

紙筆與電腦工具對設計專家與設計生手 草圖行爲的評估與分析

Evaluation and Analysis of Designer Experts and Novices' Sketching Activities with Traditional and Digital Tools

*陳慧霞 Hui-Hsia Chen

**游萬來 Manlai You

*國立雲林科技大學 設計學研究所 博士候選人

*Ph.D. Candidate / Graduate School of Design,
National Yunlin University of Science and Technology

**國立雲林科技大學 設計學研究所 教授

**Professor / Graduate School of Design,
National Yunlin University of Science and Technology



摘要

電腦工具改變了設計行為，開啓電腦輔助概念設計議題的探討，不同經驗的設計專家與生手，因不同工具的使用造成草圖行為的差異。基於兩大議題的整合性，本研究目標：比較設計專家與生手在概念設計階段使用電腦與紙筆工具，第一，草圖行為的差異？不同特徵的草圖行為表現？第二，設計者與草圖進行溝通互動的過程（「看」與「動」的行為）分析？第三，構想過程與構想成果的異同？第四，提出兼具量化與質性的評估工具（2 構面與 6 大指標）分析方法來紀錄與解構草圖行為。結果發現使用紙筆工具的設計專家與生手有別於使用電腦工具的草圖行為，包含草圖數量多、獨特性高、思考流暢度佳、較佳的構想搜尋模式等；專家的概念構想模式，可作為生手提升為專家的學習目標；專家與生手皆指出電腦工具的視覺化特性不會明顯影響進行設計問題的評估，但使用紙筆工具，卻可以快速表達構想、易於觀察圖像造形與執行「判斷的看」動作，同時所產生的觸覺心理因素，是電腦工具無法取代的。

關鍵字：草圖行為、紙筆工具、設計生手、設計專家、電腦工具、設計教育

Abstract

Computer tool has changed the behavior of design, and explore the issues of computer aided conceptual design. Designers' sketching and thinking have been changed in accordance with different design tools in the conceptual stage. This study explores and analyzes the comparison between designers' sketching in traditional and digital tools. The aims are: 1. Comparing the differences of novice and expert designers' sketching with traditional and digital tools and finding some characteristics to decompose sketching; 2. Proposing a method on analyzing the interactive communication process (seeing-moving-seeing); 3. Detecting the similarities as well as differences on conceptual process and its outcomes; 4. Proposing a technique that consists of qualitative and quantitative analysis to record designers' sketching and identify 2 dimensions and 6 characteristics. Results show that traditional tool has advantages over the digital tool, such as more number of sketches generated, higher originality of sketches, excellent fluency of design thinking, an ideal approach for concept generation adapted, etc. This study provides an expert's approach for concept generation in order to make it a learning motivation for novices to upgrade to expert designers and a reference for design education. Both experts and novices have stated that visualization of

computer tools would not exert an apparent compact on design evaluation and application. With traditional tool, however, it would be easier for them not only to express their ideation, but also to observe the sketches with judgment. Finally, computer tools can never replace traditional tool in the way that the latter can influence people physiologically through their tactility.

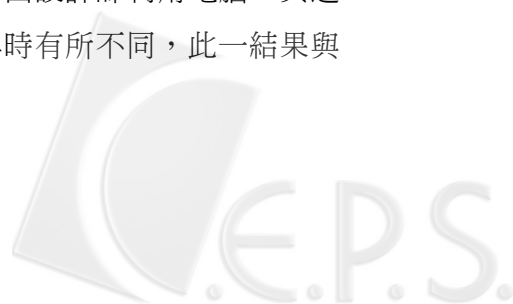
Keywords: digital tool (computer), expert designer, novice designer, sketching, traditional tool (paper & pencil), design education

壹、緒論

一、研究緣起

草圖是概念設計階段中重要且不可或缺的部分(Cross, 1994; Lawson, 1994; Pipes, 1990)。設計師大量利用手繪的草圖來表達構想，並將它視為一種主要在概念構想時，與他人進行溝通構想設計的方法。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(Jenkins, 1993)，然而隨著新工具—電腦的產生，電腦輔助設計(CAD, computer aided design)便對紙筆設計產生了很大的衝擊，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)(Flemming, 1987; Stiny & Mitchell, 1978; Stiny, 1980)、專家系統(expert systems)(Jindo, Hirasago & Nagamachi, 1995)、設計知識系統(knowledge-based systems)(Liu, 1991)等，但大部分的研究主要還是侷限在設計過程中的後期階段，直到 1990 年代以後，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)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形設計(FSD, fast shape design)的 CAD 軟體系統工具雛型，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 與 Vergeest (1998)進行探討 CACD 階段所需的功能與特點為何，並提出 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，並比較設計專家與生手使用紙筆工具或電腦工具對草圖行為的差異比較。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(Elsas & Vergeest, 1998; Verstijnen, Hennessey, Leeuwen, Van Hamel & Goldschmidt, 1998)。但是也有研究者提出不同的看法，如 Madrazo (1999)提出，利用電腦所產生的視覺呈現有助於設計師對造形的瞭解，並且有助於視覺思考；Marx (2000)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，比紙筆工具更能加速設計師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師利用電腦工具進行概念構想時，其設計思考與草圖行為的確與使用紙筆工具時有所不同，此一結果與 Bilda 與 Demirkan (2000) 等人的推論相同。



除此之外，從文獻探討中也發現到，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 CACD 等相關議題，皆以建築與工業設計領域為主（Scrivener, 1993；Van Dijk, 1995），但實際上，在設計實務中，卻發現平面設計師直接使用電腦工具進行概念設計的比例最高，卻顯少有相關研究探討平面設計師進行電腦輔助概念設計（CACD）的草圖行為，加上草圖行為的相關研究，大多進行理論性與描述性的探討，很少有透過量化統計的實證研究。因此，本研究將針對平面設計領域，進行目前所欠缺的研究，就是解開平面設計專家與生手在使用紙筆與電腦工具進行概念設計時，其草圖行為、設計思考、設計成果、以及採用的概念構想搜尋模式等方面有何不同？再者電腦工具是否影響構想設計時的產出成果等議題，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有系統且兼具量化質性的評估工具與分析方法。

二、研究目的

基於以上的研究動機，本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：第一，設計專家與生手分別在使用電腦與紙筆工具進行概念構想時的草圖行為活動的差異性比較？並找出概念設計階段中的草圖行為有哪些不同特徵的活動？第二，如何分析在概念構想階段設計師使用不同工具與草圖進行溝通互動的過程（「看」與「動」的行為）？第三，專家與生手利用不同的工具進行概念構想，所產出的構想過程與構想成果有何不同，及其表現為何？第四，提出一個兼具量化與質性的評估工具與方法來分析與紀錄概念設計中的草圖行為。

三、研究範圍與限制

針對平面設計領域為本研究範圍，其原因為 CACD 議題，皆以建築設計為主，少部分在工業設計領域中探討（Scrivener, 1993；Van Dijk, 1995）。然而在設計實務中，平面設計師直接使用電腦工具進行概念構想設計的比例比建築與工業設計領域還高。本研究期望參考建築與工業設計領域所發現的結果，來開啓平面設計草圖行為研究的初探。

因不同型態的設計人員眾多且區分困難，本研究中採用設計生手，大學設計科系的大三學生，修過設計基礎課程，具備相等程度的手繪與電腦能力；設計專家，學習

過專業的設計知識，於碩士畢業後從事設計實務經驗 9 年以上，熟練手繪與電腦能力。本研究僅針對這兩類被一般社會所熟知的設計人員類型，將不針對其它類型的設計人員進行探討。

在不同工具的使用進行差異性比較中，包含兩種：紙筆工具與電腦工具，其中紙筆工具採用最基本的鉛筆與紙，而電腦工具因普遍性與一般性的議題，並排除數位筆的操控，而採用現行流通的電腦軟體（Illustrator）且利用滑鼠操控。

貳、文獻探討

一、概念設計與草圖行爲

概念設計本身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，亦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去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既有的構想。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。

在概念構想過程中，草圖行爲被視爲是一種直接的動作，且大部分的設計師認爲，手繪草圖對概念設計的初期階段是相當重要的。草圖行爲是一種構想表現的語言，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，過程中透過手眼間的互動合作，在紙上構想並產生草圖。

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。設計師認爲草圖與創新和創造力有相關（Purcell & Gero, 1998），因爲概念設計階段通常具不準確與隨時可轉換目標的特性（McGown, Green & Rodgers, 1998）。過程中，草圖廣泛地被用來表達構想設計，甚至有時候被看作是一種設計動作中的反思行爲（reflection-in-action）（Schön, 1983）。Schön（1983）提出，透過草圖行爲，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（1983）注意到具自發性的草圖行爲，與具穩定性的草圖線條筆觸，可作爲後續未來設計時，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，但卻顯少有研究針對使用電腦與紙筆工具的草圖行為活動與構想成果有何不同進行探討，以及設計專家與生手在草圖行為表現上的差異為何？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概念構想產生的工具與方法，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 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紙筆或電腦工具進行概念構想設計時的草圖行為。

