

利用眼動追蹤技術探討版式設計與 美感情緒之關聯性

Exploring the Relationship between Layout Design and Aesthetic Emotion through Eye Tracking Method

* 許峻誠 Chun-Cheng Hsu

** 陳韋呈 Wei-Cheng Chen

* 國立交通大學應用藝術研究所 副教授

* Associate Professor / Institute of Applied Arts, National Chiao Tung University

** 國立交通大學傳播研究所 碩士

** Master / Department of Communication and Technology, National Chiao Tung
University

有關本文的意見，請聯繫通訊作者許峻誠
For correspondence concerning this paper, please contact Chun-Cheng Hsu
Email: chuncheng@mail.nctu.edu.tw

摘要

編排形式的概念在日常生活中隨處可見，不管平面媒體或是立體空間，都需要經過編排設計，才能有好的視覺引導與美感經驗。不同版型與內容如何影響觀者的視覺動線和情緒，是設計實務與美感教育上的重要議題，然而目前相關的探討卻不多。本研究首先探討基本版式原型，接著利用眼動追蹤實驗與 PAD 情緒量表分析受測者的瀏覽動線與美感情緒。眼動實驗採取「版型編排」與「文字內容有無意義」的二因子實驗架構，觀察「文字有無意義」在八種不同版型編排下的眼動結果有何差異。除比較了八種版式原型的眼動軌跡與停留區域之特徵與分布，也分析「版型」與「文字有無意義」兩因子如何影響 PAD 美感情緒。研究結果發現，兩因子對愉悅情緒有顯著之交互作用、版型因子會影響喚起情緒、文字內容有無意義則影響支配情緒。除理論貢獻外，本研究也希望提供藝術設計教學時，更明確且具效率的建議，進而設計適用於現今多元媒介平臺的編排設計。

關鍵詞：PAD 情緒量表、版型、美感情緒、眼球運動、編排設計

Abstract

Layout design is ubiquitous in daily life, an indispensable element behind successful visual guidance and aesthetic experience of 2-dimensional media or 3-dimensional spaces alike. Therefore, how different layouts and content lead to different user eye movement and emotional reactions becomes a vital subject for practical designs and aesthetic education, while relevant studies are few in number. The present research started off by discussing basic layout prototypes. Then an 8×2 factorial design experiment was employed based on two factors, “layout design” and “content meaningfulness/meaninglessness.” It used eye tracking technique and Pleasure-Arousal-Dominance (PAD) emotion measurement scale to analyze browsing movements and aesthetic emotions of 40 participants. As the results showed, the two factors have notable interaction with Pleasure emotion; layout factor influences Arousal emotions, while content meaningfulness/meaninglessness influences Dominance emotion. Besides making theoretic contributions, the present research also hopes to provide clear guidance for design education and thus facilitate layout designs fitting the current multimedia platforms.

Keywords: PAD emotion scales, layout, aesthetic emotion, eye movement, layout design

壹、前言

媒介是人的延伸，人必須透過媒介與世界互動。好的媒介創新與設計可以解決人類問題並提升生活品質。McLuhan（1964）認為媒介形式所帶來的效果，比起訊息本身傳遞的內容更為重要。他指出媒介最大的效果在於改變了人類感官作用的比例，並且影響了人類思考的模式。人類不一定是理性的，適當的誘因（incentive）設計可以影響人類行為，進而讓人們做出好的決策。心理學與行為經濟學（behavioral economics）理論證實許多重大影響往往源自微不足道的因素（Kahneman，2011），Thaler、Sunstein（2009）以輕推（nudge）的概念說明細微設計的重要性，以男廁小便斗為例，若在便斗裡印一隻黑色蒼蠅的圖像，可以讓男性小便時專心瞄準，減少 80% 尿外濺情況。另一個例子，許多研究者提出美感會影響網站使用性，但是 Hassenzahl（2008）提出版面（layout）設計可能才是同時影響美感和使用性的關鍵因素。上述都說明了小細節之視覺或介面設計對於人們行為與決策可以產生之重大影響，然而，目前探討不同版型如何影響人們認知之實徵美學研究並不多。

藝術教育一直關注美感體驗的議題，例如一件視覺作品為什麼可以吸引我們的眼睛？為什麼我們會被感動？若可以培養學生對於藝術作品的理解、作品給人們的情緒反應、如何詮釋與評價作品等方法，如此提供了學生體驗美感上的框架，可讓他們更接近藝術（Parks、Siskar、Veltri，2014）。無論傳統媒體或數位媒體，視覺呈現都是影響訊息傳達的重要媒介，日常生活中所出現的大小廣告及螢幕，甚至是櫥窗櫃位，在設計與編排上都有視覺引導，帶領著我們的眼球去看，或是引導該看哪裡，而與之息息相關的就是版型編排。許多研究顯示版型是閱讀與美感情緒非常重要的影響因子（Cleveland，2010；Elam，2007；Kress、Van Leeuwen，2002）。目前版型的探討以格線（grid）版式系統為主，但是實際設計上會使用的版型卻不僅於此（Cleveland，2010；Kress、Van Leeuwen，2002），因此本研究希望探討更多實際可應用的不同版式系統，讓設計師更有效率的傳達訊息且發揮創意。

Margolin（2002）提出設計師應該在使用者經驗與情緒上做出貢獻，在設計之中加入美學元素，為使用者帶來令人愉悅的美感情緒。心理學家指出，透過觀察眼球運動可以直接瞭解人們內在注意力的心理歷程（Duchowski，2003）。情緒是研究使用者經驗的核心，影響著我們如何與產品互動，版型編排同時也影響觀者的眼動軌跡並營造出不同的情緒感受。因此，本研究也試圖探討瀏覽不同版型所造成的美感情緒反應，想知道相同的版型編排手法在不同情況下所引起的美感情緒反應是否仍然維持一致。本研究除了利用語意差異法（semantic differential method，簡稱 SD 法）探討不同版型如何影響使用者

的美感情緒外，也會搭配眼球運動追蹤儀器結果一起討論，試著分析主觀心理評估與客觀生理測量兩者之間的關聯。

基於上述，本研究目的在瞭解版型如何影響觀者眼球運動與美感情緒之反應，最後提出藝術設計教學與實務之建議。具體的研究問題有以下三點：（1）不同版型編排如何影響眼球運動？（2）不同版型編排如何影響美感情緒？（3）眼球運動與美感情緒之間的關聯性為何？

研究的重要性可分以下兩點來說明：

一、建構理論的重要性

本研究試圖結合設計、眼動、情緒理論分析視覺特徵如何中介（mediate）新科技媒體之互動與傳播，以瞭解不同的媒介（版型）特性如何影響人的眼動與情緒。本研究在研究方法上採取了客觀與主觀測量，在眼球運動方面使用了客觀的眼球運動追蹤儀器記錄受測者的眼動資料，在美感情緒方面則是用 PAD 情緒量表蒐集受測者主觀的美感情緒反應。在資料的分析上除了量化的統計分析以外，並嘗試以質化方法分析受測者眼動軌跡的趨勢，希望能以質化分析結果輔助量化分析結果做討論，歸納出不同版型編排的眼動結果與美感情緒間的脈絡，希望讓研究結果更具有信度與效度，進而對實徵美學領域有所貢獻。

二、實務與教學重要性

過去藝術教育對於繪畫或圖像之美感體驗的研究較多，而本研究以版型為主題，試圖瞭解版型如何影響觀者的注視與美感體驗，希望將美感體驗的研究延伸到日常生活設計，擴展藝術教育的範疇。本研究分析不同版型對於觀者眼球運動的作用、瞭解不同版型如何激發人們不同的美感情緒，也透過質量並重的混合式研究，希望歸納得出更有說服力的理論建議，提供版型編排、視覺構成教學與實務上的參考準則。

貳、文獻探討

爲了探討版型差異對使用者的眼球運動與美感情緒所造成的差異與相關性，我們在文獻回顧會討論眼球運動與美感情緒，且確定實驗分析所使用的指標與變項，最後也討論編排與美感設計的相關概念。

一、版型編排與設計相關概念

版型編排（layout）源自於土地的規劃，也可以說是空間的利用，指的是元素的配置

及版面的區劃，因此，版型編排的原意即是有目的的设置設施（南雲治嘉，2010）。現今需要版型編排的理由不外乎就是希望能夠流暢地傳達訊息，讓欲傳達的訊息條理分明，且符合觀者的需求。因此版型編排可以說是一門如何安排、規劃文字、圖片、記號等要素，使其成為具有最大訴求效果的技術（何耀宗，1975）。

有研究指出版型風格的使用，表達當時社會或人們最主要的觀念，例如現代主義設計盛行理性、可預期的直線網格版型；後現代設計風格則是感性力量的爆發（Williamson，1989）。過去版型的眼動研究大多以一行一行的格線（grid）版型為主（如圖 1），版型的情緒研究更是缺乏實證探討。然而，版型編排設計有諸多不種形式（如圖 2）。



圖 1 格線（grid）版式系統範例。

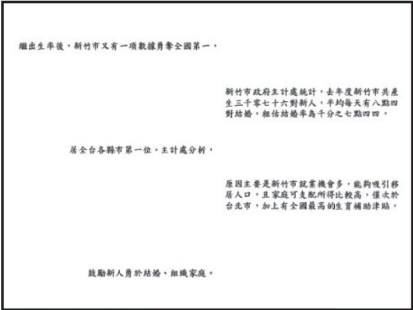
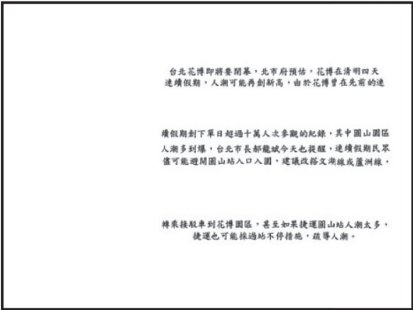
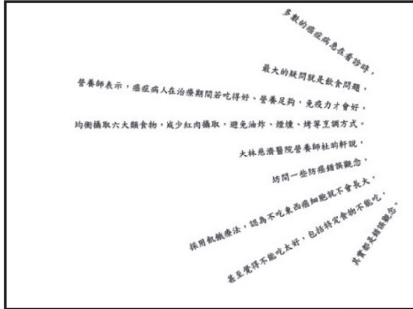
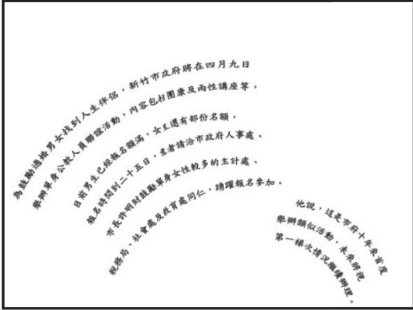


