

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 以信息熵理論探討數位互動美學的創作機制 - 以數位博物館網頁設計為例

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2411-H-009-014-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學應用藝術研究所

計畫主持人：張恬君

共同主持人：王鼎銘

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 3 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告   
期中進度報告

以信息熵理論探討數位美學的創作機制—以數位博物館網頁設計為例

計畫類別： 個別型計畫

整合型計畫

計畫編號：NSC 92-2411-H009-014

執行期間： 92 年 08 月 01 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：張恬君

共同主持人：

計畫參與人員：蔡子瑋、陳俊瑋

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學

中華民國 93 年 10 月 20 日

## (一) 中文摘要

數位互動媒體的使用時間與人口比例數逐年上升，網頁是最常接觸的數位媒體，網頁結合了聲音、圖像、文字，形成新興視覺藝術中的一項。網頁視覺藝術作為資訊傳達媒體，其資訊架構、圖像美學及使用介面，影響使用者的使用情緒與經驗，由於網路媒體傳播範圍的廣大，成為藝術家及設計師表現作品創意的媒材，互動性的特質、螢幕大小及解析度的限制，及其他電腦程式技術的配合，創造出特有的創作機制。1971年安海姆的研究提出，視覺藝術的組成、社會進化、宇宙構成，可以熵來探討 (Entropy) 共同的原則性，在資訊理論 (Information Theory) 中，負熵即信息量的量測，表示系統中非秩序性的程度，也是某種狀況機率分配的情況。本研究期以信息理論來探討網頁視覺設計，研究方法分成四個階段：階段一、形態特徵分析表的建立；階段二、以信息量表量測網頁作品信息率與審美偏好的關係；階段三、以信息熵量測形態特徵元素彼此的影響關係；階段四、資料分析。研究目的為：1. 提出對網頁設計創作決策機制的建議；2. 建立互動資訊媒體數位博物館首頁的形態特徵要素；3. 了解觀賞者對數位博物館網頁設計的審美偏好；4. 為後續演算設計法的先期研究。主要貢獻期提出以熵分析的科學角度作為測量視覺藝術美學的方法及成果。

關鍵字：熵、資訊理論、美學、網頁設計

## (二) 計畫英文摘要。(五百字以內)

More and more people spent much time on the digital interactive medias, especially World Wide Web on Internet. Web page integrated audio, pictures and text become a brand new item of visual arts. Although the function of most webs is to communicate, the architecture of information, the aesthetics of visual art and the interface influence the users' experience. Besides, because the Internet communicates broadly and fast, Web media is the good land for artists and designers to create. The features on interaction, resolution and computer programs offer the specific structures and creative mechanisms. In 1971, Arheims' research in "*Entropy and Art – an Essay on Disorder and Order*" the structure of visual arts, social evolution cosmic atoms, and information theory can be discussed with entropy analysis. In the framework of the information approach, the key concept is "entropy". It is the disorder inherent in the system studies, the distribution of its objects (elements) over certain parameters. This proposal is explore the entropy and aesthetics in interactive media, using the information approach to research the mechanisms of web design on digital museum. There are four research steps: 1. Morphological Analysis, 2. Measuring the Information Rate and Aesthetic Preference, 3. Calculating of the coefficients of informativity relating to the distribution. The aim of the research is to identifying the aesthetic preference and the sequence of stages of the creative process in web page design. The achievements are the initial research for the genetic algorithm design on web design and practice the scientific way to evaluate the aesthetics of visual arts.

Keywords: Entropy, Information theory, Aesthetics, Web design

## 前言

網頁視覺藝術作為資訊傳達媒體，其資訊架構、圖像美學及使用介面，影響使用者的使用情緒與經驗，網頁設計成為設計師表現作品創意的媒材，創造出特有的視覺藝術。網頁風格由認知特徵元素的組成，以視覺語言傳達信息，要了解網頁視覺語言所達的信息量，本研究以熵分析法來分析網頁風格的創作機制，解析形成不同風格時，特徵元素決策的過程。網頁觀者進入數位環境的刺激物，並且其刺激是多元的，口語化的信息率量可用來量測不同風格所傳達的信息量，並與情緒量表因子進行迴歸分析，發現網頁的信息率與喚起存有正向線性的關係。

## 信息(Information)的定義

詞海對信息的定義是「指對消息接受者來說預先不知道的報導」。美國韋伯字典的解釋是「用來通信的事實，在觀察中得到的數據、新聞和知識」。英國牛津字典的定義是「信息就是談論的事情、新聞和知勢」。《朗文—清華英漢雙解科技大詞典》的解釋是：(1)電信系統中能夠通過電方式傳送給遠方目標的任何消息(電碼、話音、圖像等)。(2)通常地是指接收者在接收前所未知的知識或消息。(3)通過對數據加以解釋，給予數據的意義。這些解釋都偏重於信息對人類社會的作用方面。日本《廣辭苑》的定義是「信息是數據或消息中所蘊含的定義。它與信息載體無關：在信息論中，信息使消息中所描述事件出現的不確定性減少，若不提供信息，則不確定性就大一些」。美國控制論創始者維納認為「信息就是我們在適應外部世界和控制外部世界過程中，同外部世界進行交換的內容的名稱」，有些研究報告認為：「信息是客觀世界在萬物和人類彼此之間的相互感受和認識中的再現，它反映了被感受對象和所考察事物的狀態、特性和變化。通過信息，自然界萬物之間的平衡得以維持，人類社會的文明得以創造，得以繼承和發展」。這些說法，就更偏重於觀察事物的屬性方面。鐘義信教授據此提出「信息是關於事物運動的狀態和規律，或者說是關於事物運動的狀態、特性和變化」。

## 信息和次序(order)

信息反映事物的狀態、特性和變化，如果世界是完全雜亂無章、一片混亂，就無法區分不同的事物。事物的特性就在於事物有一定的結構，有一定的組織，即有序性。因此可以說，信息是事物有序性的一種度量。例如溫度是種自然界的消息。因此可說信息即是事物的次序。

分子的熱運動是一種無組織的無序運動，統計熱力學常用「熵」(entropy)來表示系統的無

組織程度或混亂程度。當一個系統的無組織程度增加時，它的熵就增大。信息指的是事物的次序，而此次序是區分事物的依據，則熵的增加意旨從易於區分（有次序性）的狀態過渡到不易區分的狀態（無次序性）。在自然界中，熱會從高溫處向低溫處傳播，直至物體達到一個平衡的溫度，如果物體的一邊是高溫，另一邊是低溫，表示有序性；但在溫度趨於平均的過程時，無序性增大，即熱熵增加，有序性減少，信息量減少<sup>1</sup>。信息熵是表示信息的量測，這個使有序性增大的過程，使信息熵增加，熱熵減少，因此信息熵和熱熵之和保持不變，熱熵的減少等於信息熵的增加，可說信息熵等於負熱熵。因此在任何孤立系統中，熱熵和信息熵的總和是恆定的，稱為修改的第二形式熱力學定律。若從其他系統輸入信息熵，即負熱熵，則使內部熱熵減低，使系統更朝有序性的方向發展，此說明與外界交換信息對系統進化的重要性，這是世界形成的原因，從無序至有序的自發組織現象，例如給予不同的容器形狀，液體分子會從無序排列至符合容器的對流圖形；幾種物質進行化學反應時，反應過程是無序的，但在給了催化劑之後，則會呈現分組濃度，或隨時間而作周期變化的現象。作無序運動的系統，在一定條件下，體系中的分子好像是接受了某個統一的命令，自己組織起來形成宏觀上空間和時間上的一致行動，稱為有序運動。例如大廳中主持人下指令開始鼓掌，起初雜亂無章，但逐漸會形成規律起伏的鼓掌聲。

總之，在信息理論中，次序是承載信息的載具，信息與熵的概念是相反的，熵是量測混亂的，所以傳達訊息即是引導至次序。這裡所討論的次序其實是某種組成(structure)，或某種動態規律的有序變化的運動。均質代表混亂、無序、無信息；形成組成特定分組形式，或規律動態質地或狀態來回有序變化，則代表有序，表有信息的產生。事物具有某種特性就在於其有一定的結構、組織，即有序性，因此信息是事物有序性的一種度量。有序性增加，信息（熵）（負熱熵）增加，（熱）熵減低；無序性增加，信息（熵）減低，熱熵增加。

## 熵及視覺藝術作品

用信息理論來解釋視覺藝術的創作，最早應起於安海姆以熵分析藝術創作的論說。安海姆的理論基本上大半源自完形心理學，從知覺出發，認為藝術作品即是一個知覺場，對創作者而言，在一特定藝術作品中，藉著安排各種形狀、色彩、運動等元素動力的交互作用，而使各種動力最終達到平衡的狀態，即達到大自然中的熵平衡，此種狀態即是完形，他認為即

---

<sup>1</sup>根據熱力學第二定律，如果要減少系統的熵，就需要外部對該系統作功。1871年，科學家麥克斯韋提出的假設：在密閉容器，分隔成A,B兩部份，欲達到A為溫度低的慢速分子，B為高高度的快速分子，因此以精靈（後來稱之為麥克斯韋妖）來控制門閥篩選通過的分子，若達成A,B的分成分隔，即是系統的有序性增加，為了識別分子的運動速度，麥克斯韋妖必須得到分子運動速度的信息，為了獲得信息，外部必須作功，另一個解釋，則是當氣體分子到達門閥時，將速度信息告訴麥克斯韋妖，通過小車時，B區得到快分子的信息，A區得到慢分子的信息。

是靜態的繪畫作品，也是由於刺激大腦視覺中心，產生生理抗拮的力量，直至最後相對的靜止狀態，而我們在靜止形象裡所看到的是「有方向的張力」或「運動」。從信息和次序的關係中，所討論的秩序其實是某種組成(structure)狀態，對信息理論者而言，組成無法作為預測的基準，有很多不可預期的自然發生；但對藝術家來說來說，組成是提供很多的信息的，如宗教壁畫人像的信息提供了宗教功能，Andy Warhol 展現整排排列的照片去代表現代生活機械因素的逐漸涉入，造形構成提供了許多信息，因此對藝術家來說信息則相當於造形的構成規則。