二、設計者與使用工具之間的互動過程

Schön 與 Wiggins 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師與使用工具之間對話的過程（design is a reflective conversation with materials），設計師運用不同類型的看：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。

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、畫符號以及寫文字等（Suwa, Purcell & Gero, 1998）。

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企圖透過對工具本身的特性與設計師使用紙筆工具時設計行為的解釋，來建構設計師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）藉由分析紙筆工具的特性，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、強大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 與 Barber（2001）則透過使用單一電腦工具為設計的實驗發現，電腦從紙筆設計中由「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）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），以及在注意焦點的轉移後傾向持續往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是可行的；在電腦工具的特性而言，Wong（2000）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）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師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，設計過程受不同工具使用的影響與進行電腦工具的可行性探討以及優缺點，但對於提出電腦工具的使用可以提升創造力的發揮與有效協助概念構想產生的過程等論點，恐有疏漏，值得進一步探討。再者沒有研究結果提出一套兼具系統化、量化與質性的草圖行為分析方法，將構想的過程與成果相互比較，並透過質性的觀察，找出草圖行為的現象本質。此外在平面設計領域，欠缺探討相關設計思考與草圖行為的研究，以及不同工具的使用造成設計師的草圖行為表現的差異是否與建築、工業設計領域的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專家與生手使用紙筆與電腦工具的不同進行草圖行為的探討，並提出評估平面設計師的草圖行為的工具與分析方法。

三、構想產生的搜尋模式

（一）設計思考的轉換型態

設計師透過一連串速成的草圖，反復循環進行圖像的轉換，發現每一個草圖都有可能刺激設計師心中其他更多構想的產生，隨著反復轉換的過程發展中將構想漸漸具體化。Goel（1995）認為，手繪草圖具有語句構造的、語義的、或模糊的特質，在問題解決的創造性與探索性中，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。

Goldschmidt（1991）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，引發具創意性的聯想。設計草圖過程的視覺思考相關研究中，Scrivener 與 Clark (1994) 將繪製草圖的過程路起來，倒著播放來觀察草圖產生的過程，發現草圖的過程使經由一部份接著一部份 (part by part) 的過程所產生的。Goel (1995) 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：第一、由一個構想轉換至另一個構想的水平思考轉換 (lateral transformation)，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；第二、針對同一個構想，發展更細部設計的垂直思考轉換 (vertical transformation)，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。

Manolya (1998) 等人提出設計師在繪製草圖的過程中，會先將設計題目分解，而且會產生一定的繪圖順序。同時有學者提出一個複雜的組合物 (complex junctions)，是由相互配合變形的物體所結合而成的，如果一個物體要去配合另一個物體，必須透過變形才能搭配 (Verstijnen et al., 1998)。Liu (1996) 結合了相關的研究提出了草圖的認知行為可以分成兩種過程：辨識 (recognition) 及轉換 (transformation)，在辨識過程中，設計師注意力集中在以探照燈的方式，來搜尋他們曾經看過的圖形加以辨識；在辨識之後，會將所看到的物體編碼，同時放入短期記憶 (Short-time Memory, STM) 或是工作記憶體 (working memory) 中；在轉換過程中，設計師會依照所辨識的圖形，在長期記憶中找尋轉換的原則，將原來所辨識的圖形轉換成另一個圖形。

根據有關創造力與設計的研究結果 (Cross, 1994; Guilford, 1970; Pugh, 1991; Roozenburg & Eekels, 1995)，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 (圖 1) (Liu & Bligh, 2003)。Cross (1994) 與 Pugh (1991) (圖 2) 也提出最佳概念構想產生的兩項共通特性：第一，設計的過程是由擴散與收斂步驟重複交替所組成的；第二，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。

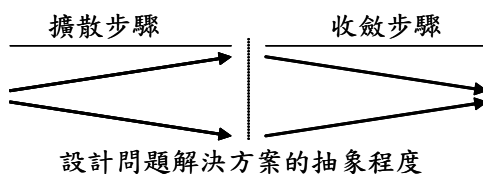


圖 1 結合擴散與收斂步驟的設計過程

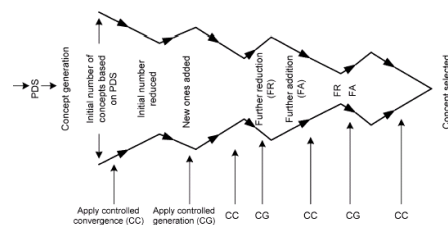
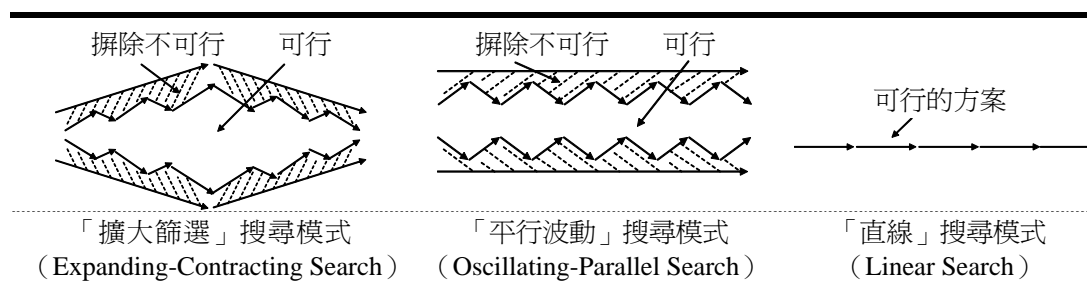


圖 2 Pugh (1991) 所提概念構想產生與篩選

Chen 與 You (2004) 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類型：「擴大篩選」(Expanding-Contracting Search) 搜尋模式、

「平行波動」搜尋（Oscillating-Parallel Search）模式與「直線」搜尋（Linear Search）模式（表 1），其中「擴大篩選」搜尋模式與 Cross 與 Pugh 所提的最佳概念構想產生的模式相同。本研究將採用這 3 種構想產生的類型來分析實驗設計中設計師的草圖行為。

表 1 概念構想產生的類型



（二）設計專家的搜尋模式

在心理學研究中發現，人們會運用過去相關的知識來解決目前所面對的問題，也就是一個能解決問題的人，必須擁有大量的知識與經驗，來幫助呈現及發現有意義的問題，並產生解決問題的架構，進而以一定的方式來解決類似的問題（Medin, Ross, & Markman, 2001）。在設計領域中也有類似的情形，設計師會以相關的設計知識及經驗，解決面臨的設計問題；然而設計師必須具備多少設計的專業知識，要有什麼樣的知識結構，要經過多少時間的經驗累積，才能成爲一個可解決某一特定設計問題的設計專家等議題，值得進行探討。故本研究將有關設計專家與生手在構想產生的搜尋模式上的研究結果整理於下表 2。

表 2 設計專家與生手在構想產生的搜尋模式的相關研究一覽表

年代	生手	專家
Larkin (1981)	目標導向 (goal-driven) 的搜尋模式	資料導向 (data-driven) 的搜尋模式
Anderson (1983)	深度優先 (depth-first) 的搜尋模式	廣度優先 (breadth-first) 的搜尋模式
Akin (1990)		豐富的設計知識與經驗，可立即考量新的設計情境，快速地針對關鍵性的議題加以探討。
Simon (1999)		同時具備辨別設計狀態的能力、聯想相關的知識，及解決目前所面臨的問題。
Lloyd Scott (1994)	利用整體的策略 (global strategies) 來分解並重組設計問題	利用局部的策略 (localized strategies) 來分解並重組設計問題
Suwa & Tversky (2001)		具積極的感知能力 (建構、修改、及詮釋草圖的設計經驗)、高度的詮釋能力、較低的“定形效應”

(接下表)



(接上表)

Bonnardel & Marmeche (2001)	具喚起的過程 (analogy-making)， 可產生較多的構想。(使用不同的 來源喚起創造力行為的靈感，開啓 新構想的探索空間)
-----------------------------------	---

四、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 (Cross, 1999; Schön, 1983)，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) (Dorst & Dijkhuis, 1996)。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，以及重複性的解釋敘述等現象 (Simon, 1992)。回溯法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等的現象。影音回溯法 (video/audio retrospective protocols) (Suwa & Tversky, 1997) 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 與 Tang (2001) 在放聲思考法及影音回溯法的比較研究中發現，兩者在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。

參、研究設計

一、研究方法與實施

本研究中，受測者 4 名，分別為設計專家 E1、E2 與設計生手 N1、N2；其中，設計專家 E1、E2 皆有從事平面設計工作 9 年的經驗，熟練紙筆與電腦工具操作；設計生手 N1、N2 為大三視覺傳達設計系學生，修過基礎的設計課程，具備相等程度的手繪與電腦能力。在實驗中分為設計專家 E1 與設計生手 N1 使用紙筆工具進行草圖發想，