圖 2 自由（free style）版式系統範例。

根據實驗設計之需求，必須找出最基本且系統化的版型，以利本研究實驗中刺激物的製作。因此，我們將參考 Elam（2007）、許峻誠、陳韋呈、蘇漢益（2011）等人歸

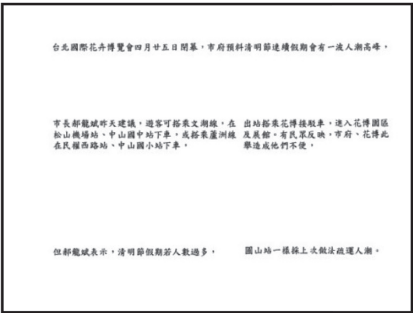

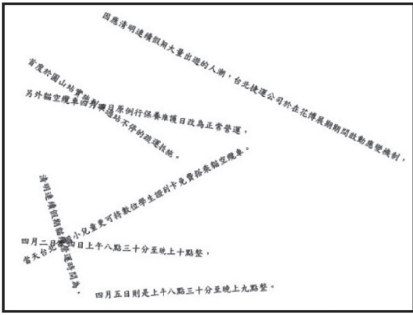

納的基本版型。根據上述研究，所有的編排都是基於某種基本版型，而這些版型又可以分為八個主要基本原型，依序是 S1 軸式 (Axial)、S2 雙邊式 (Bilateral)、S3 放射式 (Radial)、S4 膨脹式 (Dilatational)、S5 柵格式 (Grid)、S6 模塊式 (Modular)、S7 隨意式 (Random)、S8 過渡式 (Transitional)。關於這八種版型的描述及定義如表 1。

表 1
八種版型的描述與定義

版型	描述及定義	範例
S1 軸式 (Axial)	軸式是最簡單的體系之一。所有的元素都被設計在一條軸線的左邊或右邊，軸線可以存在於版型的任何地方，設計出對稱或非對稱的版型。	
S2 雙邊式 (Bilateral)	雙邊式是最為對稱的版型。所有元素都以唯一的一條軸線為中心而構成對稱。	
S3 放射式 (Radial)	所有元素如同光線一樣，由一個焦點中心而延伸，且放射式版型是動態的，所以目光會被吸引到構圖的焦點。	
S4 膨脹式 (Dilatational)	膨脹式版型會從一個中心點膨脹或延伸出一些圓。此版型與放射式版型相似，觀者的視線會沿著弧線移動，或是被圓心的焦點吸引，因此膨脹式版型的構圖也會有動態的感覺。	

(續)

表 1
八種版型的描述與定義（續）

版型	描述及定義	範例
S5 柵格式 (Grid)	使用垂直和水平分割，以此來組織元素，創造元素之間的聯繫。柵格式版型的構圖通常是規律的，追求視覺上的秩序和信息傳達效果。	
S6 模塊式 (Modular)	模塊式版型依賴於標準的抽象元素或單位，它們作為基地來承載和包容文字內容。構圖就由模塊的組織和放置來創造。	
S7 隨意式 (Random)	隨意式版型中，元素的安排沒有明確的目的與規則，但觀者會因自己會對構圖來進行組織。	
S8 過渡式 (Transitional)	過渡式版型不依據一條軸來形成秩序，也沒有邊緣對齊排列，各種元素自由地左右移動。跟柵格式比起來是一種較隨意的版型，不追求用邊緣對齊排列的規律。	

資料來源：許峻誠等（2011）；Elam（2007）。

二、美感情緒的測量

Bell (1914) 認為視覺藝術作品會引起一種特殊的情感，是一種美感情緒 (aesthetic emotion)，他稱這是一種有意義的形式 (significant form)，是一種有意義的形式所引起的情緒。Kim、Lee、Choi (2003) 指出，美感和情緒很多時候是一體兩面，人們會對於美的事物產生愉悅，也會因為原本的情緒而影響對於事物的美感評價。Berlyne (1971, 1974) 是建立實徵美學的研究者之一，他重視科學研究方法測量美學概念，並提出愉悅 (pleasure) 與喚起 (arousal) 等因素是影響美感情緒的重要因素 (伊彬, 2009)。本研究為了找出使用者在瀏覽訊息時所產生的視覺動線和美感情緒，需要有蒐集情緒資料的方法，實驗中對於情緒的測量有主觀和客觀兩種評估種類，主觀測量例如請受測者根據訊息做評估，又可分為語意和非語意測量，語意測量是提供不同的形容詞，請受測者評估，PAD 量表即屬於此類。

PAD 情緒量表源自於環境心理學家 Mehrabian 和 Russell 於 1974 年所提出的一個三維的情緒向度：P 代表愉悅程度 (pleasure-displeasure)；A 代表喚起程度 (arousal-nonarousal)；D 代表支配程度 (dominance-submissiveness)。而根據這三個情緒構面，可以劃分出八種情緒類型 (2 × 2 × 2)，見表 2。

表 2

根據 PAD 三個向度歸類出的八種情緒類型

形容詞	PAD 正負值	形容詞	PAD 正負值
高興的	+P+A+D	放鬆的	+P-A+D
無聊的	-P-A-D	焦慮的	-P+A-D
驚奇的	+P+A-D	溫順的	+P-A-D
蔑視的	-P-A+D	憤怒的	-P+A+D

資料來源：Mehrabian、Russell (1974)。

相較於其他的情緒量表，PAD 量表可以測量出更多的情感反應 (Havlena、Holbrook, 1986)，因此，該量表發展至今一直被許多研究所應用，包含網頁美感 (Tsai、Chang、Chuang、Wang, 2008)、產品設計美學 (Helfenstein, 2005)、人機互動 (human-computer interaction, 簡稱 HCI) (Agarwal、Meyer, 2009) 等與情緒相關的研究，應用非常廣泛。PAD 情緒量表原本是由 16 組的愉悅—不愉悅 (pleasure-displeasure) 問項、九組的喚起—非喚起 (arousal-nonarousal) 問項以及九組的支配—順從 (dominance-submissiveness) 問項，一共 34 組語意差別問項所組成。但由於原來問項過於繁複，Li、Fu、Deng (2008) 研發了中文簡化版的 PAD 情緒量表問卷，將 PAD 三種情緒簡化為各

四個共 12 個問項，且檢驗中文簡化版的量表與原本的量表有無同樣效果，結果發現中文簡化版的 PAD 情緒量表的結構效度更好，也支持 PAD 情緒量表原先三維的情緒構面。因此，本研究將沿用此中文簡化版之 PAD 情緒量表問卷，表 3 為此簡化版之問項。

表 3

中文簡化版的 PAD 情緒量表問項

構面	正向	負向	構面	正向	負向
P	有活力的 (activated)	憤怒的 (angry)	P	高興的 (joyful)	殘忍的 (cruel)
P	友好的 (friendly)	輕蔑的 (scornful)	P	興奮的 (excited)	激怒的 (enraged)
A	充滿希望的 (hopeful)	放鬆的 (relaxed)	A	清醒的 (awake)	困倦的 (sleepy)
A	興奮的 (excited)	平靜的 (calm)	A	感興趣的 (interested)	放鬆的 (relaxed)
D	主控的 (controlling)	被控制的 (controlled)	D	自主的 (autonomous)	被引導的 (guided)
D	支配的 (dominant)	順從的 (submissive)	D	有影響的 (influential)	被影響的 (influenced)

資料來源：Li、Fu、Deng (2008)。

三、眼球運動相關分析指標

眼球運動研究最早開始於 1879 年，是由一位法國教授 Emily Javal 觀察學生閱讀時的眼球運動。他發現眼睛並不是像想像中那樣平滑地移動，而是會在文字上短暫停留，再快速的移動到下一個文字上，閱讀完一行後才會移動到下一行的開頭 (Rayner, 1998)。Rayner (1998) 整理了歷年的眼動研究，將其分為四個階段：(1) 1879 年至 1920 年：此為第一階段，發現許多基礎眼球運動；(2) 1921 年至 1970 年代中期：此為第二階段，開始發展眼動的應用研究，例如利用眼動資料推論認知的過程；(3) 1970 年代中期至 1998 年：此為第三階段，改善眼動記錄設備，提高眼動資料的正確性與測量的容易性，像是眼動資料能夠直接輸出到電腦，進行同步的分析與統計；(4) 1999 年迄今：此為第四階段，眼動技術應用更廣，像是人因、心理學、廣告效果、或者產品設計 (Khalighy、Green、Scheepers、Whittet, 2015)。

藉由測量受測者的眼球運動，研究人員可以瞭解受測者注視螢幕的位置、如何移動注視位置，以及掃視瀏覽螢幕畫面的狀況 (Poole、Ball, 2005)。常用的眼動指標有注視次數 (number of fixations) 與注視時間 (fixation duration)，以及一些透過分析軟體所呈現出來的圖像資料，如熱區圖 (heat map) 及眼動軌跡 (scan paths)。根據以上這些蒐集而來的指標數據或是圖像資料，可以幫助研究人員得知許多眼球運動的結果。

人的眼睛為了處理生活中接受到的訊息，眼球有許多種不同的運動模式，用以接觸蒐集外界資訊。最常見到的眼球運動類型有四大類，分別為注視 (fixation)、掃視

(saccade)、平滑追蹤 (smooth pursuits)、眼球震顫 (nystagmus)。但是在圖像與文字的瀏覽任務上，主要包含了閱讀文字和掃視圖像的視覺處理任務，以空間面向來看，對應以上任務的眼球運動類型有注視 (fixation) 與掃視 (saccade)；若以時間面向來看，則透過眼動軌跡 (scanpath) 來表現出整個資訊處理過程的因果關係。本研究使用到的眼動測量指標主要有以下兩項：

(一) 注視次數 (Fixation Count) 和注視時間 (Fixation Length)

認知處理過程的複雜度，會經由平均注視時間以及注視次數反映出來 (Goldberg、Kotval, 1999)。當訊息資訊量越大或越複雜，人們需要越多處理時間進行思考，因此注視時間會被拉長 (MackWorth、Morandi, 1967；Salvucci、Anderson, 1998)，當版型設計不利於閱讀和瀏覽時，平均注視次數和平均注視時間會隨著閱讀或瀏覽的難度而提高。另外一方面，Nielsen、Pernice (2009) 的研究中發現，人們對網站中有興趣的部分注視次數較多，人們喜歡看圖片的因素有：(1) 高對比和高品質的圖片；(2) 頁面的內容有高度相關的圖片；(3) 有吸引力的物件等，顯示注視次數和注視時間會反應出人們內在有興趣或吸引注意的位置。