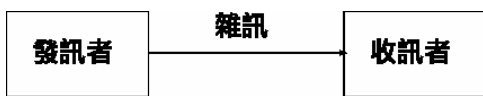
France Henaut(1994)提出熵和藝術之間的關係，其認為藝術作品中的熵愈高，表複雜度愈高，亦即所可能出現的不同次序組成也愈高，因此蘊含愈多的信息量。他們認為複雜度、信息率和熵所指示的事實相同，它們是用來解釋及說明傳達(communication)的三項要素。視覺藝術家、設計師希望透過作品來傳達他們所欲表達的信息，在作品中包涵愈多的信息，愈易影響及打動閱聽者。當然，觀賞者有不同的文化與生活背景，因此只要視覺作品中有某些特質與觀賞者有交集，觀賞者則能與創作者的美學情感產生共鳴，基於此項觀點，創作者則有義務在作品中提供信息複雜可能性。I. Xenakis 則談到：美和醜並不具有意義，音樂中的聲音的好壞也不具意義，有意義的是音樂中所包涵的信息量，它才是真正評量作品的標準。

以科學的傳達美學角度，France and Henaut 提出比喻的說法：視覺作品會在不同的文化背景的閱聽者，得到不同的觀賞熵值，他以爬山來比擬，山就如同視覺藝術作品，但不同技巧及狀況的人，爬同座山卻使用不同的肌肉量，並對它的困難度及經驗有不同的評價；崎嶇的山，其弧熵(curvature entropy)值高，表示不確定性高，信息熵高，必須有好的技巧及體力的人，才能體會它的美；而平坦的山，弧熵值低，不確定性低，信息熵低，則一般體力的皆能征服。因此他認為，視覺藝術作品應有其內在的動態性(internal dynamism)，創作者將他個人對社會、文化、生活的觀點，以他複雜隨機的表現方式融於作品中，作品本身是活的。Petrov(2002)比較三位蘇俄藝術家 Kuznetsov, Korovin, Mashkov 繪畫作品，以感知因素(畫作大小、長寬比、色彩數、是否出現代表色、色調)及社會因素(類型、平面數、人數)作為因子，將信息熵的量測加入統計的概念，兩兩因子的信息係數為相關係數代表彼此影響性，探討每位畫家的創作模式及風格的穩定性。

## 信息理論(Information Theory)

信息理論為通信系統的核心理論，美國工程師仙農(Shannon)提出信號的輸送與傳送線路的情況及噪聲(noise)有關，人們希望知道在什麼條件下能可靠地準確地傳送信號，怎樣才能

最快地傳送信號等等。控制論研究者 提出從人的神經元中發現回饋(feedback)的作用，對信息的回饋造成對系統的下一次反應及控制。信息理論研究者認為「人的思想不是物質流的產物，而是信息流的產物」。人和外界系統不僅是只有能量、物質的交換，信息交換是關鍵；例如人的感知眼、耳、鼻、舌、身等感知器官的接收器，接收到光、溫度、壓力等外界信息刺激時，加上目前執行器在工作時所產生的回饋信息，神經系統把各種輸入信息結合起來，對執行器再次發出希望動作的命令、或儲存、認知，生物的學習歷程，就是靠自動控制的機制在運作過程中，根據感知及回饋而不斷自行調整。此由控制論者所提出的信息理論架構，之後應用在電機自動控制系統、多媒體互動系統、人工智慧等溝通模式。



圖一 shannon 的信息傳達模式



圖二 自動控制論的信息傳達模式

## 信息的測量

控制論者的信息傳達理論是研究人神經系統對信息的處理而來，神經元的兩個動作即「激發」和「休止」，在人類表示信息的世界裡，即是“0”和“1”其如同的 DNA，組成所有的信息。N是幾位數，M 是共有多少種組成，如二位數(00, 01, 10, 11 (共 4 種))，三位數(000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111 共 7 種)，因此表示為  $M=2^N$ 。為二進制表示方法。信息的單位為 bit，為二進位法， $\log_2(2)=1\text{bit}$  如何得到 bit 值，即信息量的量測。<sup>1</sup>

以  $H_x$  表示一事件的總信息量，P 代表該事件發生的機率，那麼，信息量  $H_x$  與  $\log_2(1/P)$ ，即  $-\log_2(P)$  成比例，依此，則對已確定的事件  $P=1$ ，公式得知信息量  $H_x=0$ 。取對數

<sup>1</sup>依信息理論的定義，信息是消除隨機不確定性的東西，對於一個完全確定的事，知道必然要發生，則沒有信息量，如已知棒球冠軍隊是誰，則完軍屬於誰的新聞，則沒有任何信息；人一定會死，則人會死這件事就沒有信息量；但是具體至某個人，張三何時會死卻是難似確定的，張三去世的時間，對認識張三的人來說就是一種信息。也就是說可以預先嚴格確定未來狀態的事物，或知道其運動的規律（如每年八月十五日的月亮是圓的），則它的變化對我們來說是沒有信息量的。世界上存在的有一定的規律的行為，會受到很多偶發性因素的影響，因此其結果是事先難以確定的，有不確定性，人們才對事物狀態的發展發生極大的興趣。這種事物的狀態與變化對我們來說就是信息，表述事情不確定的數學表示方式，就是事件發生的機率 P，完全確定的事物  $P=1$ ，即信息量為 0。例如大多數的人，都認為義大利或德國隊會拿冠軍，但結果是法國隊拿到冠軍，我們會說大爆冷門，則這條新聞的信息量很大，從數學角度說，則是法國隊拿冠軍的機率遠比義大利拿冠軍的機率小，這也就是說，事件發生的機率 p 愈小，事件發生的不確定性愈大，則該事件發生的信息量愈大（**機率 p ↓，不確定性 ↑，信息量 ↑**）。

的原因是可以使兩個信息加在一起的總信息量，正好等於每個信息單獨存在時各自信息量之和。

如果某系統的某一變項具有  $n$  種獨立的可能狀態（或結果）： $x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$ ，每一狀態出現的機率分別為  $P(x_1), P(x_2), P(x_3), \dots, P(x_n)$ ，在每個出狀態出現機率不相等但總和為 1 情況下，以  $H_X$  表示系統中的總信息量，即在變因  $X$  下的所有可能性的總和。  $P_i$  代表系統中事物在  $X$  變項上第  $i$  程度發生的機率，  $n$  代表所有的可能狀態，  $H_X$  值愈大，表系統熵值愈大，機率加權總和愈小（去除負號的部份），表示系統可能造成不同的次序組成(pattern)型式愈多，即不確定性愈高，信息量愈大。

$$H_X = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

每個狀態出現機率不等的情況，其信息量比出現機率相等（如投擲硬幣，正反面機率相等，信息量=1）來得少（注意負號）；較少出現或新奇的事物有較多的信息，因為  $\log_2(1/P)$  等於信息量，如機率為  $1/2$  的事件，其信息量為 1，機率較少  $1/4$  的事件，其信息量為 2，事件發生的概率  $P$  越小，則該事件發生的信息量越大。

某一種次序組成，傳達一種信息；所有次序出現的機率對數總和，即信息量。信息量的熵分析法也可適用於多變項，以探討兩變項之間的關係，  $P_{ij}$  表示系統事件在  $X$  變項上的第  $i$  程度的發生機率，及在  $Y$  變項上的第  $j$  程度發生機率。兩個變項的計算式如下：

$$H_{XY} = - \sum_{i,j} P_{ij} \log_2 P_{ij}$$

以統計方法來探討兩變項的關係，則以兩變項的相關因素關係，決定信息係數(coefficient of informativity)，  $X$  變項對  $Y$  變項的影響  $\alpha_{XY}$ ，係數值介於 0（無相關）及 1 之間（表示  $Y$  變項完全由  $X$  變項決定）：

$$\alpha_{XY} = \frac{H_X + H_Y - H_{XY}}{H_Y}$$

$Y$  變項對  $X$  變項的影響，則為



$$\alpha_{yx} = \frac{H_x + H_y - H_{xy}}{H_x}$$

由此二信息係數看出兩變項之間的關係及影響程度，若  $\alpha_{xy}$  大於  $\alpha_{yx}$ ，則表示 X 對 Y 的影響較大，即 X 變項必須對 Y 的不確定性（熵值）的所負的責任較多，比起 Y 變項負責 X 變項的不確定性。也就是說，X 帶給 Y 較多的信息量，Y 帶給 X 的信息量較少。所以就決定了此兩變項的因果連結(causal link)，但在此二係數（幾乎）相等時，是無法決定其因果關係的。

### 信息率、愉悅和喚起(Arousal)

許多研究指出愉悅和喚起都是經歷美感經驗所會被引起的情緒，在審美與情緒中的相關研究中，Bense 結合美國數學家 George D. Brikhoff 所提出的數學公式，建立一套科學的宏觀美感關係：宏觀審美信息是秩序(Order)除以複雜度(Complexity)的商，即  $A=O/C$ ，其中秩序是指在秩序關係下的秩序結構，而複雜度是指一種核對性質，其構成要素為統計信息。藝術品的審美愉悅，是由於喚起(arousal)作用的緣故，也就是激勵引發觀者的注意和情緒的激動。Lavland 提出以科學分析美的知覺，即以原有靜態秩序下的內在能量(E)，減去受到秩序改變後的熵能(TS)，即受到刺激後的喚起程度(A)： $A=E-TS$ 。Mehrabian & Russel(1974)發展出研究物理環境對人類情緒態度引導的信息量表(IRS)，信息率總分（即每單位時間接收的總信息量），是喚起的直接相關函數：信息率=0.578 喚起狀態，Locher(1995,1998)將 IRS 量表應用於視覺藝術，其中所有形容詞對分數加總得出信息率總分(information rate score)，用來量測藝術品的複雜度，即其易變性。審美反應會在另一感官產生快樂的感覺，即聯覺性(Synesthesia)，Berlyne(1974)研究發現興趣(interest)及愉悅(pleasure)是引起對美的感受，而某種程度的複雜性，由於內部的豐富組織性，可使感官得到有意義的回饋。由 Day(1968)的研究可推知複雜度與興趣度和愉悅度無直接關係，但是喚起的直接相關函數。