稱為手繪組；設計專家 E2 與設計生手 N2 則使用電腦工具，稱為電腦組。

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。

實驗室的設置則利用攝影機全程攝影，研究者可從另一隱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 與 Gero (1998) 在進行相關研究時所設置的相同。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。由於口述分析方法都有其研究上的優點及限制，然而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，並採實證研究並透過量化與質性的方法分析並得到結論。

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。

二、研究架構

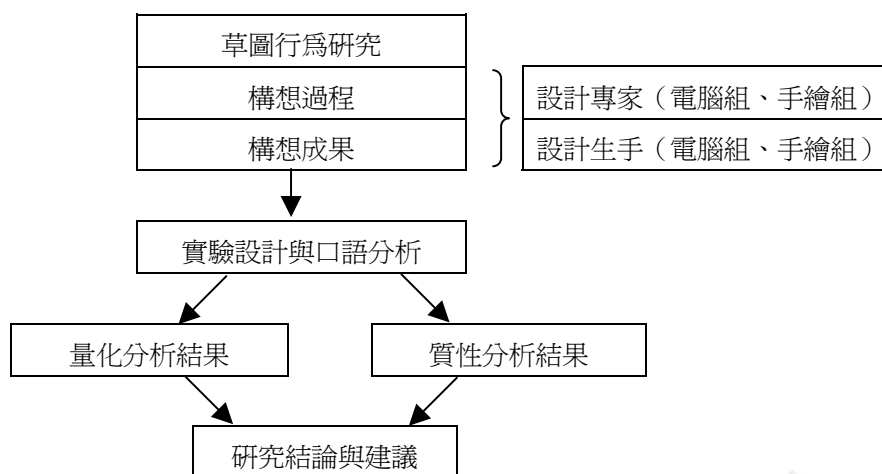


圖 3 研究架構圖

三、草圖行為的評估指標定義

(一) 構想草圖 (conceptual sketch) 的區分

構想草圖不同於其它如被設計師所採用完成稿或工程製圖。構想草圖包含粗糙的或精細的圖形與文字，通常具有下列次要功能：第一，作為設計師利用草圖呈現構想給顧客時的溝通之用；第二，作為提供生產製造時的參考藍圖。本研究使用類似 Goel (1995) 所採用的研究方法，依照草圖完成的時間先後順序區分出在單張畫紙上的每一個構想的草圖，並找出草圖間的關聯性，以實驗設計中的設計生手 N1 所完成的草圖為範例 (圖 4)。

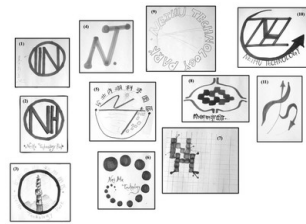


圖 4 設計生手 N1 的設計草圖的區分範例

(二) 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 (1995) 區分草圖行為的分類方法來分析受測者的設計思考轉換的比例與傾向。

2. 概念構想產生的搜尋類型區分

本研究將採用 Chen 與 You (2004) 所提的「擴大篩選」(Expanding-Contracting Search) 搜尋模式、「平行波動」搜尋 (Oscillating-Parallel Search) 模式與「直線」搜尋 (Linear Search) 模式 3 種構想產生的類型 (表 1) 來分析實驗設計中 2 名平面設計專家與 2 名平面設計生手的草圖行為。

3. 草圖行為動作編碼系統的建立與區分

為探討「看—動—看」模型中「看」與「動」的設計行為在設計專家與設計生手使用紙筆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) 「看—動—看」的理論模型為基礎，同時參考設計行為的相關研究，針對設計師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 (1992) 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師，在設計的處理上以 2D 空間為主，所以改以配置

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 與 Tversky (1997) 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, 將設計師的繪圖行為分為「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師採用電腦繪圖軟體的操作指令, 以「複製物件」取代「反復描繪」編碼的系統。對於「看」與「動」編碼系統定義內容請見表 3 的說明與區分。

表 3 「看」與「動」方面的動作編碼系統

「看」方面		
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。
「動」方面		
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"> 反復描繪（指在紙上的動作）：對同一物件上進行反復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。

（三）構想成果（Output）的評估定義

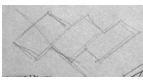

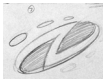


1. 複雜度的程度區分

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 (1995) 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 (1995) 在建築設計領域中所提草圖複雜程度的區分外，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，基於實驗過程中設計專家與生手的草圖，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 4)。基本上，將所有設計師的草圖區分為 5 個等級，複雜度最低的為第 1 級，複雜度最高的為第 5 級。

在本研究中，草圖複雜度的區分定義，包含了兩大部分：第一，提供「圖面的訊息量」，即構想草圖的複雜程度：Level 1-Level 5；第二，提供「概念構想的複雜度」，顯示設計者對設計主題與設計規格的了解程度。

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；利用不同的粗細的線條表現。	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) (習嘉, 1992; 池蓉姬, 2003) 基本的構建不應單指某一造形元素 (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，而是在於其是否可以適當地經由約定俗成方式指謂某件事的意義，且符合脈絡的內涵。本研究中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 (習嘉, 1992; 池蓉姬, 2003) 可分為三大類 (如表 5)：表音符號 (phonogram)、表形符號 (logogram) 和圖畫 (image)，說明如下：

- A. 表音符號，又可分為連成詞語甚至句子的連字符號 (logotype)，以及一個或多個字母構形的組字符號 (monogram)，這兩種的符號造形主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。
- B. 表形符號，可分為兩種：第一，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


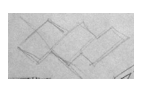
機圖形；第二，圖像的符號化接近圖畫的符號稱為象形符號 (pictorial sign)，指對人物、動植物、宇宙現象、或自然景物等具體形象進行修飾、簡化、概括、誇張而形成的具體圖形。

C.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。

D.除此之外，介乎於表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表 (表 5)，並將實驗過程中手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，將設計專家與生手的草圖區分為表音、表形、與圖形等 3 大類，以及分為連字、組字、音形、抽象、形徵、象形、和圖畫等 7 種圖譜。

表 5 圖像符號造形認知表

大類	圖譜	基本性質	特徵	圖例
表音 (phonogram)	連字 (格律) (logotype)	語音的 視覺化	由字母按次序連合為音素、詞語、句子，直接表達語音含義。	
	組字 (monogram)		由一個或多個字母組合，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。	



肆、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或紙筆工具的設計專家與生手在概念設計階段時的草圖行為表現，並解開長期被學者專家稱為黑箱的設計活動。實驗數據將分別進行量化與質性分析，量化分析包含 2 個構面，分別為構想過程（process）與構想成果（output）。其中，解構構想過程的 3 項指標：第一，基於思考活動的轉換比例，顯示設計師在進行水平垂直思考轉換時的彈性度；第二，利用構想產生的搜尋類型，分析出設計師的搜尋模式與設計策略；第三，「看」與「動」的行為轉換，了解設計師在觀看與繪圖行為上各動作的互動過程。而構想成果利用下列 3 項指標來解析：第一，草圖數量，追蹤與了解設計師的草圖發想過程的流暢度；第二，草圖複雜度的演化發展，得知設計師對設計問題的清楚度以及設計師如何搜尋可能的問題解決方案；第三，運用圖像符號的分類，呈現出設計師草圖構想的主題、意涵與造形。

至於質性分析的部分，藉影音回溯的口語資料的分析與整理，以及對設計師草圖發想過程的影像資料的觀察，將口語的文本資料分類、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存在而已。

一、量化分析

（一）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（表 6），分析每位設計者在數量和水平垂直思考轉換之間的關係。更進一步，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。

設計專家 E1、生手 N1 分別在實驗階段中採水平垂直佔 44:56%、57:43% 思考模式進行草圖概念構想；設計專家 E2、生手 N2 則採完全的垂直思考，故設計者的水平垂直思考因不同工具的使用有很大的差異；設計專家與生手分別在水平垂直思考的平均值百分比分別為 22:78%、29:71%，垂直思考的比例高出水平比例約 2.5-3.5 倍，但使用紙筆工具的設計專家與生手在水平垂直思考的平均值百分比為 50:50%，與使用電腦

工具的設計專家與生手在水平垂直思考的平均值百分比為 0:100% 的模式截然不同，推究其原因為使用電腦工具的設計專家與生手大多只構想出 1-3 個草圖，傾向單一設計主題與方向，直接由「思考至構想」的思考模式進行造形、顏色等細微的思考；相對的，使用紙筆工具的設計專家與生手則由「草圖至構想」的思考模式，所以平均構想出 11-29 個草圖，對於設計的主題與方向較多元，且水平垂直思考的比例較平均。這個現象與 Hanna 與 Barber (2001) 提出的理論相同。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)。