眼動實驗可事先設定興趣區域 (area of interest, 簡稱 AOI)，例如：將 AOI 設定在版面中的橫線條區域和直線條區域，檢驗橫線條的版型設計比起直線條的版型設計何者有更多的注視；也可以探討不同的版型設計，適合擺放圖文訊息或廣告的位置會是在哪裡，放在何處會容易被受試者注意。

(二) 眼動軌跡 (Scanpath)

眼動軌跡是一種結合了注視與掃視兩種眼球運動類型的眼動指標，通常是一連串的注視和互相連接的掃視。眼動軌跡可以看出搜尋效率的高低，最佳的眼動軌跡就是掃視直接命中目標，且注視時間非常短暫，這代表著使用者非常熟悉正在觀看的目標，或是目標提供了許多有效線索，所以此時被認為搜尋效率最高 (Poole、Ball, 2005)。過去研究發現，人們在閱讀文字時的眼球移動有一定規律，依循由左至右、由上至下的路徑閱讀，並會出現急速跳躍 (saccade) 及凝視 (fixation) 等反應。但瀏覽圖片時的眼球運動卻無規律，而且觀看圖片時的眼球跳躍幅度以及注視時間的平均值都大於閱讀文字時的移動軌跡 (唐大崙、莊賢智, 2005；Henderson、Hollingworth, 1999)。因此，利用眼動軌跡的指標可以知道人們瀏覽版面的位置順序。

Buswell (1935) 發現眼動實驗前的指導語會明顯影響受測者的瀏覽行為，而人們在觀看圖畫時，並不是盲目注視圖畫的，大部分的注視點都會集中在感興趣的區域上。Locher (2006) 研究受測者對藝術作品的反應，發現受測者觀察藝術作品時，當受測者

聚焦在刺激物的「構成和形式」，則抽象作品會吸引較多的注意力。當聚焦在「內容」時，則在再現作品（representational works）會吸引較多的注意力。基於上述，我們假設在內容文字無意義的情況下，受測者的眼動結果會較傾向版型編排的引導；在內容文字有意義的情況下，受到句子的前後因果關係所影響，受測者的眼動結果傾向順著文字內容的順序。但因為版型編排不一定會對每個受測者產生引導的效果，所以預測文字無意義的眼動結果較為不一致；相對地，受測者都能閱讀有意義文字的文句內容，因此推論文字有意義的眼動結果會較為一致。

基於上述假設，本研究透過實驗探討「文字有無意義」是否對不同「版型編排」造成不同的眼動結果，以及分析不同「版型編排」帶給受測者的美感情緒。

參、研究方法

一、實驗設計

本研究實驗分為兩部分，一為眼球運動追蹤實驗，另一為 PAD 情緒量表問卷填答。在眼球運動追蹤實驗部分，為使「文字有無意義」的變項出現效果，採取二因子實驗架構：「內容有無意義」（組間）與「版型編排」（組內），觀察在兩種不同文字內容及八種不同版型編排下的眼動結果有何差異；另外，為測量受測者對於不同「版型編排」的情緒反應，將在眼動實驗結束後，請受測者就觀看到的刺激物填寫 PAD 情緒量表問卷，研究架構如圖 3。

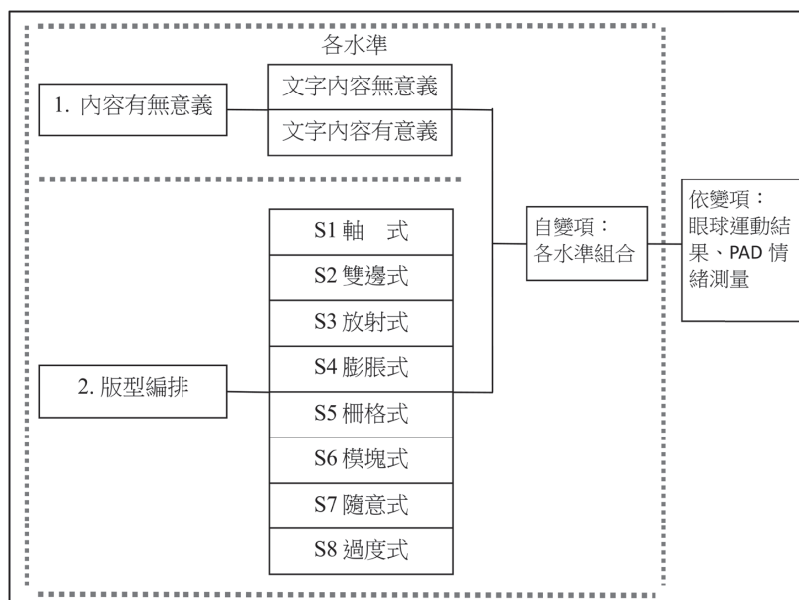


圖 3 實驗架構。

二、刺激物

利用前述文獻歸納出的八種基本版式系統，依序為：S1 軸式 (Axial)、S2 雙邊式 (Bilateral)、S3 放射式 (Radial)、S4 膨脹式 (Dilatational)、S5 柵格式 (Grid)、S6 模塊式 (Modular)、S7 隨意式 (Random)、S8 過渡式 (Transitional)，作為版型設計的基礎 (許峻誠等, 2011; Elam, 2007)。由這八種基本版型製作出文字有意義及無意義共 16 個刺激物。

其中無意義的內容是使用相同數量的字串符號設計出八種不同版型，無意義之符號內容可避免產生記憶效應。有意義內容的刺激物則使用 18 則改寫過後並經由前測所挑選出來的八則較為中性的新聞導言，將字數控制為相同數量，為了版型呈現的一致性，再依照無意義內容刺激物的方式去設計八種不同的刺激物。受測版型在電腦螢幕上以 800 × 600 解析度清晰的呈現，希望藉此瞭解受測者的眼球運動如何被版型設計影響。

三、自變項

1. 版型：表 1 為本研究繪製的實驗刺激物範例。八種不同版型編排設計原則，依序是 S1 軸式、S2 雙邊式、S3 放射式、S4 膨脹式、S5 柵格式、S6 模塊式、S7 隨意式、S8 過渡式。
2. 文字內容有意義：刺激物內容分別為有意義文字與無意義符號。

四、依變項

1. 眼動軌跡 (scan path)：受測者觀看刺激物的路徑圖，由眼動追蹤儀器 Tobii T120 所記錄，並由 Tobii Studio 1.5 眼動分析專用軟體呈現、輸出。
2. 熱區圖 (heat map)：呈現受測者觀看刺激物時，注視次數最多、最久的區域，跟眼動軌跡的記錄與輸出方式一樣。然而注視時間越長，代表資訊越難以理解，或表示此目標越能吸引使用者 (Just、Carpenter, 1976)。
3. PAD 情緒反應：受測者針對八種不同版型，以 PAD 情緒量表所記錄的得分。

五、實驗設備

1. 刺激物製作：使用 Adobe PhotoShop 製作實驗刺激物，依據八種不同版型設計原則，製作文字有意義各八張圖片。
2. 刺激物呈現方式：使用 Tobii T120 眼動儀的螢幕呈現刺激物。另外使用 MediaLab 實驗軟體控制實驗流程的呈現。
3. 受測者反應紀錄：眼球運動的資料由 Tobii T120 眼動儀紀錄，此眼動追蹤儀器是

由 Tobii Technology 公司製造，取樣率為 120 Hz。眼動追蹤儀器用紅外線定位出觀者瞳孔的中央小窩（fovea）在視覺空間中的落點，LED 紅外線則藏於攝影鏡頭中。使用瞳孔中心 / 角膜反光點法（pupil-center / corneal-reflection），用角膜外圍的反光點（glint）與視網膜反射的亮眼（bright-eye），計算其相對位置的改變來檢測視線。當受測者距離螢幕 60 公分處時，視野範圍為 $36 \times 22 \times 30$ 公分。另外，此眼動儀可以容忍較大幅度的受測者晃動（頭動補償範圍： $30 \times 22 \times 30$ 公分）。搭配此眼動儀的顯示器為 17 吋 4:3 的標準 LCD 螢幕（如圖 4）。



圖 4 本研究使用之 Tobii T120 眼動儀。

六、受測者

透過網路與課程的公開招募方式，一共有 40 名受測者參與本次實驗，每位受測者可獲得酬勞作為致謝。扣除眼動追蹤實驗過程產生中斷的受試者，有效樣本共 38 人，由九位男性（23.7%）以及 29 位女性（76.3%）組成。年齡介於 19 至 33 歲。

七、實驗流程

受測者進入實驗室後，研究者先簡介本實驗，接著進行實驗。實驗時間大約 30 分鐘，程序包含三個部分：首先，請受測者觀看指導語並瞭解實驗流程；接著在研究人員的協助下進行眼動追蹤的校正（calibration）步驟，校正模式為一般成人適用的五點校正模式，這個階段可以先篩選出不適合眼動追蹤的受測者，避免影響到結果之可信度。完成眼動儀器追蹤設定後，再次確認受測者理解實驗流程，即開始進行正式實驗。完成眼動追蹤實驗後，還會再請受測者填寫一份 PAD 情緒問卷量表，記錄版型所引發觀者之美感情緒。

八、資料分析

完成眼動資料蒐集之後，可以使用 Tobii Studio 1.5 眼動分析專用軟體處理各項資料。該分析軟體可根據研究需求，事先畫定版型的興趣區域（AOI），軟體便能輸出該版型區

域注視次數與注視時間兩項研究依變項，並觀測其眼動軌跡。同時 Tobii Studio 程式能生成讓人一目瞭然的示意圖，熱區呈現注視次數與注視時間最多或最久的地方，可瞭解視線分布概況（如圖 5）；而眼動軌跡則呈現視線的先後順序，可以瞭解視覺動線運作（如圖 6）。