以環境心理學來說，愉悅、引起注意及可控制的三個對使用信息者的影響因子(1974)。因此信息率高與低影響愉悅與喚起的情緒反應。愉悅是偏好、喜歡、積極力量和迴避衝突性的。但 Day(1968)發現偏好與愉悅都是經由喚起所引起，和複雜性並無直接相關，但喚起卻和喚起有直接關係。Mehrabian and Russell(1974)是環境心理及行為學的研究者，認為愉悅和喚起的程度可以以語意差別法來測量作為行為所環境影響的指標，因為證據顯示它們與口語測量的結果有極高的相關性(Thayer,1967)。根據 Mehrabian and Russell 認為信息率與喚起的假設(The information rate-arousal hypothesis)是喚起是對結構複雜性和刺激結構改變的反應。Franken(1967)

對受試者進行 EEG 的測試，發現對較複雜的幾何圖會呈現較不穩定現象，表示喚起程度較高。Berlyne and McDonnell(1968)研究中發現對較複雜的圖案，EEG 會有較長不穩定的狀況；Berlyne and Borsa 使用較模糊的圖像，較沒有清楚的圖案信息與意義，而這類圖像的信息率是較高的，受試者 EEG 會有較長不穩定的狀況，Berlyne, Crow, Salapatek, Lewis(1963)使用 GSR 的量測，發現較複雜、較不規則及較不調和的圖會增加喚起反應的。Berlyne and Peckham(1966)使用語意差別量表測量不同複雜程度的圖形，發現喚起和結構複雜性和刺激結構改變的程度呈正向的線性關係。

### 信息率(Information Rate)與刺激因素

每個刺激都在傳達某項信息，在環境中的刺激是多變且由許多單獨的刺激（如色彩、聲音、光線…等）所結合在一起的，這些造成某種模式(pattern)，對比和信息層次，引起對環境的反應，這些反應常以以下說法來描述：複雜、多變、統一、調和、人造物、擁擠、對稱、有意義、和諧及新奇。這些描述方式和信息率(information rate)有關，平均信息率可以使用在複雜空間的特質及暫時性擺設的刺激的量測。在此的假設是：信息率和喚起(arousal)有直接相關。

信息率指的是在單位時間內的信息量，在信息量的量測的公式提供了二個暗示：每種狀態出現機率不等的情況，其信息量比出現機率相等（如投擲硬幣，正反面機率相等，信息量=1）來得少（注意負號）；較少出現或新奇的事物有較多的信息，因為  $\log_2(1/P)$  等於信息量，如機率為 1/2 的事件，其信息量為 1，機率較少 1/4 的事件，其信息量為 2，事件發生的概率 P 越小，則該事件發生的信息量越大。Mehrabian 是行為心理學研究者，在其和 Russell 合著的 "An Approach to Environmental Psychology" and Russell" 一書中從信息理論角度的熵分析運用可用在對環境、事件、空間，及其他不同形態(modalities)刺激的信息量的量測，只要不同形態彼此是互相獨立的情況下，如視覺、聽覺刺激等。在各事件及組成元素是獨立情況下，其認為總信息量是個別事件(event)或組成元素(component)所引起的信息量的總合。

以下就造成信息率高低的原因說明之：

- 特定時間內刺激的變化引起信息，刺激沒改變造成低信息率，組成元素快速且隨機的變化造成高信息率。
- 某種連續性的形式(patterning)的變化，如規律(regularity)、多餘(redundancy)、因果(dependencies)或合於規則(lawfulness)的連續性變化，由於存在某種可預測性，降低不確定性，信息量降低。

- 可改變的狀態數量、發生的頻率及連續發生的形式是影響。信息量的因素
- 熟悉性降低信息量。先前曾看過的刺激，則會因熟悉而降低信息率，愈熟悉，信息率愈減少。Terwilliger(1963)以隨機產生的矩形進形研究，某些形狀因看起來像某種格子圖案或窗格，則得到較正確的信息分數，這是熟悉性所致。
- 新奇、非預期的、驚喜指的是不確定性，信息率高。
- 可識出的有意義的事物及情況，信息率較低。
- 變化及運動比靜態有較多信息，快速向上的運動比慢速者單位時間內較多信息。
- 格式塔心理學辨識形態的好的造形(good form)、對稱、封閉性等亦可作為信息率的描述，對稱暗示不變、好的造形意即熟悉性所造成，都會較不好造形少的信息率。(Attneave,1957;Hochberg and McAlister,1953; Terwilliger,1963)
- 與物體距離較近，較清楚獲得較多物體信息，信息率愈高。(Hall,1966; McBride, King, And James,1965)
- 實際、立即可及的刺激有較高信息率，例如真實的人比照片可及，可以直接接觸，有較高信息率。
- 擁擠和高密度的刺激有較高的信息率。在單位距離內有較多刺激者，如人比沒生氣物體是被視為是高信息率的刺激。
- 大尺寸有較高的信息率。距離固定，尺寸愈大，則看得愈清楚，信息率愈高。許多藝術家將熟悉物以巨大尺寸製作時，對觀者則造成新奇性，信息率提高。
- 戶外、鄉村各大自然比起室內、城市及人造物有較廣距離、較少刺激密度及變化速度較慢，因此有較低信息率。

以信息理論來研究環境心理學的研究方法整理如下：

- 區分熟悉度是轉化為信息率概念的方法，成對形容詞也常用來量信息率，例如Berlyne(1967)所提出的簡單—複雜，形式化—隨機的，和諧—衝突，同質—異質，不變—多變，相似—對比，協調—不協調，連續—間斷。
- 複雜刺激的信息率量測，例如顯示房子或人的影像，製作鑲嵌圖案中的每個區塊，每個區塊由可控出現或不出現刺激（二進位），就像陰極射線管打出影像一般，每個區塊的大小依實驗圖形的複雜性而定，整體圖形的信息是由一連串的二進位數字所控制，依視覺顯示器在時間上的改變，信息量被量測。
- 對規律性變化的刺激，在給予受試者連續項目後，使其預測下一個項目的實驗，用來計算信息率，在過去經驗的個別差異性及形式(patterning)的不同是必須考慮的因素。

## 信息率的口語測量法

環境心理學研究者 Mehrabian and Russell(1974)認為對環境的情緒反應主要有愉悅、喚起及主導性，而又證明這和環境或刺激的信息率高低有關，在信息率與刺激物一文中提到，熟悉性與有意義性是代表降低不確定性，增加出現機率的意思，以此作為量測，則是對信息率進行條件機率的量測。事實上，信息率與刺激結構複雜性有關，計算複雜性 Attneave(1957)使用對數函數計算多邊形的複雜性；Day(1968)使用邊的計算來代表多角形的複雜性；Vitz(1966)使用響度、持久性及音高的變化來測量連續性音調，使用口語的方法來對變化性及非預期進行評分，作為測量信息率的方法。所以對於多元素組成的刺激物，要以機率方式計算確定的信息率值來說，對於受試者來及研究方法來說，是一件極繁瑣的事。因此 Mehrabian and Russell 發展以口語的方式來測量刺激的信息量與情緒反應之間的關係。

發展口語量表的步驟:

- 1.使用語意差別量表的兩個相對的形容詞對，建立初期量表。
- 2.前測檢驗量表效度。
- 3.篩選形容詞對，建立適當的量表。
- 4.情緒量測：針對不同的刺激（環境描述／照片／圖片等），進行情緒量表問卷（附錄一），此問卷主要是了解對刺激在此三個情緒因子下的反應，每個因子以數個形容詞描述，但以隨機順序排列：

表一

快樂的	—————	沈悶的
刺激的	—————	輕鬆的
可主導的	—————	須服從的
安心的	—————	鬱悶的
希望的	—————	絕望的
放鬆的	—————	無趣的
滿意的	—————	不滿意的
可影響的	—————	會受影響的
興奮的	—————	冷靜的
激進的	—————	遲緩的
氣勢非凡的	—————	敬畏震懾的
使人清醒的	—————	使人昏昏欲睡
具喚醒作用的	—————	不具喚醒作用的
可控制的	—————	無法控制的
敏銳的	—————	鈍拙的

愉悅的	—————	苦惱的
可自主操作的	—————	需受指導的

5.信息率測量：和信息率有關的最初形容詞對問卷（表二），排列為正負順序其中互相交雜，以量測出是否為有效：

表二

簡單的	—————	複雜的
具模式性的	—————	↳ 隨機無規則的
熟悉的	—————	新奇的
有意義性的	—————	無意義性的
格局小	—————	↳ 格局大
親近的	—————	↳ 遙遠的
好的造形的	—————	不好造形的
具變化性的	—————	制式化的
密集的	—————	空曠的
普通的	—————	稀少的
同質性的	—————	異質性的
間斷的	—————	流暢的
擁擠的	—————	↳ 不擁擠的
一般的	—————	↳ 驚奇的
人造的	—————	↳ 自然的
和諧的	—————	↳ 衝突的
對稱的	—————	↳ 不對稱的
類似的	—————	↳ 對比的
協調的	—————	不協調的
開闊的	—————	↳ 封閉的

6.根據量測結果，進行表二資料的因素分析，以主成分分析萃取因子數，並計算因素負荷觀察個別形容詞對對該因子的解釋能力。

7.結合表一及表二，將形容詞對和愉悅、喚起及主導性進行迴歸，並進行形容詞對的同質性檢驗及情緒因子的事後檢驗，依此決定最後的形容詞對。

8.以最後的形容詞對建立的信息率量表，再次進行刺激量測，計算每個刺激的平均數，及迴歸方程式。

### 網頁美學(Web Aesthetics)研究

網頁設計在網路發達之後所蓬勃產生的視覺表現媒體，現今網頁美學研究者，可分成實

體(Physical)研究及心理(Psychological)研究。實體研究者研究重點以視覺構成因素為研究目標，探討設計的準則及評估標準。如:

- Powell(2000)提出網頁的視覺要素包括標誌、超連結、文字、色彩、動畫、背景等
- Omanson(1998)在“Dimensions affecting web site identity”的研究中，從八個要素：背景(background)、編排(layout)、標誌(logo)、導覽(navigation)、標題(heading)、圖像(graphic)、主題(topic)、文字風格(typestyle)探討使用者如何辨識瀏覽中的網站的一致性，結果顯示標誌和圖像是最重要影響因素。
- 馮淑萍(2000)利用德菲法(Delphi)與調查研究法針對企業形象網頁的設計要素進行探討，最後提出網站視覺設計需考慮編排設計、企業形象、圖像、色彩、操作性、文字、符號等七個設計要素；其中以編排是最重要影響因素。
- 許峻誠(2001)以 MDS 法研究企業網頁首頁的設計風格及要素，結論為影響受測者對風格辨識的依據有訊息呈現型式、構成元素的使用、編排手法、色彩、情感意象、使用感受、技術問題、網站類比等 8 個類別，與視覺變項相關的為前三項，其並發現在設計師進行設計時通常有兩種策略：由整體風格到細部要素的處理（由上而下）與由細部處理再形成風格（由下而上）。風格呈現對於情感機能因子有很大的影響；而細節的處理對於機能性組織性因子有較大的影響。