表 6 設計者在水平 (Lateral) : 垂直 (Vertical) 思考比例、草圖數量、草圖複雜度統計表


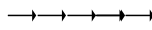

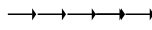
	手繪組		電腦組		平均值
	水平 (Lateral) : 垂直 (Vertical) 思考比例				
設計專家	E1	44:56%	E2	0:100%	22:78%
設計生手	N1	57:43%	N2	0:100%	29:71%
平均值		50:50%		0:100%	
	草圖數量				
專家設計	E1	29	E2	3	16
生手設計	N1	11	N2	1	6
平均值		20		2	
	草圖複雜度 (complexity)				
專家設計	E1	3-4	E2	4-5	3.5-4.5
生手設計	N1	1.8-2.5	N2	4-5	2.9-3.8
平均值		2.4-3.3		4-5	

2. 構想產生的搜尋模式

依據 Chen 與 You (2004) 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 (表 7)。其中，使用紙筆工具的設計專家 E1 採用「擴大篩選」搜尋模式 (Expanding-Contracting Search)，分為兩部分，首先藉由擴張與收斂步驟將構想草圖的搜尋空間達到顛峰後，第二部份進行篩選與評估，並有效縮小搜尋範圍，找到最佳的構想設計，此與 Cross (1994) 與 Pugh (1991) 所提出的最佳搜尋模式相同；使用紙筆工具的設計生手 N1 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；使用電腦工具的設計專家 E2、設計生手 N2 皆採用「直線」搜尋模式 (Linear Search)，針對單一構想進行精緻度的製作，並也發現直

線的搜尋模式，阻礙的水平發現，並有早期構想僵化的現象產生，與採用由「思考至構想」的思考模式有其相關性。然而，發現設計專家 E1 的搜尋模式與工業設計領域中使用紙筆工具進行概念設計的設計專家所採用的搜尋模式相同 (Chen & You, 2004)，皆屬較佳的概念構想產生的模式。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 設計者概念構想的搜尋模式

		手繪組	電腦組	
設計專家	E1		E2	
設計生手	N1		N2	

3. 「看」與「動」的行為轉換

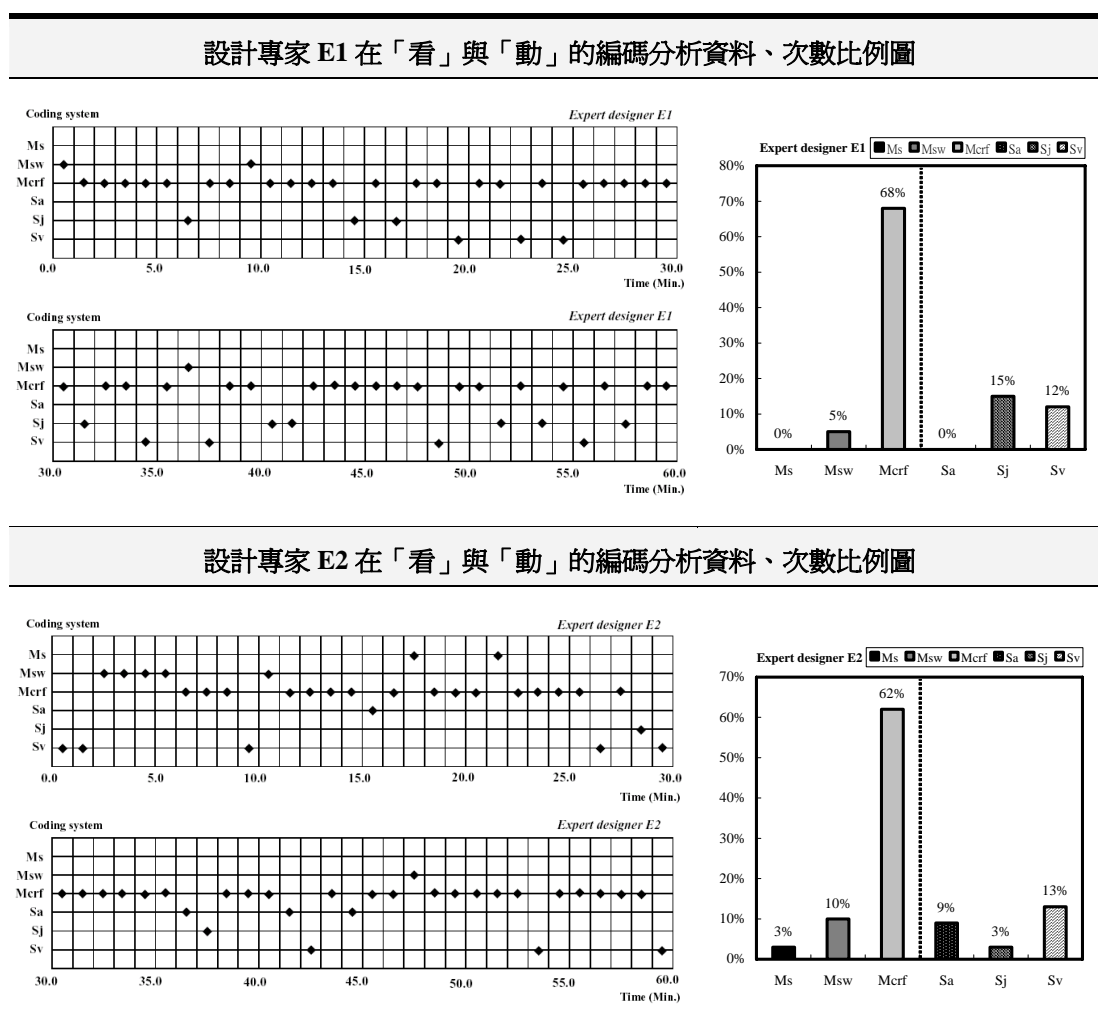
以 Schön (1992)「看—動—看」的理論模型為基礎，並參考設計行為的相關研究，以及依據平面設計領域的設計行為，針對設計者與使用工具的互動過程中的「看」與「動」進行修正並予以編碼。表 8 為所有設計者的編碼分析資料，時間為 1 小時 (60 分鐘)，呈現每位設計者在「看」與「動」的行為轉換情況，以及顯示所有設計者在「看」與「動」行為中不同動作的次數比例，並發現無論是設計專家或生手在「動」的行為次數比例高於「看」的行為次數比例有 2.8-5.6 倍之多，其中又以「物件建立與修改」(Mcrf) 的動作次數所佔的比例最高。此外，在「物件建立與修改」動作中，發現使用電腦工具的設計專家與生手以「物件修改」動作次數居多，與「思考至構想」的思考模式有關，所以造成設計者在草圖數量上較少、草圖複雜度較高，與傾向垂直思考的草圖行為表現；而使用紙筆工具的設計專家與生手以「物件建立」動作次數居多，與「草圖至構想」的思考模式有關，故產生的草圖數量較多，草圖複雜度較低的結果。

首先，在「動」方面，設計專家 E1、E2，皆以「物件建立與修改」(Mcrf) 動作次數比例最高，其次是「非圖像物件的產生」(Msw) 與「描繪物件」(Ms) 動作；但設計生手 N1、N2 卻完全不同，從表 8 得知，設計生手 N1 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」和「描繪物件」動作，與設計專家 E1、E2 相同，但設計生手 N2 卻以「物件建立與修改」動作次數比例最高，其次是「描繪物件」，最後才是「非圖像物件的產生」。

而在「看」方面，兩組的設計者表現截然不同，電腦組設計者 E2、N2，在「配置

關係的看」(Sa) 動作次數上有不錯的比例，而「視覺的看」(Sv) 動作次數比例最低，與質性的觀察現象符合，發現電腦組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，其中設計生手的表現更明顯；然而手繪組設計者，卻與電腦組完全不同，設計專家 E1 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，設計生手 N1 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。由此可見，無論是設計專家或生手皆受電腦工具的使用影響，造成在概念設計行為中「看」的動作上，有明顯的一致性。但無論「動」或「看」的動作次數多寡，發現設計專家與生手的草圖行為模式皆基於 Schön 與 Wiggins (1992) 所提「看－動－看」的理論模型。