圖 5 熱區圖。

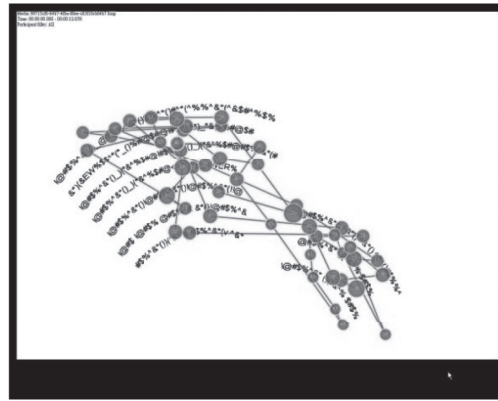


圖 6 眼動軌跡。

在眼動軌跡的分析，由於目前仍沒有軟體可以算出眼動軌跡與次序，因此本實驗採用專家法。一共有五位專家參與本次實驗，表 4 為參與分析的專家背景資料。

表 4
參與資料分析的專家背景資料

專家	背景	時間	專家	背景	時間
蘇○○	使用者經驗研究員	6 年	陳○○	網頁設計專長	5 年
范○○	工業設計師	8 年	林○○	互動設計專家	10 年
賴○○	程式設計師	2 年			

這個階段的專家法分析流程為：

1. 由 Tobii Studio 1.5 所輸出的所有的圖像資料，研究者先整理內容有無意義兩種情況下的眼動軌跡資料，接著描繪出研究者認為受測者對於八種版型編排的眼球運動趨勢各五種狀況。
2. 接著，研究者準備一間密閉、安靜的實驗室，請專家觀看未經分析的眼動軌跡圖，每位專家只負責觀看資料，彼此之間不討論及交換意見。
3. 最後，在看完未經分析的第一手資料後，接著呈現由研究者所描繪出的眼動軌跡趨勢給每位專家觀看。
4. 在呈現的同時亦會請專家們投票，表示他們是否贊同研究者所歸納出的軌跡趨勢。五位專家中，若有四位以上表示贊同即為較相似，三位贊同表示略為相似，兩位以下贊同表示較不相似。

肆、研究結果

研究過程結合受測者的生理之眼動數據與心理之語意資料進行分析，希望讓研究結果的信度更高。以下分成三個部分做說明結果：（1）眼動軌跡；（2）熱區圖；（3）PAD 美感情緒。

一、眼動實驗結果

（一）眼動軌跡

表 5 為兩個不同類別間的眼動軌跡結果（因為數量龐大，僅呈現其中兩名受測者的資料）。

表 5

內容無意義和內容有意義各版型的眼動軌跡圖

	S1 軸式	S2 雙邊式	S3 放射式	S4 膨脹式
文字無意義				
文字有意義				
	S5 柵格式	S6 模塊式	S7 隨意式	S8 過渡式
文字無意義				
文字有意義				

註：以上眼動軌跡圖是其中兩位受測者的受試結果。

透過專家法得到初步的觀察結果，在文字無意義的變項中，八種版型大致可分成三類，即受測者眼動軌跡相似高、中、低。眼動軌跡相似程度高的版型有，S3 放射式、S4 膨脹式、S6 模塊式、S7 隨意式（如圖 7、8、9、10）。

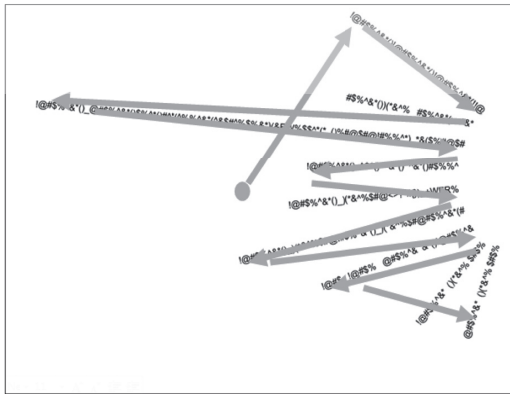


圖 7 內容無意義 S3 放射式版型之眼動軌跡示意圖。

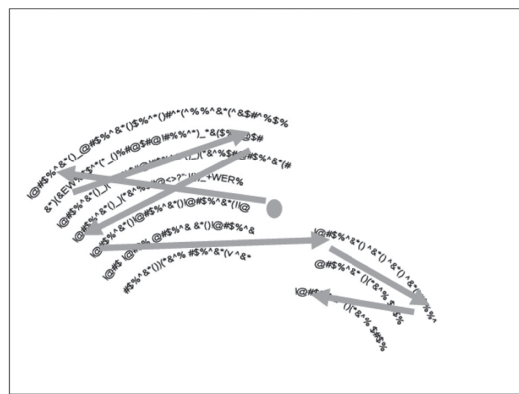


圖 8 內容無意義 S4 膨脹式版型之眼動軌跡示意圖。



圖 9 內容無意義 S6 模塊式版型之眼動軌跡示意圖。

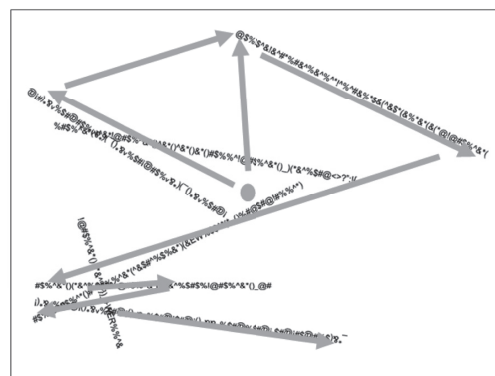


圖 10 內容無意義 S7 隨意式版型之眼動軌跡示意圖。

眼動軌跡相似程度中等的版型分別為，S2 雙邊式、S8 過渡式；眼動軌跡相似程度低的版型分別為，S1 軸式、S5 柵格式。另外，在文字有意義的變項中，由於文字句子的因果關係影響，使得眼動軌跡呈現的一致性比另一組高。圖 7、8、9、10 為經由專家法得出的軌跡相似的版型。其餘版型因軌跡的分析結果不一致，故不呈現。

（二）熱區圖

表 6 為兩種不同類別的熱區圖，「文字有無意義」明顯影響著眼睛注視點的分布：在無意義的情況下，受測者的注視點容易因為版型設計的關係而集中在某一點或某一個區域；相反地，有意義的文字，結果比較分散。

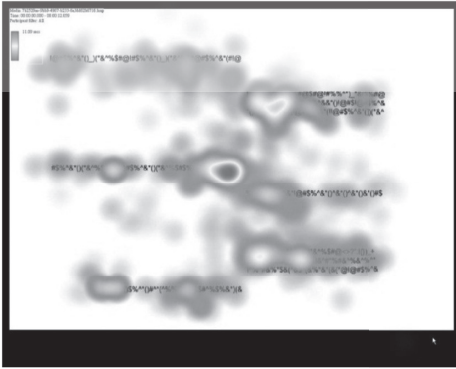
表 6

內容無意義和內容有意義各版型的熱區圖分布

內容無意義

S1 軸式 (最高平均凝視時間 11.09 ms)

S2 雙邊式 (最高平均凝視時間 11.22 ms)



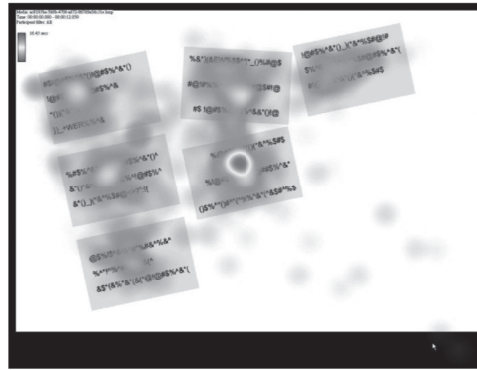
S3 放射式 (最高平均凝視時間 6.25 ms)

S4 膨脹式 (最高平均凝視時間 15.51 ms)



S5 柵格式 (最高平均凝視時間 13.33 ms)


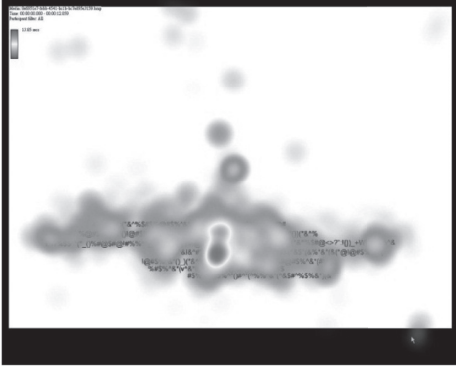
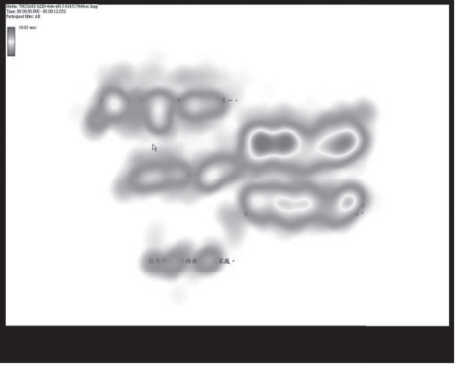
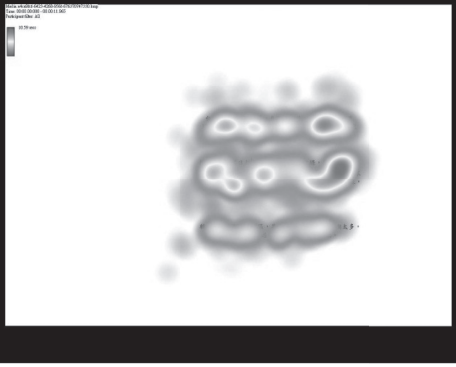
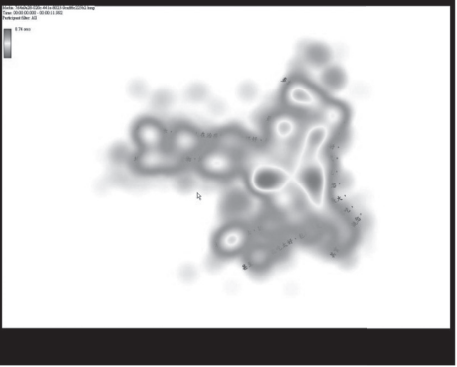

S6 模塊式 (最高平均凝視時間 16.43 ms)



(續)