心理研究者有感性工學方法探討網頁風格予人的心理感受，及以認知角度探討視覺因素所傳達的意義。Grose, Forsythe & Ratner(1998)針對網頁設計與傳統介面(GUI)設計進行比較，認為網站設計必須重視一般性的看與感覺(common look and feel)及訊息呈現等要點。網頁的視覺呈現是網站給人的最直接印象(Nielsen,2000)，所以如何讓快速瀏覽的使用者受到美感吸引而停留下來是相當重要的。如:

- 陳怡成 & 陳玲玲(1997)以汽車及電子資訊廠商的首頁為例進行網頁探討，發現使用者的偏好性認知空間是由理性及風格性兩向度所組成
- 李怡寬(2000)以銀行業為例進行首頁設計之意象評估，以意象分析法探討結果發現形象特質、人格特質等感覺因素
- 林彥呈等人(200)以大專院校的首頁為例，探討影響使用者認知的網頁設計要素，並以複迴歸與數量化一類兩種線性模式分析設計要素與感性詞彙之間的對應關係。

綜上所論，網頁是由視覺因素構成且具傳達信息功能的作品，其風格形成的因素及認知程度是可被測量的。因此以美學的創作機制來說，可將網頁視覺設計視為視覺藝術之一；並且當使用者進入至一個網站時，猶如進入至一個虛擬建構的資訊環境，透過網頁上圖片、文

字、色彩等刺激因素傳達信息，所引起的情緒心理感受，即可以說是環境心理學的議題。

過去已有對網頁風格與視覺要素的關係進行探討，但較少對網頁設計的創造過程及以所傳達的信息量所引起的情緒反應進行研究。本研究擬以將網頁視為視覺藝術創作的角度，以加入統計概念的熵分析法研究網頁風格類型與視覺構成因子之間彼此的影響性；另一方面以口語化的信息率的量測方法，來探討網頁所傳達的信息率與情緒之間的關係。

從過去的研究中可以發現，熵理論分析也確能做為量測視覺作品創造因素的方法。本研究主要希望以資訊理論來瞭解網頁設計的創意形成過程，本計畫擬以信息負熵分析角度來探討網頁視覺風格的創造。

## 研究方法與步驟

### 研究假設

- 從形態特徵的組成可探究網頁創作機制的過程。
- 以熵分析法可探討形態特徵的各項變項間彼此的影響關係。
- 形態特徵的彼此影響關係可作為創作決策的機制。
- 以口語信息率量表及情緒量表可了解網頁構成在信息量與情緒之間的關係。

### 研究步驟：

#### 階段一、網頁風格類似性分群

- 1.以多元尺度法及集群分析，分析網頁的歡迎首頁樣本，以專業使用網頁者 12 人進行類似性分群。
- 2.訪問其各個受測者其分群的主要影響因素。

#### 階段二、分析表的建立

- 1.焦點小組法(focus group)：選擇 6 位三年以上工作經驗之網頁設計師且平均每天上網時數超過 5 小時以上者為焦點小組之成員，進行討論網頁美學的要素及編排的複雜度。
- 2.以歸納分析法將文獻資料及過去研究成果進行類型分類，找出網頁之構成要素與影響因子。

#### 階段三、以信息熵量測形態特徵元素彼此的影響關係

- 1.以信息熵測量網頁首頁依分群結果，量測在每項影響因子在變項上的信息熵值，及兩兩變項的信息係數。
- 3.製作信息係數矩陣表。

- 4.分析兩兩變項的關係及其對創作過程的影響。
- 5.繪製變項信息係數圖表，看出不同風格的創作決策機制。

階段四、以情緒量表及口語法的信息率量表量測不同網頁風格。

1. 依照專家焦點小組，從各分群中依比例，挑選出具代表性的網頁樣本。
2. 以 Mehrabian and Russell 所設計的情緒量表及口語法的信息率量表為基礎，修改成符合網頁環境量測的量表，進行量化測試。
3. 針對情緒量表結果，進行因素分析，找出影響美感的情緒因子。
4. 將步驟三結果和口語法的信息率量結果進行迴歸，以了解情緒因子構成信息率之方程式。

階段五、交叉分析不同熵量測法的結果。

測試的首頁樣本:

由於網站類型眾多，本研究計畫擬以數位博物館網頁並且屬於圖形介面或隱喻為主（美術館式）的設計首頁為主要研究對象。此類型網站以提供知識為主要目的，較不受商業限制及目的影響，且重視視覺風格呈現的意象，影響使用者的使用美感經驗，影響瀏覽者的心理。本研究樣本挑選自國內數位博物館網站，非以商業行為或形象宣傳為主要目的的網路數位博物館，而因其中主題差異過大，使風格及變數過於迥異，因此本研究以人文類數位博物館為研究對象。研究對象的取樣方式，以採經過公眾機構評選或推薦，具公信力並得到一般認同，網站樣本之來源如下：

- (1)數位典藏國家型科技計畫國內博物館網站連結：<http://aps.csie.ntu.edu.tw>；
  - (2)優質博物館票選：<http://www.mingdao.edu.tw/public/online/museum>；
  - (3)文建會文化藝術網：<http://vr.theatre.ntu.edu.tw/fineart/museum/museum.htm>；
  - (4)經受訪者推薦(包括好的與差的)。
- (B)雜誌
- (1)天下雜誌年度推薦網站
  - (2)新視界舉辦設計競賽獲獎作品
  - (3)IDN 雜誌舉辦設計競賽獲獎作品

由上述來源獲得，主觀挑選 100 個首頁(包括設計水準好的、差的、普通的首頁)。接著再與 3 位專家(具三年以上工作經驗之網頁設計師)共同挑選符合條件的數位博物館網站共 86 個，其中包含實體型數位博物館網站 48 個，主題型數位博物館 38 個。

由於受測者很難全面觀察到所有首頁的多樣性作視覺分群的判斷，因此研究者將 86 個首頁樣

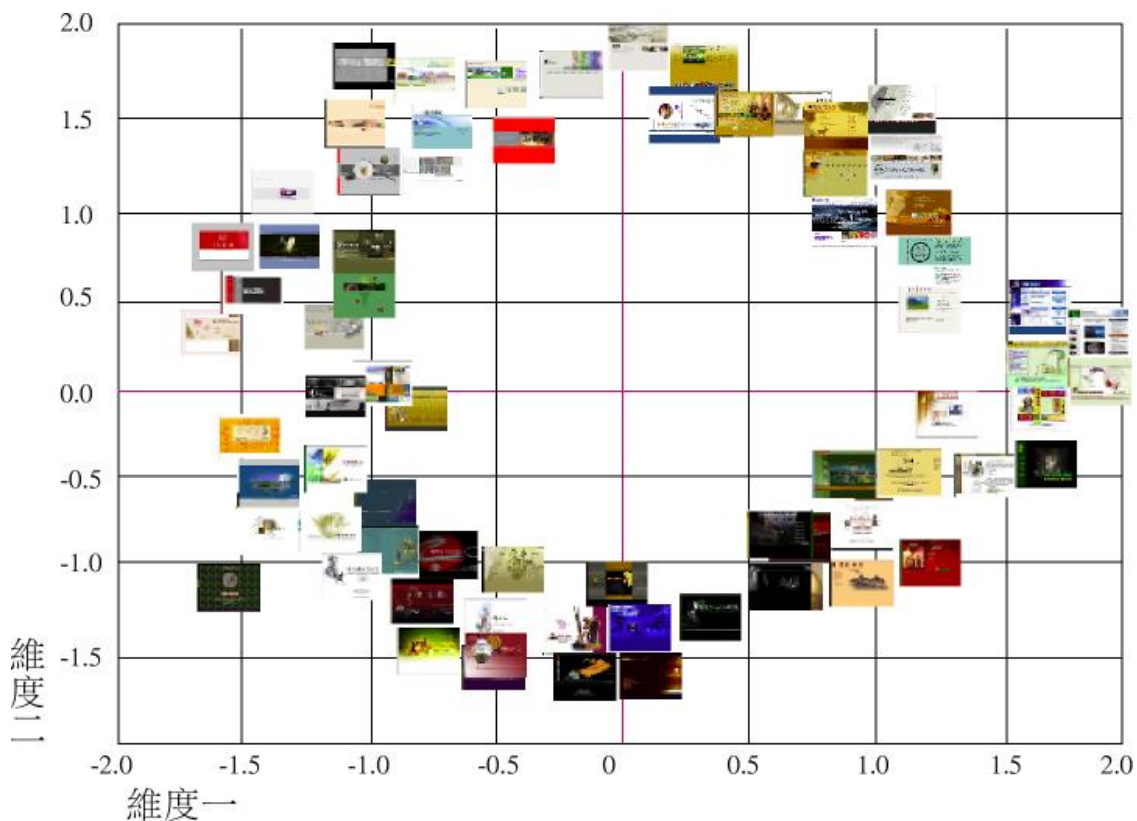


本以全彩列印成每張大小約 7.5×10 公分之卡片，以便實驗之進行。

## 研究結果

### (一)分群結果

多元尺度法(Multidimensional scaling, MDS)是將人對事物或感覺刺激的相似性資，建構出一個合理的多向度認知空間。因此本研究以專業使用網頁者 12 人對 86 個數位博物館頁首頁進行類似性分群，依每對首頁被分至同一群的次數結果建立 86 個頁首頁的相似性矩陣，並換成相異性矩陣，以 SPSS 10.0 統計軟體的多元尺度法分析，以二維度的  $R^2 0.0.894$ ，圖一為認知平面，並且訪談受測者其分群的依據特質。而以各網頁首頁在 MDS 的認知平面上的座標，以集群分析加以分析，並將各組加以命名。



圖一 網頁分群 MDS 認知平面

各集群成員如下:

#### I (共 10 組) 資訊型，格狀分割，文字多

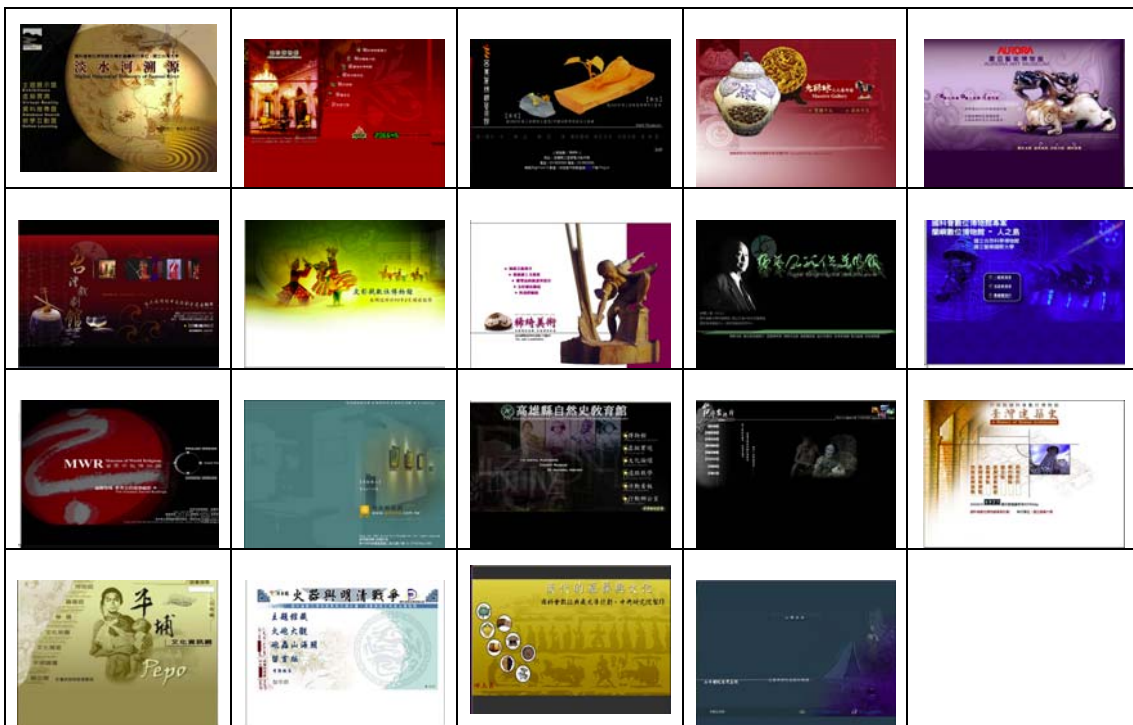




II (共 17 組) 情境型，素樸，情境合成圖，重心偏側，中灰色調，水平分割為主



III (共 19 組) 強烈印象型，華麗，寫實圖，彩度高，重心偏側，圖弧排列



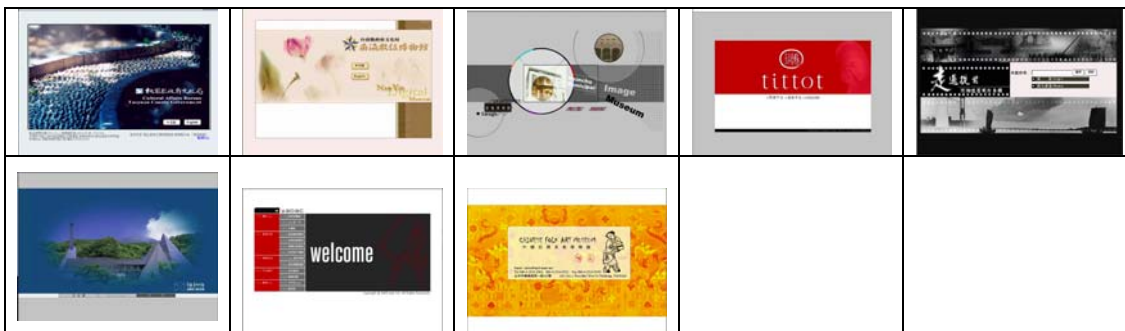
IV (共 18 組) 清雅型，視覺延伸，水平分割，淡色調，文字偏少



V (共 13 組) 平衡型，居中



VI (共 8 組) 幾何，輕快



(二) 網頁風格的認知要素:依焦點小組針對數位博物館網頁首頁美感的因素加以討論，歸納分

析法過去研究成果，及專家焦點小組討論，並加入安海姆提出在視覺藝術作品中影響心理的因素，找出網頁之構成要素與影響因子，將構成網頁風格的認知分為感知要素及社會認知兩部份，其主次變項整理如表三。

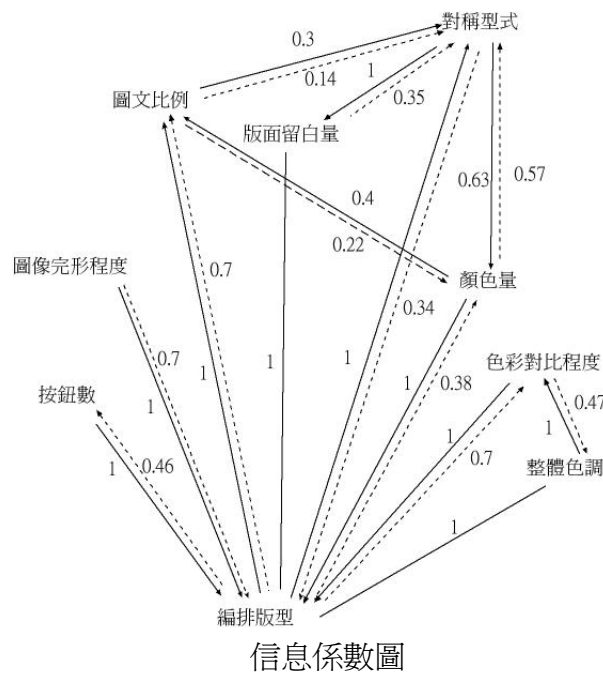
表三 網頁風格的認知要素

風格構成主要變項	次變項(編碼)
知覺方面	
顏色量	少於四色(1)；四至七色(2)；多於七色(3)
色彩對比程度	高對比(1)；中對比(2)；低對比(3)
整體色調	鮮明(1)；明亮(2)；清淡(3)；暗濁(4)
版面留白量	30%(1)；31%~60%(2)；61%~80%(3)；80%以上(4)
圖文比例	文字為主(1)；圖案為主(2)；圖文並置(3)
社會認知	
對稱型式	中軸對稱(1)；相對對稱型(2)；非對稱型(3)
編排版型	水平切割(1)；格狀切割(2)；圓弧曲線構成(3)
圖像完形程度	概念式(1)；抽象式(2)；寫實式(3)
按鈕數	3個以內(1)；3~6個(2)；6個以上(3)

(三)信息熵及信息係數的計算:依風格網頁信息熵及信息係數計算的結果，將網頁的六組風格依認知要素計算網頁視覺因素之信息係數(coefficient of informatively)，信息係數矩陣表整理如下，並依兩兩認知要素間的關係，繪製信息係數圖表。

I.資訊型信息係數矩陣表

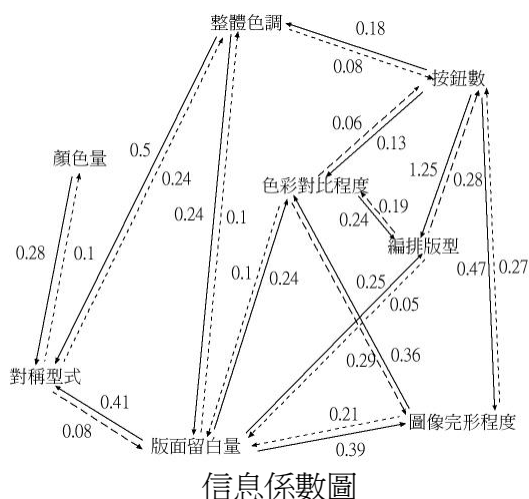
	顏色量	色彩對比程度	整體色調	圖像完形程度	版面留白量	圖文比例	對稱型式	編排版型	按鈕數
顏色量		0.06	0.06	0.06	0.06	0.22	0.63	0.38	0.13
色彩對比程度	0.11		1	1	0.04	0.04	0.17	0.7	0.06
整體色調	0.11	0.47		1	0.04	1	0.17	1	0.4
圖像完形程度	0.11	1	1		0.04	0.04	0.17	0.7	0.06
版面留白量	0.11	0.04	0.04	0.04		0.04	1	0.7	0.06
圖文比例	0.4	0.04	1	0.04	0.04		0.3	1	0.06
對稱型式	0.57	0.06	0.08	0.08	0.35	0.14		0.34	0.18
編排版型	1	1	1	1	1	1	1		1
按鈕數	0.15	0.04	0.22	0.04	0.04	0.04	0.24	0.46	



視覺創作機制分析:在資訊型網頁風格中，以格狀分割，文字居多，由資訊率係數圖可看出編排版型和版面留白量、及整體色調完全相關，資訊型的網頁型式，必須顧及到文字的閱讀性，因此明亮色調和格狀編排是完全相關的(係數為 1)，並且愈複雜的格狀編排，版面留白量愈低，其信息係數亦為 1。按鈕數、圖形完形程度、及色彩對比決定後，再決定編排版型，因為它們對編排版型的信息係數為 1，大於對它們的影響力，編排版型決定後，圖文比例、色彩對比及圖像完形是次要的決定因素，對稱型式的因素在此類網頁設計中影響力最低的，它決定於版面留白量、編排版型、圖文比例的因素，因為這此二因素對對稱型式的信息係數都大於對稱係數對它們的信息係數。