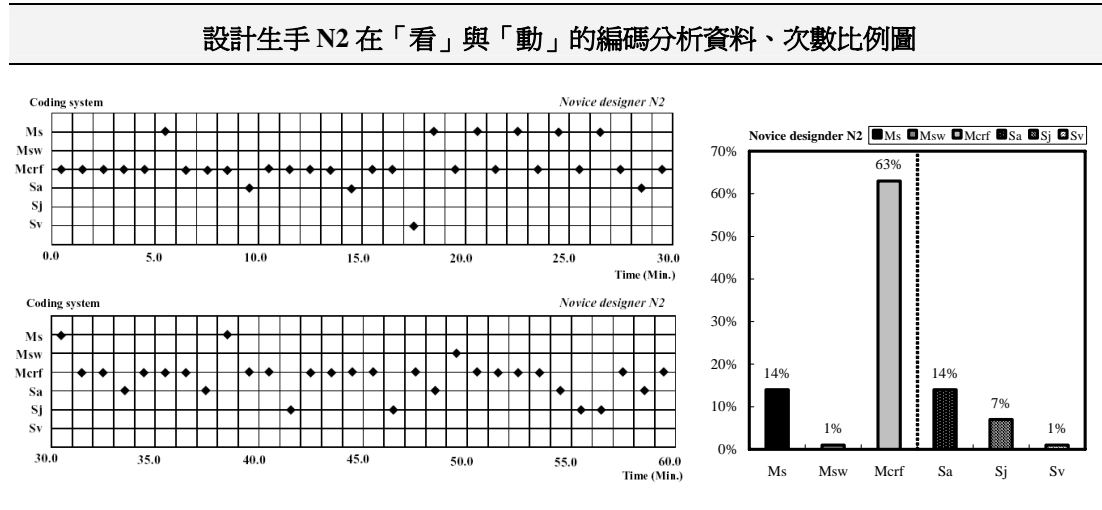
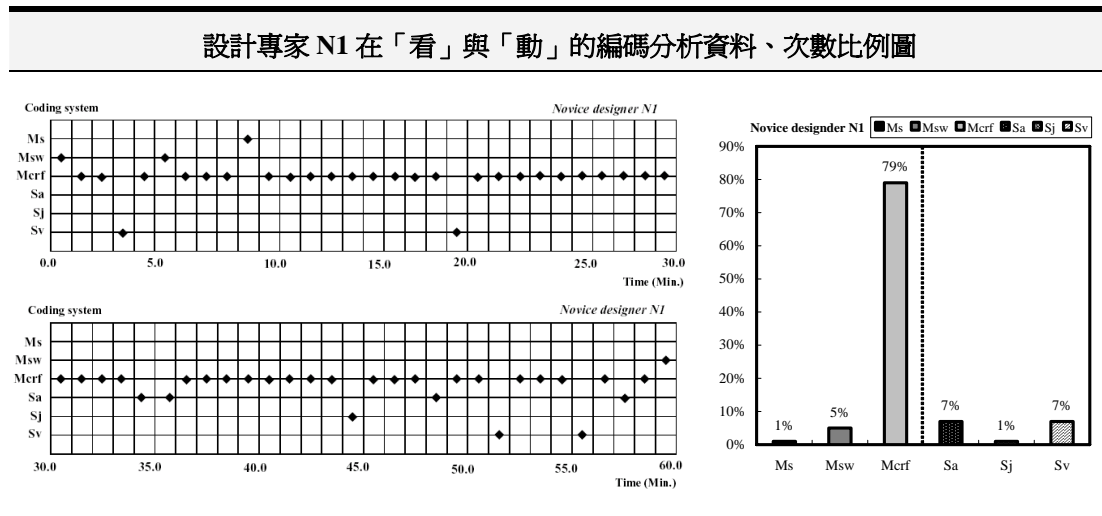
表 8 設計者在「看」與「動」的編碼分析資料與次數比例圖



(接下表)



(接上表)



(二) 構想成果 (Output)

1. 草圖數量

在評估構想成果的第一部分，從表 6 的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，發現設計專家與生手有相當大的差異，專家 E1、E2 產生的草圖數量，大約平均是 16 個草圖，其中專家 E1 的草圖數量為 29 個，而專家 E2 的草圖數量為 3 個；相對的，設計生手 N1、N2 產生的草圖數量，大約平均是 6 個草圖，其中生手 N1 的草圖數量為 11 個，而生手 N2 的草圖數量為 1 個，顯示專家產生的草圖高於生手約 2.6 倍。但從不同工具的使用來看，可以發現使用紙筆工具的專家 E1 與生手 N1 產生的草圖數量，大約平均是 20 個，比使用電腦工具的專家 E2 與生手 N2 顯然高出 10 倍，此顯然與使用電腦工具的思考模式由「思考至構想」，而使用紙筆工具的思考模式由「草圖至構想」，明顯地影響構想草圖數量的多寡。除此之外，值

得注意的是，發現使用電腦工具的設計專家與生手 E2、N2 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，利用不同粗細線條、陰影與色彩等，來增加草圖的精緻度與說明性。

2. 草圖複雜度

依據本研究中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度。大體而言，分析的結果呈現一些現象如下：第一，設計專家 E1、E2 的草圖複雜度大約在 3.5 至 4.5 範圍內（表 6），顯然高於設計生手 N1、N2 約 1.2 倍左右；第二，手繪組的設計者 E1、N1 的草圖複雜程度大約在 2.4 至 3.3 範圍內（表 6），顯示設計者的草圖複雜度低，此現象與電腦組的設計者 E2、N2 相反，草圖複雜度高（Level 4-5），推究其原因為手繪組設計者傾向水平垂直各半的思考方式，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，故草圖複雜度較低；相對的，電腦組設計者只針對 1-3 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；第三，設計者的草圖數量與草圖的複雜度呈負相關；第四，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；第五，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。

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 9 顯示了設計專家 E1、E2 與設計生手 N1、N2 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主，而電腦組設計者則完全有不同的表現，其中設計專家採用表形的圖譜表現方式，而設計生手則完全用圖畫的圖譜表現方式；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 8 項。分別為英文字母 N 為最多，其次為英文縮寫、中文字「內」或「湖」、建築物圖像、英文全名、抽象圖形、人形圖像、齒輪圖形。

從表 9 發現在連字圖譜中，以英文全名設計為最多；在組字圖譜中，以英文字母 N 設計為最多；在音形圖譜中，以英文縮寫設計為最多；在抽象圖譜中，以抽象圖形為主；在形徵圖譜中，以中文字「內」與英文字母 N 為主；在象形圖譜中，以建築物

圖像為主；在圖畫圖譜中，則以建築圖像、人形圖像、齒輪圖形為主。

表 9 設計者圖形符號造形認知統計表

	專家設計		生手設計		眾數值
	E1	E2	N1	N2	
表音	連字		2T ₃		T ₃
	組字	20T ₂	T ₂		T ₂
	音形	2T ₄	T ₄	6T ₄	T ₄
表形	抽象	T ₅			T ₅
	形徵	3T ₁ +3T ₂	T ₆	T ₄	T ₁ , T ₂ ,
	象形		T ₆		T ₆
圖畫			T ₆	T ₇ +T ₈	T ₆ ·T ₇ ·T ₈

註：T₁：中文字「內」；T₂：英文字母 N；T₃：英文全名；T₄：英文縮寫；T₅：抽象圖形；
T₆：建築物圖像；T₇：人形圖像；T₈：齒輪圖形。

二、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：

(一) 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，手繪組與電腦組的設計者一致認為草圖行為適合用於概念設計階段。

(二) 快速且簡單的捕捉與表達創意構想

在概念設計階段，設計者使用紙筆工具進行草圖行為，可較快速並簡單地進行構想草圖的表達，與紀錄概念構想產生的過程。

設計專家 E1 提到：

用紙筆時，思緒與思考可以同步。

設計專家 E2 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。

(三) 電腦工具無法取代紙筆工具成為創意啟發的工具

所有設計者皆不認為現有的電腦工具可以取代紙筆工具作為扮演創意構想的啟發工具，原因如下：

1. 花費時間長且回饋反應速度慢

設計專家 E1 說到：

有兩個比較大的問題，第一個是蠻花時間的，測試……嘗試時間是花很多時間，test 色塊色狀的平衡，而不是 follow 我已經想好的構想去做，而且是我認為浪費的時間，兩大問題，剛是一個，另外一個是，因為有些功能它可以做框的扭曲，然後或者是圖形的……那叫什麼……比方說裁剪功能或什麼的，有時候會冒出一種很有趣的狀況，比方說我圖層並沒有對得很好，可是它出現一個特別的形狀，我會因為那樣，停頓我原有的想法，再去 try……try……看，一樣是我認為，大部分都在浪費時間。

設計生手 N1 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，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

設計專家 E1 提到：

我卻一直陷在這個地方，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……我就阻斷了我繼續往下發展。

3. 不同於紙筆工具的觸感

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。

設計專家 E1 的感覺：

手感筆觸絕對影響很大，因為在線條的流暢跟比例，會在想法的時候，用手

去畫的時候覺得那一個角度或者是順暢度，是比較屬於我內心想的去找的，而且我可以去做修改，很快抓到那個角度，那樣很完整。

設計專家 E2 的感覺：

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。

設計生手 N2 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

設計專家 E1 談到：

直接在電腦上做絕對不會做很多，想法也不會多，只會有一、兩個，會用那一、兩個一直去做微調。

設計專家 E2 談到：

用手繪的，可能我已經畫了十幾個草圖。

設計生手 N2 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。

(四) 紙筆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。由於工具介面的差異性，在以紙筆工具的草圖繪圖介面上，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復且頻繁的「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。