表 6

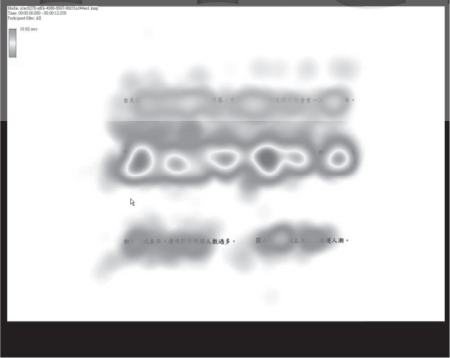

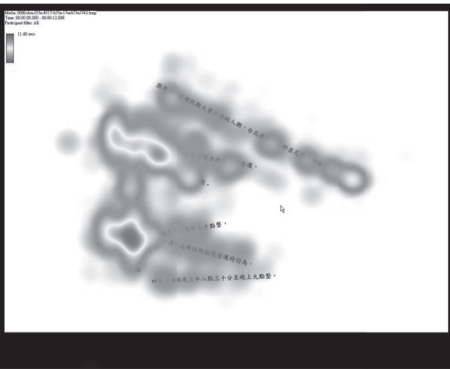
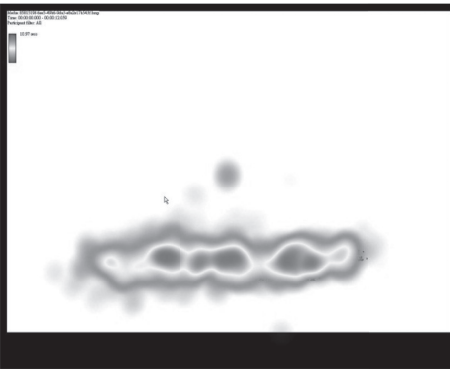
內容無意義和內容有意義各版型的熱區圖分布 (續)

S7 隨意式 (最高平均凝視時間 17.09 ms)	S8 過渡式 (最高平均凝視時間 13.85 ms)
	
內容有意義	
S1 軸式 (最高平均凝視時間 10.03 ms)	S2 雙邊式 (最高平均凝視時間 10.59 ms)
	
S3 放射式 (最高平均凝視時間 8.74 ms)	S4 膨脹式 (最高平均凝視時間 8.07 ms)
	

(續)

表 6

內容無意義和內容有意義各版型的熱區圖分布 (續)

S5 柵格式 (最高平均凝視時間 10.62 ms)	S6 模塊式 (最高平均凝視時間 7.82 ms)
	
S7 隨意式 (最高平均凝視時間 11.40 ms)	S8 過渡式 (最高平均凝視時間 10.57ms)
	

由表 6 各圖可發現：S1 軸式版型中，扣除十字凝視點的注視影響，兩種不同變項的熱區圖，在符號或文字行數較多的部分，也吸引較多的注視時間。在 S2 雙邊式版型無意義文字方面，扣除十字凝視點的影響，注視點的平均時間均勻分布，而有意義文字，則是中間行數多處吸引較多的注視時間。在 S3 放射式版型中，兩種不同變項出現了相似的情況，版型中有引導功能的部分注視時間較久。S4 膨脹式版型在無意義文字方面，扣除掉十字凝視點的影響，注視時間均勻分布在各注視點上，而在有意義文字方面，注視時間較集中在左邊。S5 柵格式版型中，文字無意義方面，扣除掉十字凝視點的影響，時間也是均勻分布在注視點上，在文字有意義方面，行數較多的中央區域，則吸引較多注視時間。S6 模塊式版型中，扣除掉十字凝視點的影響，在文字有無意義兩種不同情況下，各自模塊上的注視都沒有太大差異，唯獨在有意義的情況下，文字被注視的時間比符號來的久。S7 隨意式版型中，兩種不同情況下，注視時間最久的部分都落在符號或文字交錯的地方。S8 過渡式版型中，扣除掉十字凝視點的影響，在無意義文字方面，注視時間平均散布在符號上，而在有意義文字方面，注視時間較集中在各字行上。

二、PAD 情緒測量

(一) 敘述統計

此數據資料的蒐集根據 PAD 量表而來，每種版型會有三種不同的情緒指標：愉悅 (pleasure)、喚起 (arousal)、支配 (dominance)。情緒指標的分數由代表不同情緒的問項加總而來，使用七點量表，每個問項的分數為 1 至 7 分，因此超過 4 分視為正向，未滿 4 分視為負向，最後再依據指標得分對照原始量表歸納出的結果，找出每種版型的特性。表 7 是實驗的結果：

表 7

八種版型的 PAD 情緒之描述性統計

版型	類別	P	標準差	A	標準差	D	標準差
S1	文字無意義	5.26	0.375	4.58	1.035	4.66	0.340
S2	文字無意義	5.21	0.149	4.64	0.918	5.11	0.131
S3	文字無意義	6.74	0.850	6.58	0.348	6.01	0.403
S4	文字無意義	5.86	0.189	4.50	0.558	5.16	0.485
S5	文字無意義	4.64	0.448	4.05	0.752	4.72	0.441
S6	文字無意義	5.41	0.309	5.34	0.639	5.05	0.689
S7	文字無意義	4.55	0.502	5.64	0.778	5.08	0.695
S8	文字無意義	4.90	0.465	4.30	0.835	5.06	0.484
S1	文字有意義	4.90	0.528	4.82	0.866	4.22	1.034
S2	文字有意義	5.90	0.359	4.21	1.404	5.74	1.284
S3	文字有意義	6.07	0.824	6.38	0.267	5.03	0.643
S4	文字有意義	5.95	0.517	5.47	0.228	4.70	0.292
S5	文字有意義	4.16	0.351	4.38	0.420	4.36	0.831
S6	文字有意義	4.92	0.425	5.49	0.136	4.57	0.310
S7	文字有意義	3.03	0.427	5.19	1.901	3.81	2.064
S8	文字有意義	4.84	0.644	3.88	0.277	5.15	0.579

若將 PAD 三者轉化為分布圖，還能藉以觀察各版型在不同情緒的趨勢，圖 11、12、13、14、15、16，即為文字內容有無意義兩種變項中，八種不同版型 PAD 情緒的分布圖。

由圖 11、12、13 可觀察到，在文字內容無意義的 PAD 得分統計結果，愉悅情緒 (P) 得分由高至低分別是：放射式、膨脹式、模塊式、軸式、雙邊式、過渡式、柵格式、隨意式；喚起情緒 (A) 得分由高至低依序是：放射式、隨意式、模塊式、雙邊式、軸式、膨脹式、過渡式、柵格式；支配情緒 (D) 得分由高至低則是：放射式、膨脹式、雙邊式、隨意式、過渡式、模塊式、柵格式、軸式。

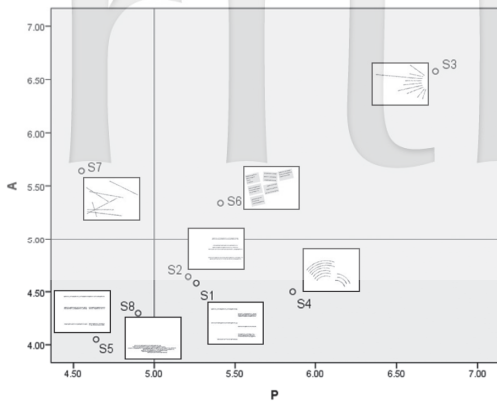


圖 11 文字無意義八種不同版型之
愉悅與喚起情緒得分分布圖
(線為數值 5 參考線)。

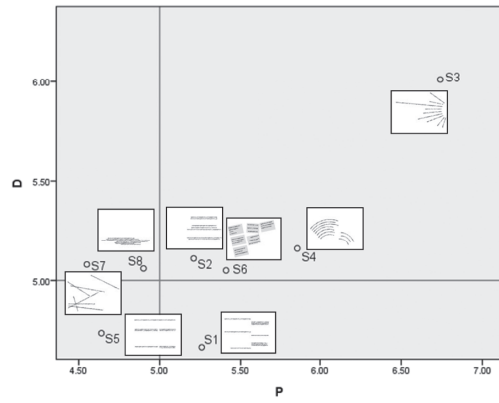


圖 12 文字無意義八種不同版型之
愉悅與支配情緒得分分布圖
(線為數值 5 參考線)。

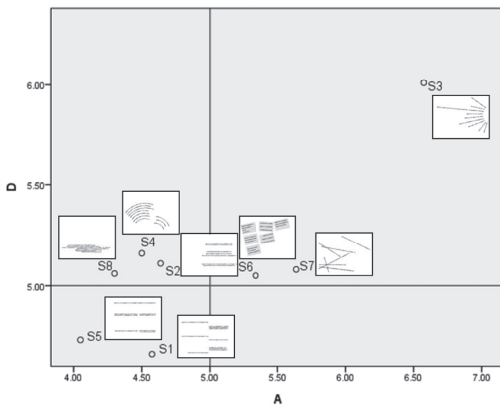


圖 13 文字無意義八種不同版型之
喚起與支配情緒得分分布圖
(線為數值 5 參考線)。

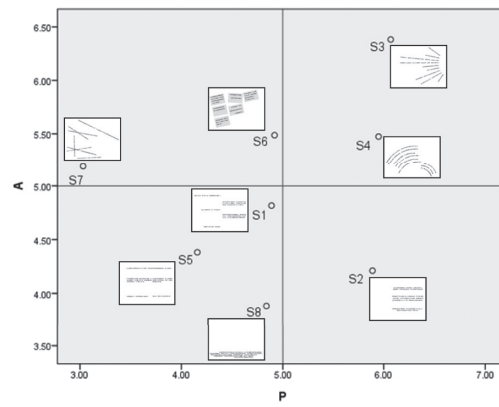


圖 14 文字有意義八種不同版型之愉悅與
支配情緒得分分布圖
(線為數值 5 參考線)。

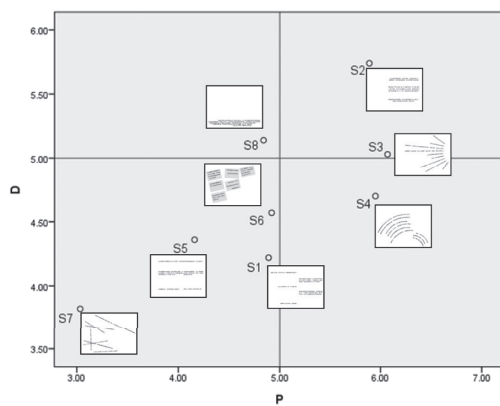


圖 15 文字有意義八種不同版型之
愉悅與支配情緒得分分布圖
(線為數值 5 參考線)。

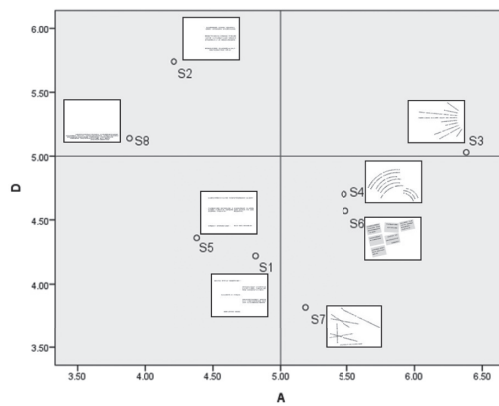


圖 16 文字有意義八種不同版型之
喚起與支配情緒得分分布圖
(線為數值 5 參考線)。

另外，觀察圖 14、15、16，在文字內容有意義的 PAD 得分結果，愉悅情緒（P）得分依序是：放射式、膨脹式、雙邊式、模塊式、軸式、過渡式、柵格式、隨意式；喚起情緒（A）得分依序是：放射式、模塊式、膨脹式、隨意式、軸式、柵格式、雙邊式、過渡式；支配情緒（D）得分依序是：雙邊式、過渡式、放射式、膨脹式、模塊式、柵格式、軸式、隨意式。