II 情境型信息係數矩陣表

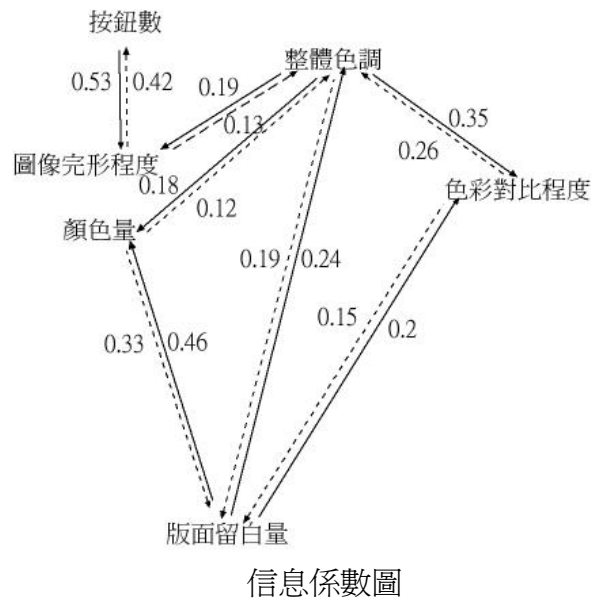
	顏色量	色彩對比程度	整體色調	圖像完形程度	版面留白量	圖文比例	對稱型式	編排版型	按鈕數
顏色量		0.06	0.06	0.32	0.18	0	0.1	0.04	0.04
色彩對比程度	0.09		1	0.36	0.24	0	0.24	0.01	0.13
整體色調	0.09	1		0.36	0.1	0	0.24	0.01	0.18
圖像完形程度	0.28	0.29	0.29		0.39	0	0.01	0.01	0.47
版面留白量	0.11	0.1	0.24	0.21		0	0.08	0.05	0.23
圖文比例	#	#	#	#	#		#	#	#
對稱型式	0.28	0.19	0.5	0.03	0.41	0		#	#
編排版型	0.13	0.03	0.03	0.03	0.25	0	0		1.25
按鈕數	0.03	0.06	0.08	0.27	0.24	0	0	0.28	



視覺創作機制分析:文化型的風格網頁，以素樸，情境合成圖，中灰色調，水平分割為主，版面留白量對對稱型式的信息率係數分別為 0.41 及 0.08，表示版面留白量對對稱型式的決定性超過對稱型式對版面留白量的影響；對編排版型的影響為 0.25，亦遠超過編排版型對版面留白量的影響 0.05；也影響圖形完形程度與色彩對比程度。由此可知，文化型的風格網頁的創作機制，以版面留白量是首先決定因素，然後決定按鈕數，因它對整體色調、色彩對比及編排版型的決定性較大，整體色調及圖形完形程度是再次要決定因素。

### III.強烈印象型信息係數矩陣表

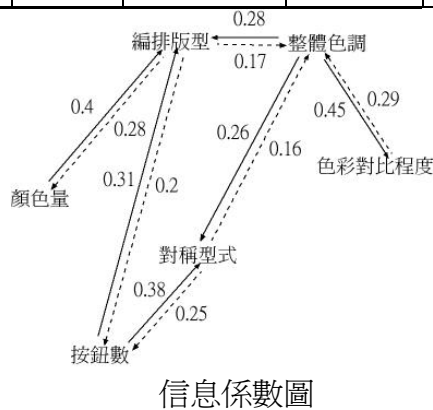
	顏色量	色彩對比程度	整體色調	圖像完形程度	版面留白量	圖文比例	對稱型式	編排版型	按鈕數
顏色量		0.12	0.18	0.21	0.46	0	0	0	0.15
色彩對比程度	0.11		0.35	0.17	0.2	0	0	0	0.05
整體色調	0.12	0.26		0.13	0.24	0	0	0	0.15
圖像完形程度	0.21	0.19	0.19		0.15	0	0	0	0.53
版面留白量	0.33	0.15	0.19	0.11		0	0	0	0.06
圖文比例	#	#	#	#	#		#	#	#
對稱型式	#	#	#	#	#	#		#	#
編排版型	#	#	#	#	#	#	#		#
按鈕數	0.12	0.04	0.18	0.42	0.06	0	0	0	



視覺創作機制分析:強烈印象型的風格首頁，一致以重心偏側，圖弧排列，圖形為主的設計形式，從信息係數表中可看，對稱型式、編排型式及圖文比例達到一致性，對其他因素的信息率皆為0，為獨立要素，與其他因素無關連性，是形成此風格的必要條件。版面留白量對色彩運用的信息率係數都較大，可見其是決定先於色彩的運用的條件。

#### IV. 清雅型信息係數矩陣表

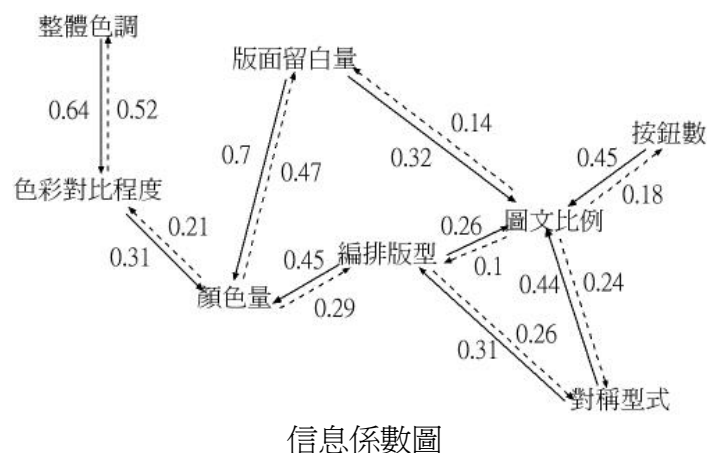
	顏色量	色彩對比程度	整體色調	圖像完形程度	版面留白量	圖文比例	對稱型式	編排版型	按鈕數
顏色量		0.12	0.17	0.33	0.36	0	0.04	0.28	0.09
色彩對比程度	0.16		0.45	0.02	0.15	0	0.16	0.05	0.01
整體色調	0.15	0.29		0.13	0.15	0	0.16	0.17	0.11
圖像完形程度	0.31	0.02	0.13		0.27	0	-0.12	0.07	0.08
版面留白量	0.27	0.08	0.08	0.2		0	0.04	0.08	0.31
圖文比例	#	#	#	#	#		#	#	#
對稱型式	0.06	0.19	0.26	-0.11	0.06	0		0.05	0.38
編排版型	0.4	0.05	0.28	0.1	0.15	0	0.05		0.31
按鈕數	0.08	0.01	0.11	0.07	0.39	0	0.25	0.2	



視覺創作機制分析: 清雅型的風格首頁，從信息係數圖發現，整體色調是創作此風格須首先決定的因素，其次是按鈕數，因其對水平式編排型式及非對稱型式的信息係數大，表示是造成此類風格網頁變化的因素，必須先決定之。

### V. 平衡型信息係數矩陣表

	顏色量	色彩對比程度	整體色調	圖像完形程度	版面留白量	圖文比例	對稱型式	編排版型	按鈕數
顏色量		0.31	0.18	0.14	0.7	0.06	0.1	0.45	0.23
色彩對比程度	0.21		0.64	0.3	0.33	0.14	0.13	0.29	0.12
整體色調	0.14	0.52		0.63	0.79	0.05	0.2	0.27	0.18
圖像完形程度	0.08	0.33	0.63		0.29	0.05	0.2	0.38	0.22
版面留白量	0.47	0.33	0.72	0.26		0.14	0.09	0.08	0.29
圖文比例	0.1	0.32	0.11	0.11	0.32		0.44	0.26	0.45
對稱型式	0.09	0.17	0.24	0.24	0.11	0.24		0.41	0.23
編排版型	0.29	0.27	0.24	0.33	0.08	0.1	0.31		0.4
按鈕數	0.15	0.11	0.16	0.19	0.27	0.18	0.17	0.4	



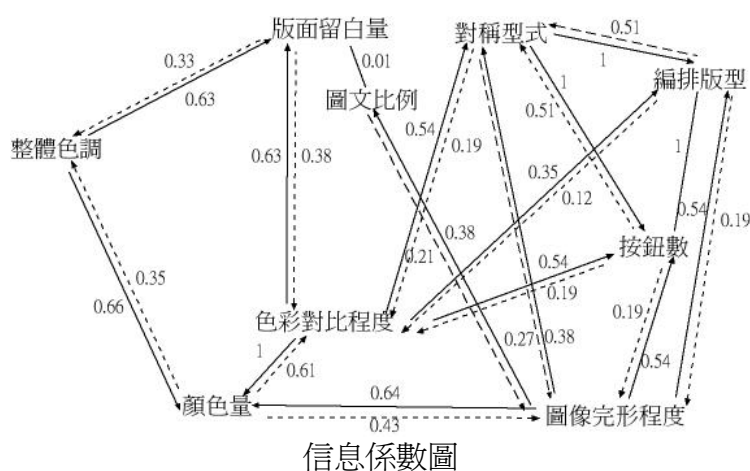
視覺創作機制分析: 平衡型風格的首頁設計，版面留白量及對稱型式影響圖文比例的程度較大，可見是此類風格中先決定的因素，版面留白量對顏色量的係數為 0.7，大於顏色量對版面留白量的 0.47，在決定了版面留白量後，才決定色彩的部份；而圖文比例受到對稱型式、版面留白量、按鈕數及編排型式的影響，是最後決定的因素。因此可推測的是，版面留白量及對稱型式決定了之後，編排型式、按鈕數、色彩對比是次要決定的，然後是圖文比例及顏色量。

### VI. 幾何型係數矩陣表

	顏色量	色彩對比程度	整體色調	圖像完形程度	版面留白量	圖文比例	對稱型式	編排版型	按鈕數
顏色量		1	0.66	0.64	0.36	0.01	0.21	0.08	0.08
色彩對比程度	0.61		0.56	0.58	0.38	0.13	0.19	0.12	0.19



整體色調	0.35	0.48		0.45	0.33	0.07	0.25	-0.01	-0.01
圖像完形程度	0.43	0.6	0.54		0.13	0.21	0.27	0.19	0.19
版面留白量	0.36	0.63	0.63	0.21		-0.01	0.48	0.2	0.2
圖文比例	0.01	0.26	0.15	0.38	-0.01		0.4	0.36	0.36
對稱型式	0.19	0.54	0.43	0.38	0.43	0.3		0.51	0.51
編排版型	0.15	0.35	-0.02	0.54	0.35	0.54	1		1
按鈕數	0.15	0.54	-0.02	0.54	0.35	0.54	1	1	1



視覺創作機制分析: 此類風格的幾何型分割構圖中，圖像完形程度的決定次序是先於其他因素的，因為是在此類風格中，變化性最多者，此可從其對其他因素的信息係數較大看出；色彩對比程度是次要決定因素，對稱型式對編排版型及 按鈕數的為高相關性 1，表對它們的影響較大，因此對稱型式為第三決定定因素，此類風格大都為水平編排型式，因此影響其他因素的機率小。