(五) 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，而傾向主導性強的垂直思考，原因如下：

1.對同一線條進行多次的修正與調整

設計專家 E1 談到

尤其在曲線上，因為遷就關係到它的節點，抓一個曲線，它很漂亮，但這樣的一個曲線，它不代表他跟其他的空間位子的配置是好看的，純粹曲線沒問題，它就漏掉了當時串連起來的完整度。

設計專家 E2 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.反復調整細節，包括大小、形狀、位置與顏色上的選定

設計專家 N1 提到：

我花了很多時間在調整細節，精緻化，作視覺修正，包括大小狀形。

設計生手 N2 提到：

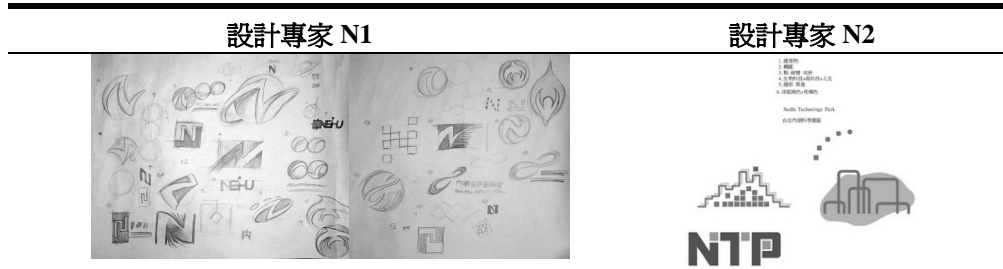
花最多時間在畫那個零件，原本想更準確一點，寬度大小都不一樣，所以花了很多時間在調整大小與造形，其次是色彩……可是……零件不夠精細，造形應該再更圓滑，兩個齒輪不夠順，應該兩個可以轉，會有喀！喀！的聲音與感覺。

3.無法有效瀏覽與審視整個構想過程的軌跡

由於手繪組的設計專家與生手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（表 10），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，停下來看自己構想的軌跡，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，電腦組的設計專家與生手無法方便隨時間的進行，瀏覽審視過去的構想軌跡，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勾起先前的回憶，造成早期構想的僵化，進而侷限水平思考的發展。

表 10 設計專家 N1 和 N2 的草圖構想軌跡



三、小結

藉由豐富且完整的口語與影像資料，構建出設計專家與生手的草圖行為與設計思維現象。資料的紀錄影響了分析與編碼的過程，爲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，使得設計者在如「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，無論是電腦組的設計專家或生手進行概念構想時，都會執行與處理很多寫實圖像的構想評估，而導致需花費較多的時間。

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，但設計專家與生手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，因爲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，成爲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，但在水平思考上的表現發揮確實受到嚴重的影響，也明顯呈現出單一的構想設計，造成早期構想的僵化，此與 Won (2001) 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) 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。但使用電腦工具進行概念設計時不需經草圖階段直接由「思考至構想」的思考模式，與使用紙筆工具由「草圖至構想」的思考模式截然不同，此與 Hanna 與 Barber (2001) 的研究發現相同，但關於「思考至構想」的思考模式對創造力與早期階段概念構想的構成有所幫助此論點有所質疑，雖然「思考至構想」的思考模式產生的構想設計，擁有接近完稿階段高品質的精緻度，但較少草圖數量的產出、傾向水平思

考的轉換與採用直線的搜尋模式等現象，卻不利於創造力的發揮與概念構想的形成。

從本研究的量化與質性的分析結果，可以解釋設計專家與生手使用不同工具的草圖行為表現差異。發現無論是設計專家或生手，在他們的設計教育過程中，總是使用手繪草圖作為設計認知的工具，因此在使用電腦工具的情況下，反而限制了他們的設計認知的互動行為。再者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、在手上抖動鉛筆的動作等等，這些都是被設計者認為是在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，可歸納出兩項：首先，構想過程的 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；其次，構想成果的 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，也發現本研究所提的指標與 1965 年 Torrance 所提出的創造力衡量指標有相同之處：第一，草圖數量（quantity）指標，與 Torrance 所提的流暢力（fluency）相同，評估設計師在設計主題的討論上提出許多可能的構想與想法，草圖數量多寡，顯示流暢力高低，但在某些情況下，由於有些草圖並不是在有知覺下思索過後的結果，反而是在進行精密思考前所產生的結果，所以草圖數量的多寡，不一定完全代表構想的流暢，還需藉由另 2 項指標：構想設計的「垂直水平思考轉換的比例」與「概念構想產生的搜尋模式」的結果顯示，才能確認；第二，垂直水平思考模式指標，與 Torrance 所提的變通力（flexibility）相同，評估設計師對問題的了解程度，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；第三，草圖複雜度指標，與 Torrance 所提的精緻度（elaboration）相同，評估設計師對設計主題與設計規格的了解程度，複雜度高低，顯示對設計主題與設計規格的了解程度；第四，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它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，顯示設計師草圖構想的獨創力低高；第五，概念構想的設計策略指標，作為了解設計師進行概念構想時的搜尋模式與設計策略；第六，「看」與「動」行為轉換指標，了解設計師在觀看與繪圖行為上動作間的互動過程。

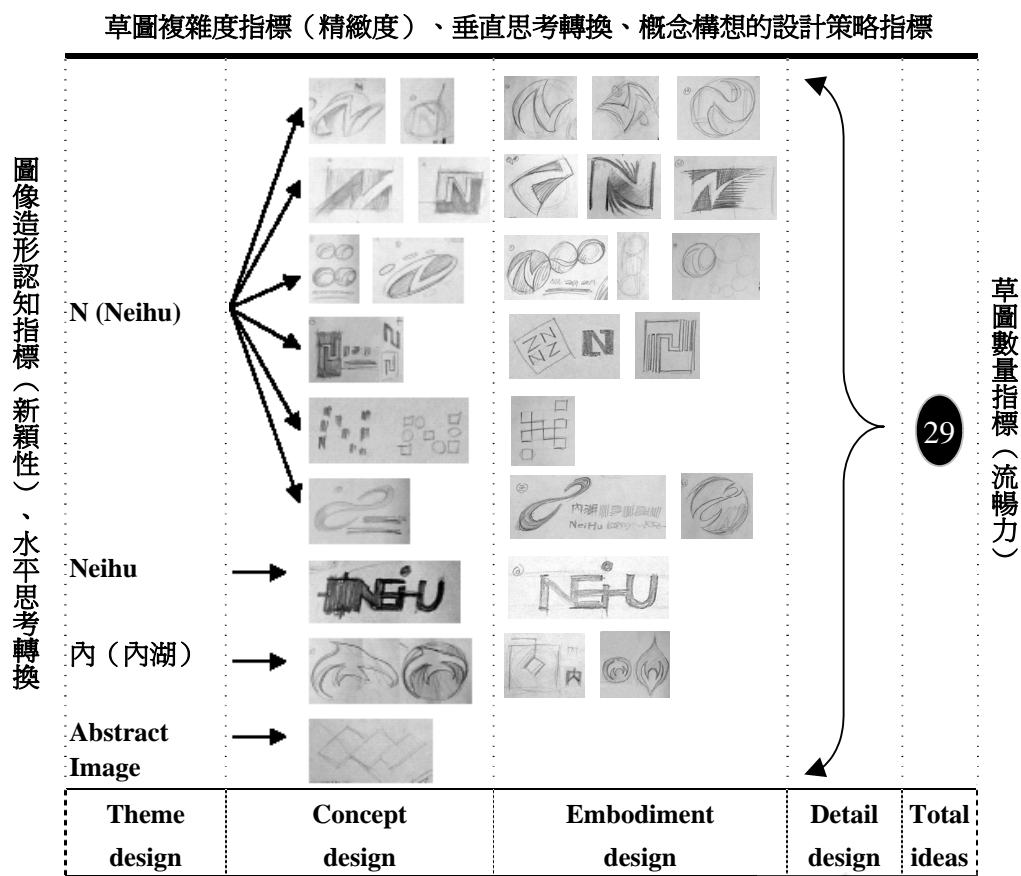
最後，本研究利用 2 個構面與 6 項指標的區分與描述，並依據概念構想的階段區分（表 11），建構平面設計師的整個概念構想發展的矩陣表（以表 12 設計專家 E1 的構想草圖發展為例），可以鉅細靡遺的解析平面設計人員使用不同工具時的草圖行為表

現，包含明確計算出構想草圖的數量、瞭解構想草圖間的相關性與延伸性、草圖發展的複雜、垂直水平思考的轉換與草圖的新穎性並有助於進行各項指標的量化分析，更可觀察構想軌跡的前後相關脈絡等，紀錄與追蹤草圖行為活動的特徵描述是相當耗時的，同時這樣的豐富資料的確對草圖行為的現象解析與描述有很大的助益，並作為設計人員與設計教育界的參考依據。