兩種不同類別的 PAD 情緒得分排序差異可詳見表 8。

表 8
兩種類別的 PAD 情緒得分排序

愉悅情緒（P）		喚起情緒（A）		支配情緒（D）	
文字無意義	文字有意義	文字無意義	文字有意義	文字無意義	文字有意義
S3 放射式	S3 放射式	S3 放射式	S3 放射式	S3 放射式	S2 雙邊式
S4 膨脹式	S4 膨脹式	S7 隨意式	S6 模塊式	S4 膨脹式	S8 過渡式
S6 模塊式	S2 雙邊式	S6 模塊式	S4 膨脹式	S2 雙邊式	S3 放射式
S1 軸式	S6 模塊式	S2 雙邊式	S7 隨意式	S7 隨意式	S4 膨脹式
S2 雙邊式	S1 軸式	S1 軸式	S1 軸式	S8 過渡式	S6 模塊式
S8 過渡式	S8 過渡式	S4 膨脹式	S5 柵格式	S6 模塊式	S5 柵格式
S5 柵格式	S5 柵格式	S8 過渡式	S2 雙邊式	S5 柵格式	S1 軸式
S7 隨意式	S7 隨意式	S5 柵格式	S8 過渡式	S1 軸式	S7 隨意式

由表 8 八種版型的得分排序可以明顯看出兩種不同類別間的排名一致性較高的是愉悅情緒。另外較特殊的現象是，放射式版型的排序在六種情況下，有五種是排第一的，這可能意味著 S3 放射式版型在 PAD 三面向都有較高的得分。

（二）PAD 情緒之二因子變異數分析（Two-Way ANOVA）

進行二因子變異數分析檢定「文字有無意義」與「版型」兩個因子分別對 P、A、D 三個面向情緒的影響效果（如表 9）。

表 9
「文字有無意義」與「版型」在 PAD 情緒之變異數分析摘要表

變異來源	依變項	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
版型	P	38.428	7	5.490	22.299	.000***
	A	35.068	7	5.010	7.062	.000***
	D	10.058	7	1.437	2.182	.053
文字有無意義	P	1.985	1	1.985	8.061	.007**
	A	.010	1	.010	.014	.906
	D	2.723	1	2.723	4.134	.048*

（續）

表 9

「文字有無意義」與「版型」在 PAD 情緒之變異數分析摘要表 (續)

變異來源	依變項	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
文字有無意義 × 版型	P	5.729	7	.818	3.324	.006**
	A	3.462	7	.495	.697	.674
	D	4.759	7	.680	1.032	.421
誤差	P	11.817	48	.246		
	A	34.050	48	.709		
	D	31.609	48	.659		

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

結果發現在交互作用方面，「文字有無意義」和「版型」只有對於愉悅情緒 (P) 產生顯著之交互作用 ($F(7, 48) = 3.324, p = 0.006$)；而交互作用在喚起情緒 (A) 與支配情緒 (D) 則不顯著。

1. 愉悅情緒 (P)

由於「文字有無意義」和「版型」對愉悅情緒有交互作用，因此要進一步進行「單純主要效應」與「事後比較」的分析。

(1) 「文字有無意義」在「版型」之單純主效應

愉悅情緒 (P) 在「文字無意義」與「文字有意義」的單純主效應檢定，兩者皆達顯著水準 ($p < .001$)。這說明了「文字無意義」與「文字有意義」兩者分別對於八種版型產生的愉悅情緒 (P) 有差異 (如表 10 所示)。

表 10

單純主要效果檢定結果的變異數分析摘要表

簡化手法組合在「背景」的效果	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
文字無意義	2,439.420	8	304.928	41.651	.000***
文字有意義	7,157.312	8	894.664	180.487	.000***

*** $p < .001$

單純主效果檢定結果顯著後，接著進行 SNK 法的事後比較。結果如表 11 所示，「文字無意義」的八種版型，在愉悅情緒 (P) 得分，從高到低依序可分成三個子群，每個子群內都無顯著差異，得分最高為放射式 (S3)；得分相對較低的版型是 S8 過渡式、S5 柵格式、S7 隨意式。

表 11

「文字無意義」的八種版型在愉悅情緒得分之 SNK 事後檢定

文字無意義	高 ← 愉悅情緒 (P) → 低
	(S3)
	(S4、S6、S1、S2) (S6、S1、S2、S8、S5、S7)

另外一方面，從表 12 可知「文字有意義」的八種版型，在愉悅情緒 (P) 得分，從高到低依序也可分成三個子群，每個子群內都無顯著差異，得分較高為放射式 S3 放射式、S4 膨脹式、S2 雙邊式；得分最低的是 S7 隨意式。

表 12

「文字有意義」的八種版型在愉悅情緒得分之 SNK 事後檢定

文字有意義	高 ← 愉悅情緒 (P) → 低
	(S3、S4、S2)
	(S6、S1、S8、S5) (S7)

(2) 「版型」在「文字有無意義」之單純主效應

如表 13 所示，「文字有無意義」在「八種版型」的 *t* 檢定結果，其中 S2 雙邊式與 S7 隨意式兩種版型達顯著水準，說明了「文字無意義」與「文字有意義」對於雙邊式與隨意式有影響。其中文字有意義在雙邊式版型會產生較高之愉悅情緒 (P) 得分；而文字無意義在隨意式版型會產生較高之愉悅情緒 (P) 得分。而「文字有無意義」在其他六種版型的愉悅情緒則無明顯差異。

表 13

「文字有無意義」兩類別在愉悅情緒 (P) 之 *t* 檢定

版型	文字有無意義	平均值	標準誤	P 值	事後檢定
S1：軸式	無意義	5.26	0.375	0.303	有意義 > 無意義
	有意義	4.90	0.528		
S2：雙邊式	無意義	5.21	0.149	0.012*	
	有意義	5.90	0.359		
S3：放射式	無意義	6.74	0.850	0.299	
	有意義	6.07	0.824		
S4：膨脹式	無意義	5.86	0.189	0.761	
	有意義	5.95	0.517		

(續)

表 13

「文字有無意義」兩類別在愉悅情緒 (P) 之 *t* 檢定 (續)

版型	文字有無意義	平均值	標準誤	<i>P</i> 值	事後檢定
S5：柵格式	無意義	4.64	0.448	0.143	
	有意義	4.16	0.351		
S6：模塊式	無意義	5.41	0.309	0.110	
	有意義	4.92	0.425		
S7：隨意式	無意義	4.55	0.502	0.004**	無意義 > 有意義
	有意義	3.03	0.427		
S8：過渡式	無意義	4.90	0.465	0.890	
	有意義	4.84	0.644		

* $p < .05$, ** $p < .01$

2. 喚起情緒 (A)

以單因子主效應而言，「版型」因子對喚起情緒 (A) 有顯著效應存在 ($F(1, 48) = 7.062, p = 0.000$) (如表 9 所示)。

接著進行 SNK 事後檢定，結果如表 14 所示，在喚起情緒 (A) 得分由高到低依序為 S3 放射式、S7 隨意式、S6 模塊式、S4 膨脹式、S1 軸式、S2 雙邊式、S5 柵格式、S8 過渡式。經 SNK 事後檢定可分成三個子群，每個子群內都無顯著差異，得分較高為 S3 放射式；S7 隨意式、S6 模塊式等屬中等；得分較低的是 S8 過渡式。

表 14

「八種版型」在喚起情緒得分之 SNK 事後檢定

喚起情緒	高 ← 喚起情緒 (A) → 低
	(S3)
	(S7、S6、S4、S1、S2、S5) (S4、S1、S2、S5、S8)

3. 支配情緒 (D)

以單因子主效應而言，「文字有無意義」因子對支配情緒 (D) 有顯著效應存在 ($F(1, 48) = 4.134, p = 0.048$)。因此可以說在文字無意義時，版型具有較高的支配情緒得分 (文字無意義 = 5.322 分；文字有意義 = 4.970 分)。此外，「版型」因子對支配情緒 (D) 可能有影響，但是在檢定結果上不夠顯著 ($p = 0.053$) (請參閱表 9 所示)。

伍、討論

本節將基於上述統計結果，討論「版型」與「文字有無意義」對於眼球運動和美感情緒所產生的影響。最後進一步討論研究結果對設計應用與藝術教學之意涵。

一、版型對於眼動的影響

從眼動軌跡指標可觀察到，在文字無意義的變項中，八種版型可以大致分成三類，即受測者眼動軌跡相似、略為相似、不相似。眼動軌跡相似的版型分別為 S3 放射式、S4 膨脹式、S6 模塊式、S7 隨意式；眼動軌跡略為相似的版型分別為 S2 雙邊式與 S8 過渡式；而眼動軌跡沒有明顯相似的版型分別為 S1 軸式與 S5 柵格式。版型對於注視點分布的影響則顯示在熱區圖的結果上，在無意義的情況下，受測者的注視點容易因為版型編排的關係而集中在某一點或某一個區域。此結果最重要的發現是，受測者遇到無法馬上辨識的內容或者將文字視為背景圖案時，眼動軌跡容易被版型的規畫所引導。因此，在設計版型的時候，如果內容無法立刻辨識時，例如一段不完整的句子，設計者就可以參考採用引導性較強的版型（如 S3 放射式），這樣便觀看的視線更易於引導至重點處。

在熱區圖可以很明顯看到，當內容有意義時，排除掉十字凝視點的影響，注視點散布在文字內容上；但是內容無意義時，注視點便很分散或是傾向往某些區域集中，其中較明顯的是放射式版型，注視點幾乎集中在符號放射出去的區域。此結果與眼動軌跡一樣，可以說明某些版型的確易於將觀者的視線引導至重點處。

