities when using traditional (paper & pencil) and digital (computer) tools. We aim to (1) propose a method that combines both quantitative and qualitative analysis techniques to compare the difference in graphic designers' sketching processes and results when using traditional and digital tools; (2) examine how graphic designers display conceptual processes and conceptual outputs using traditional and digital tools, which would shed light on how they discover creative processes and ideas; (3) suggest implications for developing computer aids in graphic design to support the conceptual stage of the design process. Using a video/audio retrospective protocol and a quantitative statistics analysis, this study identifies two dimensions and six characteristics of design sketch activity. Results of this study also show that traditional tool has advantages over digital tool, in terms of greater number of sketches generated, higher originality of sketches, greater fluency of design thinking, more design solutions produced, better approaches to concept generation. Finally, according to the six characteristics of design sketch activity obtained, a technique capable of qualitative, quantitative, systematic and inductive analysis is proposed to assist the recording and structuring of a graphic designer's sketching when using different tools.

Keywords: Sketching, Conceptual design, Traditional tool (paper & pencil), Digital tool (computer)

¹ Department of Information and Design, Asia University