表 11 概念構想的階段區分 (Identification in conceptual phase)

主題設計 (Theme design)	依據主題的意義來選擇呈現構想設計的主要特徵。
概念設計 (Concept design)	進行構想設計可行的視覺呈現以符合整體設計結構的完整性。
體現設計 (Embodiment design)	調整與修正構想設計的配置呈現。
細部設計 (Detail design)	進行造形、角度、色彩等細微的設計考量與精緻化，以符合整體的構想設計。

表 12 設計專家 E1 的構想草圖區分與發展



伍、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口語分析，來瞭解不同工具對平面設計專家與生手的草圖行為的差異。除此之外，最重要的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，並針對在平面設計領域中使用不同工具的草圖行為活動現象，提出一有系統且量化的衡量工具與分析方法。

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紙筆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（1995）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，發現低第一，使用電腦工具的設計者，「修正」的動作次數比使用紙筆工具的設計者多，並遵循「繪畫」(draw)與「修正」(modify)的原則來設計；第二，電腦工具視覺化的互動特性並不會明顯造成設計者在進行設計問題的評估與應用上的差異；第三，在概念設計構想階段使用紙筆工具，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。

本研所得到的主要結論可歸納如下：

- 1.在平面設計領域，初次進行紙筆與電腦工具對設計專家與設計生手草圖行為的評估與分析研究，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，如 Garner（2001）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；
- 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巨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本質，將口語文本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，發現無論是設計專家與設計生手採用的搜尋方式，皆基於 Chen 與 You (2004) 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專家與生手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。除此之外，也發現使用紙筆工具的設計專家由於有較多的設計知識與經驗，所以其構想搜尋模式與 Cross (1994) 與 Pugh (1991) 所描述的最佳搜尋模式相同，因此擴大一篩選搜尋模式可作為設計生手學習最佳構想搜尋模式的方向與依據；
5. 在草圖數量上，使用紙筆工具的設計專家比使用電腦工具的設計專家產生較多的構想草圖，且構想創造的流暢力較佳，同時設計專家無論是使用紙筆工具或電腦工具，皆比設計生手產生較多的構想草圖，雖然在某些情況下，有些草圖並不是在有知覺下思索過後的結果，而是在進行精密思考前所產生的結果，但從本研究中設計專家在草圖數量與構想成果的表現上，發現無論是有意識或無意識下所產生的草圖，的確對設計思緒的順暢有所幫助，以及刺激設計者腦中更多構想上的可能性；
6. 在草圖線條的表現上，使用紙筆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，而使用紙筆工具的設計人員，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，又以設計生手更為嚴重；
9. 最後，本研究確透過草圖行為的 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，主要的目的在於發現與解析現在平面設計專家與生手使用不同工具進行概念構想設計時的草圖行為表現，並熟悉

量化研究的數據統計、質性研究典範的資料收集與分析方法。再者本研究未涵蓋平面設計所有的設計人員，故若欲將本研究結果直接推論至所有平面設計人員的草圖行為上，其適切性有待商榷。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評估方法，並分析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。最後，本研究的結果代表與意味著設計思考與行為上的其中一種可能性，並非強調其為定律，未來必須藉由多位從事相關研究者的結論與發現，才可讓此類研究蓬勃發展，才會有其共通性的結論產生。

本研究受測對象的樣本 4 名，2 名設計專家與 2 名設計生手，皆在平面設計教育的訓練與學習的過程中，利用紙筆工具進行概念設計被認為是設計人員必修的基本課程，直至今日，紙筆工具在概念設計上的使用，仍被視為是平面設計教育中不可或缺的一環，然而，電腦工具的普遍與進步，設計人員的早期手工完稿方式被現在電腦完稿方式所取代，進而 CACD 議題的探討，加上電腦工具的運用已遠超過我們的想像，對於未來的設計教育課程中，可能出現不再教導學生使用紙筆工具進行概念構想，而是教導學生直接使用電腦工具進行從概念構想至設計完稿階段。因為從本研究的結果發現，概念構想階段使用紙筆工具被認為是較理想也較適合的，即便是熟悉工具且使用多年電腦工具的專家設計，當然，設計教育的過程影響了設計人員的思考與本能性的問題，並在 Taşli 與 Erkip (2006) 的研究發現，設計領域的學生傾向使用電腦工具進行構想設計，而設計教師卻不支持使用電腦工具直接進行構想設計，因此未來可以針對在設計養成過程中，完全使用電腦工具作為思考方式的設計專家與設計生手間的差異性，以及有受過使用紙筆工具訓練的設計人員與無受過紙筆工具訓練直接使用電腦工具的設計人員之間的差異性，並找出未來概念構想設計階段的最佳工具。此外，在研究中也發現，無論是使用紙筆工具或電腦工具的設計專家，在構想成果與構想過程上都有較佳的表現，因此設計專家在各項指標上的表現，都是設計生手值得學習的方向與目標，透過設計專家的概念構想的發展的模擬與學習，來獲取較佳的構想設計。最後，在研究中無論是設計專家或生手皆指出電腦工具的功能雖完善，但卻無法滿足使用紙筆工具時所產生的觸感與筆感的心理因素，這的確是一個很難用言語形容的感受，但卻是設計者最強烈且直接的感受，深深地影響著設計者的草圖行為與設計思維。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，並評估與分析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紙筆工具與電腦工具，這是研究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。

引用文獻

中文部分：

習嘉（1992）。*商標設計 1000*。台北：台灣珠海。

池蓉姬（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*。未出版碩士論文，國立交通大學應用藝術研究所，新竹。

外文部分：

Akin, Ö. (1990). Necessary condition for expertise and creativity. *Design Studies*, 11(2), 107-113

Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bilda, Z., Demirkan, H., & 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).

Bonnardel, N. & Marmèche, E. (2001). Creative design activities: The evocation process and its evolution with regard to expertise. In J. Gero & M. L. Maher (Eds.), *Computational and cognitive models of creative design V* (pp. 189-204). Sydney: University of Sydney.

Chen, H. H., You, M., & Lee, C. F. (2003). The sketch in industrial design process. *Proceedings of the 6th Asian design conference* (CD ROM), Oct. 14-17, Japan: Tsukuba, F-26, 7 pp.

Chen, H. H. & You, M. (2004). The comparison between novice and expert designers' sketching in conceptual design. *Futureground 2004 international conference* (CD ROM), Nov. 17-21, Australia: Monash University.

Chen, S. C. (2001). Analysis of the use of computer media by expert and novice designers. In *Proceedings of computer aided architectural design and Research in Asia conference* (pp. 71-80). Sydney: University of Sydney.

Cross, N. (1994). *Engineering design methods, strategy or product design*. UK: John Wiley & Sons, Chichester.

Cross, N. (1999). Natural intelligence in design. *Design Studies*, 20(1), 25-39.

Dorst, D., & Dijkhuis, J. (1996). Comparing paradigms for describing design activity. In N. Cross, H. Christisnns, & K. Dorst (Eds.), *Analyzing design activity* (pp. 261-274). UK: John Wiley & Sons, Chichester.

Elsas, P. A. & Vergeest, J. S. M. (1998). New functionality for computer aided conceptual design: the displacement feature. *Design Studies*, 19(1), 81-102.

Flemming, U. (1987). More than the sum of parts: the grammar of Queen Anne Houses. *Environment Planning B*, 4, 323-350.

Garner, S. (2001). Comparing graphic actions between remote and proximal design teams. *Design Studies*, 22(4), 365-376.

- Gero, J. S. & Tang, H. H. (2001). Differences between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process. *Design Studies*, 21(3), 283-295.
- Goel, V. (1995). *Sketches of thought*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Goldschmidt, G. (1991). Dialectics of sketching. *Creative Research Journal*, 4(2), 123-143.
- Guilford, J.P. (1970). Traits of Creativity. In P. E. Vernon (Ed.), (Reprinted), *Creativity and its cultivation* (pp. 142–161). Harmondsworth: Creativity Penguin.
- Hanna, R. & Barber, T. (2001). An inquiry into computers in design: attitude before-attitudes after. *Design Studies*, 22(3), 255-281.
- Herbert, D.M. (1993). *Architectural study drawings*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Jenkins, D. L. & Martin, R.R. (1993). The importance of free-hand sketching in conceptual design: automatic sketch input. *American Society of Mechanical Division*, 53, 115-128.
- Jindo, T., Hirasago, K., & Nagamachi, M. (1995). Development of a design support system for office chairs using 3-D graphics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 49-62.
- Larkin, J. (1981). Enriching formal knowledge: A model for learning to solve textbook physics problems. In J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 321-335). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lawson, B. (1994). *Design in mind*. Oxford: Butterworth Architecture.
- Liu, Y. T. (1991). Schematic-designer: a knowledge-based CAD system for schematic design in architecture. *Design Studies*, 12(3), 151-167.
- Liu, Y. T. (1996). Is designing one search or two? A model of design thinking involving symbolism and connectionism. *Design Studies*, 17(4), 435-449.
- Liu, Y. C. & Bligh, T. (2003). Towards an “ideal” approach for concept generation. *Design Studies*, 24(4), 341-355.
- Lloyd, P. & Scott, P. (1995). Difference in similarity: interpreting the architectural design process. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 22, 383-406
- Madraza, L. (1999). Types and instances: A paradigm for teaching design with computers. *Design Studies*, 20, 177-193.
- Marx, J. (2000). A proposal for alternative methods for teaching digital design. *Automation in Construction*, 9, 19-35.
- McGown, A., Green, G., & Rodgers, P. (1998). Visible ideas: information patterns of conceptual sketch activity. *Design Studies*, 19(4), 431-453.
- Pipes, A. (1990). *Drawing for 3-dimensional design: Concepts, illustration, and presentation*. London: Thames and Hudson.
- Pugh, S. (1991). *Total design*. UK: Addison Wesley, Wokingham.
- Purcell, T. & 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*, 19(4), 389-430.