二、版型對於 PAD 情緒的影響

愉悅（pleasure）情緒方面，內容有意義與否對八種版型的愉悅情緒產生影響的有 S2 雙邊式（ $p = 0.012$ ）與 S7 隨意式（ $p = 0.004$ ），其餘六種均無顯著差異。雙邊式在內容有無意義的愉悅情緒平均得分，分別 5.21 分（無意義）與 5.89 分（有意義），可解釋為，因為雙邊式的版型易於閱讀，所以加入有意義文字後提升了愉悅感。反之，隨意式在內容有無意義的愉悅情緒平均得分，分別為 4.05 分（無意義）與 3.03 分（有意義），說明了隨意式的版型加入有意義文字後，造成閱讀上的困難，因此降低了愉悅情緒。

雙邊式版型在愉悅情緒的得分上有顯著差異。對此做出的推測是，在無意義內容的實驗中，受測者觀看雙邊式版型並沒有閱讀上的需求，所以沒有什麼新奇、有趣的感受，導致愉悅情緒得分低；但是加上有意義的內容後，受測者有了閱讀上的需求，而雙邊式的版型排列整齊且易於閱讀，因此才會有較高的愉悅情緒得分。另一個有顯著差異的隨意式版型，根據 Elam（2007）對此版型設計原則表示，設計隨意式版型並不困難，當圖

中元素被裁切、交錯時，文字以特別角度放置。我們推測易讀性雖然因此減弱，但也呈現出隨意的感覺，即使易讀性很差，也會因為文字的隨意擺放而產生吸引人的視覺效果。依據這些描述，隨意式版型在有無意義內容的實驗中，由於文字的加入使得受測者所需求的易讀性不高，才會在愉悅情緒得分上呈現顯著差異。

喚起（arousal）情緒方面，內容是否有意義對於觀者的喚起情緒並無顯著之影響，不過八種版型於喚起情緒則有重要之影響。想讓觀者產生高喚起情緒，要善用 S3 放射式版型；S7 隨意式、S6 模塊式版型也有不錯的效果；而 S8 過渡式版型的喚起情緒效果最低。

支配（dominance）情緒方面，「版型」差異對支配情緒可能有影響，但是檢定結果不夠顯著（ $p = 0.053$ ），不過「文字是否有意義」在支配情緒上則有重要之影響，文字無意義在支配情緒有較高的得分。這裡反映的是版型與受測者間主控與被控的關係，當文字內容無意義時，受測者眼睛的移動受到版型牽引，此時版型掌握控制權；反之，當文字內容有意義時，受測者眼睛的移動便由自身控制去瀏覽文字，此時受測者掌握控制權。

三、眼球運動與 PAD 情緒的關係

愉悅情緒與眼球運動的關係，在內容無意義的實驗中，愉悅情緒平均分數較高的是放射式、膨脹式及模塊式。將此結果對應到眼動軌跡圖，可以粗略發現相較於其他版型，不同受測者在愉悅情緒得分高的三種版型，有著更相似的眼動軌跡。由此可以推測，在內容無意義的條件下，受測者的眼動軌跡較相似的版型，具有較高的愉悅程度。愉悅情緒得分較低的三種版型是隨意式、柵格式、過渡式，觀察這三種版型的眼動軌跡，確實較無法察覺出明顯相似的形狀。在內容有意義的實驗中，雖然有意義的文字內容可以引導受測者的眼動軌跡，但由於版型設計不同，也造成不同的愉悅情緒得分。愉悅情緒平均分數較高的是放射式、膨脹式及雙邊式，其餘的版型得分均在 5 分以下，隨意式最低。將此結果對應到眼動軌跡圖，愉悅情緒得分高的這三種版型，在設計上確實讓受測者閱讀比較沒有困擾，因其不會造成閱讀時上下左右順序混淆，其餘五種版型，如軸式、柵格式與模塊式設計會導致閱讀順序混淆，隨意式則會造成閱讀的不便，而過渡式則是文字堆疊在一塊，因此這五種版型得分較低。

版型設計會影響喚起情緒，但文字內容有無意義則不會。放射式版型的喚起情緒平均分數高於其他版型，其次為隨意式、模塊式等自由風格的版型，而直線平順的版型得分較低，例如過渡式版型的喚起情緒效果是最低的。不過在眼動指標可發現，喚起性強的版型編排在文字內容無意義的情況下，能讓不同受測者的眼動軌跡更為相似。

文字有無意義會影響支配情緒，內容無意義時，受測者覺得版型在引導視線，因此

在支配情緒的得分較高；內容有意義時，受測者覺得是自己在主導視線，因此版型的支配情緒得分上就會降低。不同版型可能會有引導強弱之分，但版型的影響並未達統計檢定上的顯著性 ($p = 0.053$)，因此在此只能保守推論。

四、研究對設計應用與藝術教學之意涵

視覺設計師或者藝術家常將文字當成圖像進行設計，想要傳達的不一定是字本身的內容，而是藉由文字的形狀或者排列達到某種風格效果。本結果發現即便在同一種版型，文字內容有無意義會讓眼動行為與美感情緒反應產生差異。在內容文字無意義的情況下，受測者的眼動結果會較傾向版型編排的引導；在內容文字有意義的情況下，受到句子的前後因果關係所影響，受測者的眼動結果傾向順著文字內容的順序。但因為版型編排不一定會對每個受測者產生引導的效果，所以文字無意義的眼動結果較為不一致；相對地，受測者都能閱讀有意義文字的文句內容，因此文字有意義的眼動結果會較為一致。

根據 PAD 情緒量表的定義，每種版型可以依照三個情緒得分的正負值歸類在不同的情緒形容詞中，而三種不同情緒的正負值可以組合出八種不同類型的情緒類型，請參見表 1 所示。依據此分類，我們將八種版型編排進行歸類。從表 15 可以看出，八種版型編排在兩種不同類別之下，分別被歸類成六種及五種不同情緒，其中在文字內容無意義的情況中，放射式與模塊式同一類（高興的），雙邊式與膨脹式是同一類（放鬆的），其餘各自為一類。而文字內容有意義的情緒部分，軸式及柵格式同一類（無聊的），放射式及膨脹式同一類（驚奇的），模塊式及隨意式同一類（焦慮的），其餘各為一類。

根據實驗的結果，影響眼動結果與 PAD 情緒得分結果的原因不盡相同，所以建議設計師在進行版型編排的動作時，可以依照實際需求挑選版型，以及選擇性地加強 PAD 情緒的其中一種，或者思考想要利用版型營造哪一種情緒給觀者，表 15 希望可以做為藝術設計教學或者應用時之參考。

表 15
八種版型的 PAD 情緒量表結果對應之形容詞

PAD 正負值	形容詞	版型	PAD 正負值	形容詞
(PAD, +--)	溫順的	S1 軸式	(PAD, ---)	無聊的
(PAD, +-+)	放鬆的	S2 雙邊式	(PAD, +-+)	放鬆的
(PAD, +++)	高興的	S3 放射式	(PAD, ++-)	驚奇的
(PAD, +-+)	放鬆的	S4 膨脹式	(PAD, ++-)	驚奇的
(PAD, ---)	無聊的	S5 柵格式	(PAD, ---)	無聊的
(PAD, +++)	高興的	S6 模塊式	(PAD, -+-)	焦慮的
(PAD, -++)	憤怒的	S7 隨意式	(PAD, -+-)	焦慮的
(PAD, --+)	蔑視的	S8 過渡式	(PAD, --+)	蔑視的

本研究結果在教學上，可以引導學生討論為何版型能引發不同的美感情緒和視覺注意力、以及觀者的眼動運動又代表著什麼意義，接著再利用科學實證資料對照學生們的推論進行討論。若進一步說明美感體驗如何透過科學實證來分析，能幫助未來有志從事美感研究的學生建立初步概念，理解抽象的美感如何被理性分析。此外，學生未來進行視覺設計或藝術創作實務時，也能透過這些視覺原則來表現想法，並利用理論與人們溝通。

陸、結論與建議

本研究基於實徵美學之精神，利用兩因子實驗設計進行探索，並用二因子變異數分析（two-way ANOVA）檢定，試著讓研究結果之信效度更高。研究主要發現「文字內容有無意義」和「版型」兩因子影響美感情緒的三個指標 PAD，其中兩因子對愉悅情緒（P）具有交互作用；只有版型明顯影響喚起情緒（A）；只有文字內容有無意義會明顯影響支配情緒（D）。雖然本研究尚無法證明眼球運動與 PAD 情緒之間的關係，不過仍可觀察出其關聯性，做為後續研究之基礎。

一、結論

從本研究可得知版型與內容如何影響眼球運動結果與 PAD 情緒得分。根據眼動實驗結果，可以推測出內容有意義與否對眼動軌跡產生影響。當內容有意義時，受測者的眼動軌跡比較不會被版型差異左右，卻會被文字內容的前後關係所引導。相反地，在內容無意義時，受測者的眼動軌跡在八種不同版型上較不一致，不過相對來說，引導性較強的版型，眼動軌跡還是比較一致，如放射式。從 PAD 美感情緒調查發現，版型與內容有無意義會影響 PAD 情緒得分。八種版型在不同情緒指標下有不同的結果。雙邊式與隨意式在不同類別的愉悅情緒會有顯著差異；版型差異對喚起情緒會有顯著影響，尤其放射式有最高的喚起效果；文字內容是否有意義則影響支配情緒。

從這些結果也可以推測眼球運動與情緒的關聯性，如愉悅情緒得分高的版型在兩種不同的文字類別呈現出不同結果：在無意義的內容中，活潑自由的隨意式版型愉悅情緒得分偏高，而在有意義的內容中，易於閱讀的雙邊式版型給觀者的愉悅情緒較高。有了這些結果，在設計版型的時候，設計師更可以依據不同需求以及要提升哪種情緒得分，而選擇不同的版型編排，以達到最佳的效果。

本研究進行的眼動實驗，除了加強前人研究的理論結果，也能在版型與眼球運動的關係中找到規則。PAD 情緒測量方面，除了找出各類版型可引發之美感情緒外，所得出的結果也可用來輔助討論眼球運動與情緒反應之間的相關性。希望填補過去研究在這方

面之不足，亦可以為藝術設計或者造形構成教學之參考；同時，也希望提供更明確之實務建議，設計出適用於現今多元媒介平臺的編排設計。

二、研究限制與建議

過去版型研究大多只探討格線版型，本研究試著將實際設計時常用的八種版式原型一起做比較；此外，視覺設計時常將文字當成與內容無關之圖像進行設計，這也是研究加入「文字有無意義」之動機。實際設計仍有許多複雜之因素，像是版面尺寸、色彩或圖像等變項，都是值得未來深入研究的。例如在實際的設計實務，大多是圖文並茂，未來實驗可以將圖片與文字加入八種版型一起探討，以驗證本文結果之一致性。

除此之外，許多實驗的變項，例如：Buswell（1935）指出觀者看藝術或者設計作品時，受過藝術或設計訓練的受測者的注視時間較未受過訓練的受測者短，兒童與成人在觀看圖片的模式中並沒有顯著的差異。因此，受過藝術訓練與否、性別、年紀等因素是否會影響觀看軌跡與美感情緒反應等議題，皆可讓實驗結果更符合各種現實狀況，提供更直接的設計建議。

在測量方法上，美感情緒有多種評估方法，本研究僅以 PAD 情緒量表做為測量，未來可以用其他方法來驗證或補充。最後，本研究所推論有關於眼球運動與情緒之間的關聯性，縱然有跡可循，但仍需要更精確的量化證據，此部分有待往後研究更深入探究。過去與本主題相關之實證研究較少，因此本文將觀察結果做較多藝術與設計應用上的討論。期許未來有更多之相關研究進行實徵美學與理論的對話，並可更深入討論影響觀者眼動行為與美感情緒反應背後更深層的意義。

引用文獻

中文部分：

伊彬（2009）。*插畫與電視廣告之實徵美學*。新北市：華藝。

I, Bin (2009). *Empirical aesthetics of illustration and TV commercials: Aesthetic judgment and preference between generations*. New Taipei City: Airiti.