(四)以信息率口語量表測量結果

以專家焦點小組討論在六群風格網頁中，依數量比例選取代表性網頁，共選取 9 個代表性網頁，如下表，進行情緒量表及信息率口語量表。

I	II	II	III	III
IV	IV	V	VI	

#### 4-1 情緒量表分析結果

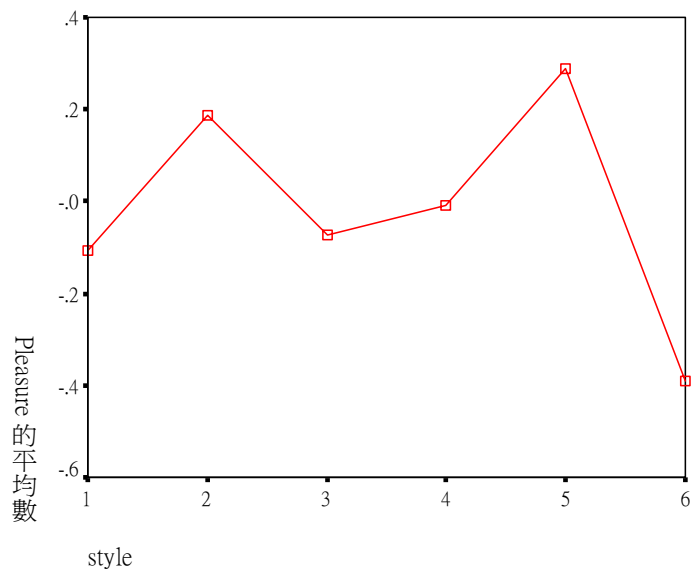
1. 依 Mehrabian and Russell 所建立之情緒量表，檢驗不同風格網頁的情緒因子及反應，受試者 239 人。
2. 將是否具設計背景、上網經驗、性別及風格的依變項對情緒量表的容詞對進行多量變因子分析(MANOVA)，在變異數檢定結果顯示風格及性別有效果( $p < 0.05$ )，上網經驗、設計背景與性別間有交互作用；對風格及性別進行事後比較，風格的主要效果在每個形容詞變項上有顯著性( $P < 0.05$ )，表主要效果明顯；對性別進行獨立樣本 t 檢定，發現男性比女性有差異，並且女性有較高的情緒反應。從平均數中分析發現上網經驗愈久者，有設計背景者，則性別所造成的的差異性較少。
3. 情緒量表針對此 9 個代表性網頁進行情緒量表測結果，經過因子分析主成分分析，萃取出因素特徵值大於 1 的三個因子，再經正交轉軸最大變異法，經旋轉後所得的因素組型摘要表，如表四；三個因素的個別解釋變異量為，累積解釋總變異量為。根據各因素所構成的形容詞意涵，從第一因素的組成形容詞，命名為愉悅性因子；第二因素命名為喚起性因子；第三因子命名為控制性因子，表網頁首對觀看者的刺激所引起的情緒，受到在觀看網頁時是可得愉悅感，是否具喚起作用及自認是否可控制網頁的影響，此點與 Mehrabian and Russell 對環境心理的刺激實驗相同，足證觀賞者在進入網頁的虛擬環境時與實體空間有一樣的情緒反應。

表四 情緒量表轉軸後因素負荷

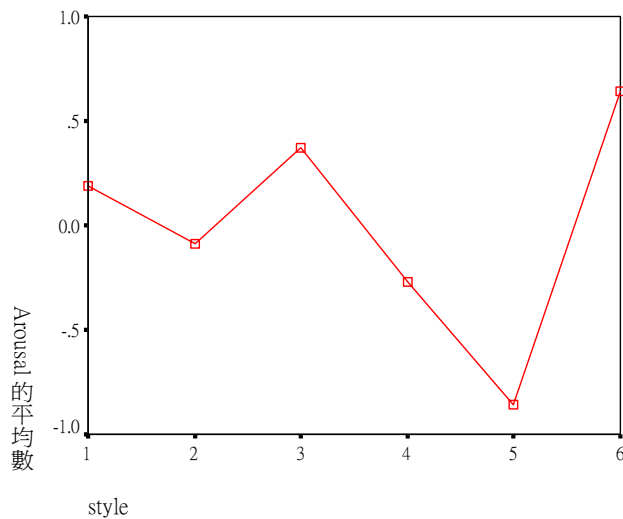
因子 1:愉悅	
輕鬆的-無趣的	0.82
希望的-絕望的	0.82
心安的-鬱悶的	0.80
滿意的-無趣的	0.74
愉悅的-苦惱的	0.71
快樂的-沈悶的	0.67
具喚醒力的-不具喚醒力的	0.65
可控制的-無法控制的	0.62
使人清醒的-使人昏昏欲睡	0.55
因子 2: 控制	
可主導的-受引導的	0.77
可控制的-無法控制的	0.69
可自主操作的-可自主操作的	0.62
可影響的-受影響的	0.62
因子 3: 喚起	
刺激的-放鬆的	0.78

激進的-遲緩的	0.73
興奮的-冷靜的	0.69
敏銳的-鈍拙的	0.55
萃取方法：主成分分析。	
旋轉方法：旋轉方法：含 Kaiser 常態化的 Varimax 法。	

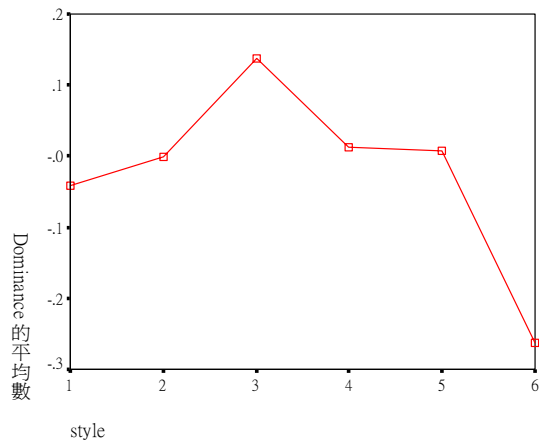
4.將因素分析的三個因子在個樣本上的因素得分對風格進行單因子變異數分析結果達顯著性，表有差異，進行事後檢驗兩兩比較發現，各風格在三因子的平均數圖如下，可看出資訊型在三個因素表現上相近；情境型較高的愉悅性；強烈印象型由於以主圖為主，按鈕較少，控制性最高。平衡型的愉悅性最高，喚起力最低；幾何型的喚起力偏高。



圖二 網頁風格的愉悅程度比較



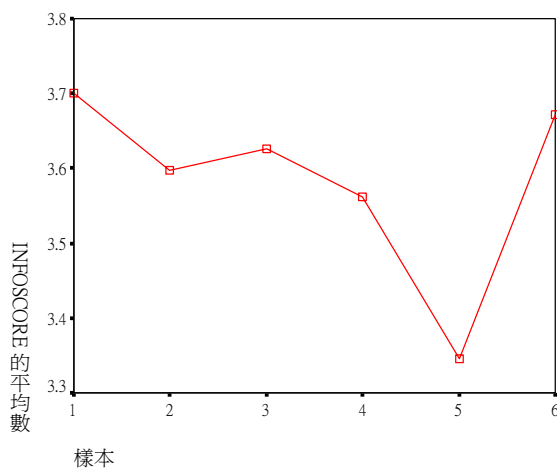
圖三 不同風格的喚起程度比較



圖四 不同風格的控制程度比較

#### 4-2 信息率量表量測結果

(1)以資訊率量表對此 9 個代表性樣本進行量測，各種風格網頁的信息率分數比較，各種風格網頁的信息率分數各為 3.7, 3.6, 3.6, 3.6, 3.3, 3.8, 3.7，以單因子多變量分析各風格的信息率量表的 19 對形容詞及信息率得分，Levene 的變異數同質性檢定，除模式化的一無規則的，制式化的一多變化的，普通的一稀少的，協調的一不協調的外，其他項目達顯著，表有明顯的離散情形。組間效果的考驗達到顯著水準( $p < 0.05$ )，表示不同的風格分析結果在所有項目及信息率得分上有差異。各風格之信息率分數，以資訊系最高，平衡型最低(如圖)，由於各風格的樣本數不同，以 Scheffe 法進行多重比較，在信息率得分上，平衡型與其他風格之網頁之差異最大，從平均數圖中可看出資訊率分數的高低，即代表其複雜程度依高至低為資訊型、幾何型、強烈印象型、清雅型、情境型，平衡型最低，其中幾何型、強烈印象型、清雅型是相當接近的。



圖五 網頁風格資訊分數比較

(2)將信息率量表量測結果進行因素分析，以主成份分析及最大變異法轉軸，取特徵值 1 以上

者，萃取出 4 主要因子，依各因子中轉軸後因素負荷值較大的特性，作為命名的依據，如表五，此表示資訊率受到美感性、新奇性、密集性及規則性因子的影響。

表五 信息率量表因素負荷

	美感性	新奇性	密集性	規則性
協調的—不協調的	0.73	0.03	0.07	0.07
和諧的—衝突的	0.71	0.24	0.17	-0.15
陌生的—親近的	0.68	0.10	-0.05	-0.12
有意義的—無意義的	0.66	-0.29	-0.04	-0.04
完整的—零碎的	0.58	-0.11	0.20	0.49
對稱的—不對稱的	0.55	0.18	0.01	0.10
流暢的—間斷的	0.53	-0.10	0.37	0.00
開闊的—封閉的	-0.52	0.15	-0.37	0.26
一般的—驚奇的	-0.04	0.78	-0.07	0.10
熟悉的—新奇的	0.18	0.63	0.04	0.25
普通的—稀少的	-0.04	0.63	-0.26	0.24
同質的—異質的	0.32	0.57	-0.04	0.05
類似的—對比的	0.46	0.50	-0.15	-0.19
小格局的—大格局的	-0.31	0.50	-0.02	0.01
空曠的—密集的	-0.06	-0.06	0.86	-0.05
疏散的—擁擠的	0.06	-0.04	0.84	-0.11
簡單的—複雜的	0.22	-0.10	0.66	0.34
模式化的—無規則的	0.17	0.37	0.08	0.68
自然的一人造的	0.24	-0.08	0.24	-0.58
制式化的—多變化的	-0.22	0.43	0.09	0.54