- Roozenburg, N. F. M., & Eekels, J. (1995). *Product design: Fundamentals and methods*. UK: Wiley & Sons, Chichester.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. London: Temple Smith.
- Schön, D. A. & Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their structures in designing. *Design Studies*, 13, 135-156.
- Scrivener, S. A. R. (1993). Designing at a distance via real-time designer-to-designer interaction. *Design Studies*, 14(3), 261-282.
- Scrivener, S. A. R. & Clark, S. M. (1994). Sketching in collaboration design. In L. Macdonald & J. Vince (Eds.), *Interacting virtual environment* (pp. 95-118). Chichester: Wiley.
- Simon, H.A. (1992). *The science of the artificial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Simon, H.A. (1999). *The science of the artificial* (3rd Ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Stiny, G. & Mitchell, W.J. (1978). The Palladian grammar. *Environment Planning B*, 5, 5-18.
- Stiny, G. (1980). Introduction to shape and shape grammars. *Environment Planning B*, 7, 343-351.
- Suwa, M. & Tversky, B. (1997). What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis. *Design Studies*, 18(4), 340-385.
- Suwa, M., Purcell, T. & Gero, J. (1998). Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designer cognitive actions. *Design Studies*, 19(4), 455-483.
- Suwa, M., Purcell, T. & Gero, J. (2001). Constructive perception in design. In *Proceedings of computational and cognitive models of creative design* (pp. 227-239).
- Taşlı, S. & Erkip, F. (2006). Attitudes of design students towards computer usage in design. *International Journal of Technology and Design Education*, 16, 79-95.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding creative behavior*. New York: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Van Dijk, C. G. C. (1995). New insights in computer-aided design. *Design Studies*, 16(1), 62-80.
- Verstijnen, I. M., Hennessey, J. M., Leeuwen, C., van Hamel, R., & Goldschmidt, G. (1998). Sketching and creative discovery. *Design Studies*, 19(4), 519-546.
- Won, B. H. (2001). The comparison between visual thinking using computer and conventional media in the concept generation stages of design. *Automation in Construction*, 10, 319-325.
- 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* (pp. 255-264). Singapore: National University of Singapore.

Evaluation and Analysis of Designer Experts and Novices' Sketching Activities with Traditional and Digital Tools

Hui-Hsia Chen¹

Manlai You²

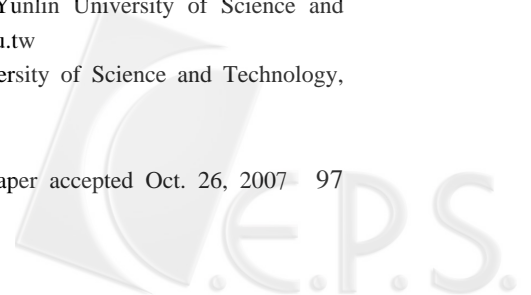
Summary

Computer tool has changed the behavior of design, and explore the issues of computer aided conceptual design (CACD). Also, designer experts and novices' sketching have been changed in accordance with different tools, especially for the graphic design. Therefore, this study aims to propose a systematic and quantitative method in evaluating graphic design experts and novices' sketching with traditional and digital tools at the conceptual stage. By one experiment and a video/audio retrospective protocol, this study identifies two dimensions (conceptual process and conceptual output) and six characteristics (quantity of sketch, complexity level of sketch, cognition and distinguish for configuration of iconic images, lateral and vertical transformation, mode of search for concept generation, and transformation of "Seeing" and "Moving" activity) of sketching. Based on results of this study, main conclusions are induced as follows:

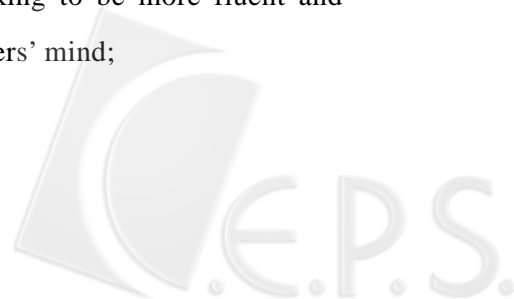
1. By exploring the sketching of experts and novices by employing different tools in the graphic design for the first time, this study validated once again the significance of freehand sketch for the conceptual design. Just as emphasized by Garner (2001), sketch is a presentation and configuration of image during the conceptual design. As for the reason why sketch is so important for the design activity, it lies in the

¹ Hui-Hsia Chen, Ph.D. Candidate, Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin, Republic of China. For contact, Email: grummit@asia.edu.tw

² Manlai You, Professor, Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology, Yunlin, Republic of China.



- characteristic of concretion on one hand, and on the other, the vagueness of sketch stimulates the interpretation of image so that avoids the phenomenon of rigidity for concept generation in the early design stage;
2. The two dimensions and six characteristics proposed in this study did decompose and describe designers' sketching in detail and as a whole, understand and track the transformation process and the context variation of the sketching and design thinking by designers employing different tools.
 3. Validated once again that the video/audio retrospective protocol analysis data is helpful for decomposing the sketching and attempted to present qualitative materials through quantitative data statistics. This study sorted out and induced the protocol data by combining with the video observation data based on the essence of qualitative research, and presented the design feeling and activity that is unperceivable;
 4. The search modes adopted by both experts and novices are all based on Expanding-Contracting Search, Oscillating-Parallel Search, and Linear Search presented by Chen and You (2004), and that the searching processes all include continuously repeated divergent and convergent process. Experts and novices employed digital tool all adopted Linear Search and were apt to vertical thinking, considering the design issues in detail and leading to a high complexity level of sketch, which is close to the final sketch stage. In addition, it's found that as experts who employ traditional tool possess more design knowledge and experience, their conceptual search mode is the same as the ideal search mode Cross (1994) and Pugh (1991) described. Therefore, Expanding-Contracting Search can be a direction and reference for novices to learn the ideal search mode;
 5. As regard to the quantity of sketch, it's found that experts produced more sketches by employing traditional tool compared with digital tool, with a better fluency of ideation. And no matter with traditional or digital tools, experts may produce more sketches than novice designer. Besides, the presentation of experts on sketch quantity and conceptual output shows that all the sketches no matter whether they are produced under consciousness do help the design thinking to be more fluent and stimulate the possibility for concept generation in designers' mind;



6. For the presentation of sketch lines and strokes, it's found that originated by the impact of different tools, the lines and strokes produced by traditional tool are more rough and wild while lines produced by digital tool are more regular and concrete. However, it's also found that obscure and indefinite sketches make it easier for a dialogue and mutual stimulation between designer and sketch;
7. As for the sketching action of "Moving", it's obvious that designer who employs digital tool produces more "Moving create revise figure" actions while designers employing traditional tool produces more actions of "Establishing new same", thus with a lower complexity level;
8. Designers are easy to be impacted by the prompt visual presentation effect of the computer and are prone to vertical thinking while blocking the exertion of lateral thinking, especially with novices;

Finally, it's found that either employing traditional or digital tools, experts have better presentation both on conceptual process and output. So the presentation of experts on each metric is a direction and objective for novices' learning and acquirement of better concepts for design through simulation and learning of experts' conceptual development process. And both experts and novices have pointed out that although functions of digital tool have been perfect, it's impossible to satisfy the inner demand of tactility generated with traditional tool, which is inexpressible but strong and direct feeling of designer and deeply influences the sketching and design thinking of designer. It's a great expectation to construct a systematic tool that is suitable for decomposing the sketching of graphic designer, evaluate the association between the process and output generated by employing different tools, and effectively assist graphic designers to exert the best design creativity and high efficiency in employing traditional and digital tools, which should be the objective and mission of graphic design educator and computer software tool developer.

Keywords: digital tool (computer), expert designer, novice designer, sketching, traditional tool (paper and pencil), design education