何耀宗（1975）。*平面廣告設計*。臺北市：雄獅。

Ho, Yao-Sung (1975). *Graphic design*. Taipei: Hsiung-Shih Art Book.

南雲治嘉（2010）。*版面編排*（沙子芳譯）。臺北市：楓書坊文化。（原著出版於2009年）

Nan-Yun, Zhi-Jia (2010). *Layout design* (Sha, Zi-Fan, Trans.). Taipei: Maple House Cultural. (Original work published 2009)

唐大崙、莊賢智（2005）。由眼球追蹤法探索電子報版面中圖片位置對注意力分布之影響。*廣告學研究*，24，89-104。

Tang, Da-Lun, & Cheung, Hsien-Che (2005). Exploring attentional effect of image position on news reading from eye-tracking method. *The Journal of Advertising Research*, 24, 89-104.

許峻誠、陳韋呈、蘇漢益（2011）。*版型設計與眼球運動之關係研究*。論文發表於「2011 圖文傳播藝術與科技國際研討會」。新北市，臺灣。

Hsu, Chun-Cheng, Chen, Wei-Cheng, & Su, Han-Yi (2011). *The relationship between layout design and eyemovement*. Paper presented at International Conference of Graphic Communication Arts & Science. New Taipei City, Taiwan.

外文部分：

Agarwal, A., & Meyer, A. (2009). Beyond usability: Evaluating emotional response as an integral part of the user experience. In *Proceedings of the 27th International Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2919-2930). New York, NY: ACM.

Bell, C. (1914). *Art*. London, UK: Chatto & Windus.

Berlyne, D. E. (1971). *Aesthetics and psychobiology*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.

Berlyne, D. E. (1974). *Studies in the new experimental aesthetics: Steps toward and objective psychology of aesthetic appreciation*. Washington, DC: Hemisphere.

Buswell, G. T. (1935). *How people look at pictures: A study of the psychology and perception in art*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Cleveland, P. (2010). Style based automated graphic layouts. *Design Studies*, 31(1), 3-25.

Duchowski, A. T. (2003). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. New York, NY: Springer-Verlag.

Elam, K. (2007). *Typographic systems*. New York, NY: Princeton Architectural Press.

Goldberg, J. H., & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(6), 631-645.

- Hassenzahl, M. (2008). Aesthetics in interactive products: Correlates and consequences of beauty. In H. N. Schifferstein & P. Hekkert (Eds.), *Product experience* (pp. 287-302). Amsterdam, NL: Elsevier.
- Havlena, W. J., & Holbrook, M. B. (1986). The varieties of consumption experience: Comparing two typologies of emotion in consumer behavior. *Journal of Consumer Research*, 13(3), 394-404.
- Helfenstein, S. (2005). Product meaning, affective use evaluation, and transfer: A preliminary study. *Human Technology*, 1(1), 76-100.
- Henderson, J. M., & Hollingworth, A. (1999). High-level scene perception. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 243-271.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York, NY: Farrar, Straus and Giroux.
- Khalighy, S., Green, G., Scheepers, C., & Whittet, C. (2015). Quantifying the qualities of aesthetics in product design using eye-tracking technology. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 49, 31-43.
- Kim, J., Lee, J., & Choi, D. (2003). Designing emotionally evocative homepages: An empirical study of the quantitative relations between design factors and emotional dimensions. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(6), 899-940.
- Kress, G., & Van Leeuwen, T. (2002). Colour as a semiotic mode: Notes for a grammar of colour. *Visual Communication*, 1(3), 343-369.
- Li, X., Fu, X., & Deng, G. (2008). Preliminary application of the abbreviated PAD emotion scale to Chinese undergraduates. *Chinese Mental Health Journal*, 22(5), 327-329.
- Locher, P. J. (2006). The usefulness of eye movement recordings to subject an aesthetic episode with visual art to empirical scrutiny. *Psychology Science*, 48(2), 106-114.
- Mackworth, N. H., & Morandi, A. J. (1967). The gaze selects informative details within pictures. *Perception & Psychophysics*, 2(11), 547-552.
- Margolin, V. (2002). *The politics of the artificial: Essays on design and design studies*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Nielsen, J., & Pernice, K. (2009). *Eyetracking web usability*. Berkeley, CA: New Riders.
- Parks, M. E., Siskar, J. F., & Veltri, A. L. (2014). *Navigating the teaching of art*. Old Tappan, NJ: Pearson Education.
- Poole, A., & Ball, L. J. (2005). Eye ball eye tracking in human-computer interaction and usability research: Current status and future prospects. In C. Chaoui (Ed.), *Encyclopedia of HCI* (pp. 211-219). Pennsylvania, PA: Idea.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research.

Psychological Bulletin, 124(3), 372-422.

Salvucci, D. D., & Anderson, J. R. (1998). Tracing eye movement protocols with cognitive process models. In *Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 923-928). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. New York, NY: Penguin.

Tsai, T. W., Chang, T. C., Chuang, M. C., & Wang, D. M. (2008). Exploration in emotion and visual information uncertainty of websites in culture relations. *International Journal of Design*, 2(2), 55-66.

Williamson, J. H. (1989). The grid: History, use, and meaning. In V. Margolin (Ed.), *Design discourse: History, theory, criticism*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Exploring the Relationship between Layout Design and Aesthetic Emotion through Eye Tracking Method

Chun-Cheng Hsu¹

Wei-Cheng Chen²

Summary

Different media produce different effects that subsequently influence the user's acceptance and understanding of a message. The visual presentation of these media is greatly influenced by the use of layout systems; the present study takes this as a starting point for research. Research shows that layout styles represent the ideas and preference of society and people of the time. Also worthy of discussion and comparison is the fact that the varying dimensions of the different types of media platform result in different effects in conveying messages, and that the effect of digital media must also take into account the factor of layout design.

Human minds are not necessarily rational. A well-designed incentive may influence behavior towards the desired direction. Psychology and behavioral economic theories proved that, insignificant elements are often the source of significant influences. Kahneman (2011), Thaler and Sunstein (2009) introduced the notion of "Nudge" to illustrate the importance of subtle designs. One of the most renowned examples is the etching of images of houseflies into the urinals. This subtle design improved the aim and reduced 80% urine spillage. When defining factors affecting website usability, scholars tended to advocate the importance of aesthetics. Hassenzahl (2008), however, proposed that layout design is the critical influence on both aesthetics and usability. These are examples that visual or interface designs of details could exert remarkable impacts on people's behavior or decision making. Layout design is ubiquitous in daily life, an indispensable element behind successful visual guidance and aesthetic experience of 2-dimensional media or 3-dimensional space alike. Therefore, how different layouts and content lead to different user

¹ Associate Professor / Institute of Applied Arts, National Chiao Tung University

² Master / Department of Communication and Technology, National Chiao Tung University

eye movement and emotional reactions becomes a vital subject for clinical designs and aesthetic education, while relevant empirical studies of aesthetics are few in number.

The present research started off by discussing basic layout system. Then an 8×2 factorial design experiment was employed based on two factors, “layout design” and “content meaningfulness/meaninglessness.” It used eye tracking technique and Pleasure-Arousal-Dominance (PAD) emotion measurement scale to analyze browsing movements and aesthetic emotions of 40 participants. Treating scanpaths of the eye movement on “content meaningfulness/meaninglessness” as the variant, the 8 layouts were sorted into 3 categories: similar, somewhat similar, and not similar. S3 Radial, S4 Dilatational, S6 Modular and S7 Random layouts resulted in similar eye movements. S2 Bilateral and S8 Transitional layouts resulted in somewhat similar eye movements. S1 Axial and S5 Grid layouts resulted in eye movements that were not similar to each other. The impact of layouts on fixation allocation was shown on the heat map. In “content meaningfulness” scenarios, participants tended to focus on specific points or areas under the influence of layout design.

Based on the PAD aesthetic emotion research, different layouts yielded to different results when observed from different emotional indicators. The result of a two-way ANOVA in SPSS Statistics shows that there is a statistically significant interaction ($F = 3.324$, Sig. = 0.006) between “layout design” and “content meaningfulness/meaninglessness” on the Pleasure emotion. The main effects can be summarized as follows. First, among the 8 layouts of content meaningfulness in the Pleasure emotion evaluation, S3 Radial layout scored highest while S8 Transitional, S5 Grid, and S7 Random layouts scored least. Secondly, among the 8 layouts of content meaningfulness on the Pleasure emotion evaluation, S3 Radial, S4 Dilatational, and S2 Bilateral layouts scored highest while S7 Random layout score least.

“Layout design” has a significant effect on the Arousal emotion indicator, with Radiant layout triggering the highest Arousal emotion. “Content meaningfulness/meaninglessness” has a significant effect on the Dominance emotion with “content meaningfulness” getting a higher Dominance emotion score.

The present research used eye movement experiments to reinforce theoretic achievements of prior studies. It also attempted to formulate the relationships between layout and eye movement. The PAD emotion measurement identified aesthetic emotions produced by various layouts, also shedding lights on the relevance between eye movement and emotional responses. The research aims to provide references for design or art education to this relatively under-researched topic. It also expected to make tangible proposals for ideal layout designs for multimedia platforms at the present day.