(3)將各風格信息量表的 19 個變項及信息率，依各個風格個別進行因子分析，有四個網頁萃取出 6 個因子，其餘以特徵值大於 1 萃取出 5 個因子，取各風格在第一因子的因素負荷(factor loading)值進行比較，如表六。資訊率分數(Information rat score)在每種風格的都是最高因素負荷，如 Mehrabian and Russell 以信息率來定義內容的說法。不論風格屬性，各因素負荷值在樣本間有一致性的趨向，表示此資訊率量表可用來測量網頁作品。以因素負荷值大於 0.4 為標準，和諧的—衝突的、協調的—不協調的、類似的—對比的都有高因素負荷值，且完整的—零碎的、模式化的—無規則的、同質的—異質的也有高的因素負荷，表示在網頁的資訊率複雜度的定義和「特徵因素的統一性」關係密切。

表六 各風格第一因素負荷比較

	資訊型	情境型	強烈印象型	清雅型	平衡型	幾何型			
樣本	1	2	3	4	5	6	7	8	9

簡單的一複雜的	0.50	0.18	0.37	0.35	0.16	0.65	0.61	0.50	0.37
模式化的一無規則的	0.52	0.54	0.51	0.58	0.57	0.48	0.51	0.52	0.65
熟悉的一新奇的	0.21	0.59	0.45	0.56	0.71	0.56	0.29	0.31	0.62
有意義的一無意義的	0.45	0.45	0.43	0.31	0.19	0.47	0.39	0.56	-0.12
小格局的一大格局的	-0.19	0.16	-0.19	0.18	0.10	-0.05	0.06	-0.11	0.21
陌生的一親近的	0.51	0.58	0.48	0.35	0.48	0.56	0.52	0.65	0.32
完整的一零碎的	0.68	0.52	0.58	0.59	0.47	0.55	0.65	0.58	0.54
制式化的一多變化的	0.16	0.09	0.01	0.24	0.36	0.30	0.05	0.10	0.48
空曠的一密集的	0.13	-0.04	0.04	0.01	-0.07	0.42	-0.01	0.12	-0.01
普通的一稀少的	0.01	0.44	0.20	0.37	0.48	0.16	0.10	0.16	0.59
同質的一異質的	0.47	0.57	0.58	0.54	0.58	0.56	0.48	0.51	0.64
流暢的一間斷的	0.48	0.48	0.51	0.41	0.27	0.42	0.53	0.66	0.10
疏散的一擁擠的	0.36	0.02	0.26	0.06	-0.03	0.42	0.12	0.30	0.02
一般的一驚奇的	0.05	0.40	0.24	0.46	0.60	0.35	0.19	0.16	0.66
和諧的一衝突的	0.71	0.68	0.70	0.67	0.61	0.72	0.68	0.75	0.51
對稱的一不對稱的	0.64	0.53	0.41	0.40	0.35	0.58	0.58	0.61	0.36
類似的一對比的	0.50	0.64	0.51	0.46	0.52	0.67	0.59	0.56	0.43
協調的一不協調的	0.72	0.59	0.64	0.60	0.53	0.66	0.67	0.68	0.41
自然的一人造的	-0.03	0.12	-0.01	-0.15	-0.03	-0.07	0.09	0.21	-0.33
開闊的一封閉的	-0.35	-0.32	-0.42	-0.17	-0.17	-0.36	-0.36	-0.57	0.08
INFOSCORE	0.92	0.94	0.91	0.96	0.96	0.95	0.92	0.88	0.95

(4)檢驗資訊率與喚起具相關性的假設，將網頁環境資訊率的各個形容詞與情緒量表萃取的三個主要因子，進行線性迴歸分析，有效解釋  $R^2$  達 60%以上者，變異量顯著水準 0.05，Beta 係數檢定顯著水準 0.05 者選入，如表七。左欄相關性為在 1862 個觀察值下，各形容詞對與資訊率分數的相關性，全部在顯著水準 0.05 下，達顯著性，有三者低於 0.2 以下，表相關性極低。美感性受愉悅因子影響較大，規則性因子受控制因子影響大，因此只有新奇性因子及密集性因子受到喚起因子影響較大，難新奇性因子與密集性因子的形容詞對中，喚起有正向且重要的係數，表受喚起因素影響較大。相關係數及迴歸結果可作為選擇網頁資訊率量測的量表的依據，將量表建立如表八的八個形容詞對。

表七 資訊率量表與情緒量表迴歸分析

整體相關性	R2(%)	迴歸程式	相關
		因素 1:美感性	=0.89 P-0.37A 0.88
0.53	88.4	協調的一不協調的	=0.84P 0.89
0.60	92.5	和諧的一衝突的	=0.87P 0.86

0.47	90	陌生的一親近的	=0.91P-0.29A	0.90
0.29	81.7	有意義的一無意義的	=0.62P-0.41A	0.72
0.53	15.7	完整的一零碎的	=0.32P+0.2A	0.34
0.51	58.8	對稱的一不對稱的	=0.74P	0.76
0.42	48.6	流暢的一間斷的	=0.46P-0.4D	0.58
0.18	68.1	開闊的一封閉的	= -5.6P	-0.7
		因素 2:新奇性	=0.26A	0.073
0.41	80.4	一般的一驚奇的	=0.30A	0.81
0.54	80.4	熟悉的一新奇的	=0.38A	0.84
0.32	75.4	普通的一稀少的	=0.56A	0.70
0.51	75.4	同質的一異質的	=0.66P+0.77A	0.71
0.48	74.4	類似的一對比的	=0.80P-0.44A	0.72
0.14	32.8	小格局的一大格局的	=0.53A	0.55
		因素 3:密集性	= 0.57A	0.54
0.24	79.9	空曠的一密集的	=0.42A	0.73
0.29	79.3	疏散的一擁擠的	=0.45A	0.74
0.43	64.8	簡單的一複雜的	=0.39A	0.64
		因素 4:規則性	= -0.32D+0.33A	0.34
0.53	68.2	模式化的一無規則的	= -0.47D	0.66
0.14	83.5	自然的一人造的	=0.70P-0.39D	0.81
0.32	44.7	制式化的一多變化的	=0.15A	-0.55

表八 網頁資訊率量表

一般的——————驚奇的  
熟悉的——————新奇的  
普通的——————稀少的  
同質的——————異質的  
類似的——————對比的  
空曠的——————密集的  
疏散的——————擁擠的  
簡單的——————複雜的

(5)計算不同風格在量表形容詞對的平均數得到資訊率分數，將資訊率分數與情緒量表的三因子進行線性迴歸分析，獲得迴歸關係:資訊率=0.66 喚起因子, R<sup>2</sup>=86.4(F=16.9, p<0.01)，表示網頁資訊率與喚起的關係是正向且重要的，亦即喚起效果愈好，需有愈高的資訊率。

## 討論

本研究結合了統計、熵的機率分析及信息率的口語分析法，對數位博物館的首頁設計進

行風格創作上的分析。

1. 數位博物館的首頁設計依類似性分群結果，分成資訊型、情境型、強烈印象型、清雅型、平衡型及幾何型。本研究為避免主題過多，在研究限制變項上以人文藝術類的數位博物館為主，包括博物館、人物、地理、主題文化等，博物館為主的網頁風格在各分類上皆可見，人物及主題文化為主者，以強烈印象型多，目的是希能使讀者迅速了解主題。
2. 以熵的機率分析方式獲得各風格中，在各特徵元素上的表現，並了解特徵元素是如何構成網頁風格，並以各特徵因素兩兩熵值的相關係數，即信息係數，表示兩者之間的影響關係，從各風格的信息係數圖中，分析在創作各風格時，特徵元素的決策機制。在此階段的研究中，可發現的是在某一風格中，特徵元素呈一致性者，是最後決策的因素，而變化及可能性較多者，卻是必須先考慮的。如資訊型風格必須決定按鈕數、圖形完形程度及色彩對比，編排型式是最後考慮的；情境型決定的順序則是版面留白量、整體色調、圖形完形程度次之。強烈印象型難對稱型式、編排型式及圖文比例都一致的情況下，必須決定的是版面留白量，然後是其他色彩運用的決策。清雅型則是整體色調及按鈕數是在創作時必須先決定的因素。平衡型版面留白量及對稱型式決定了之後，編排型式、按鈕數、色彩對比是次要決定的。幾何型分割構圖中，圖像完形程度的決定次序是先於其他因素的，因為它決定了之後，其他因素會隨之表現。
3. 熵的機率分析方式是將網頁設計視為視覺藝術作品來探討，由於風格的認知在某些視覺表現上是有其一致性的，因此藉由在網頁風格特徵因素表現的出現機率，來探討設計某種風格時，特徵因素上考慮的次序及其影響，是可提供設計師的參考，並可作為日後發展成自動化設計的依據。但由於本次研究由於時間限制，著重在中文數位博物館網頁，樣本數量上有限，使得風格分群中的網頁數量較少，如有較多樣本，可以逐次減少各群樣本，檢視是否具有相同的信息係數關係，以證明創作機制的穩定性。
4. 第三階段以 Mehrabian and Russell 的口語化信息率量表，來量測同時多刺激的網頁環境，結果發現可驗證 Mehrabian and Russell 對真實環境的研究結果，網頁刺激同樣引起觀者愉悅、喚起及控制性的三個情緒因子，且網頁的複雜度即信息率分數與喚起的情緒因子有正向的線性關係，符合資訊率與喚起理論的假設，也證明了 Mehrabian and Russell 的口語化信息率量表可用於網頁的測量中。
5. 由結果顯示網頁的信息率量表主要新奇性與密集性因子組成，並和喚起有線性關係，而美



感性因子與愉悅性有高度相關的線性關係，規則性因子受控制性因子影響較多。且與喚起的迴歸分析，0.66 比 Mehrabian and Russell 以對真實環境的描述性作為受測樣本，所獲得的 0.57 係數更高，由此得知網頁受資訊率所引起的起情緒更明顯。

6. 本研究以熵分析法解析風格的創作機制，並建立信息率與情緒之間的關係。風格特徵元素的變化作為控制信息的複雜度的變項，並對應情緒因子的關係，可作為開發網頁設計自動化的參考，及如加上互動及使用的因素，可作為日後後續研究的重點。

## 參考文獻

1. Arheim R., *Entropy and Art - an Essay on Disorder and Order*, Los Angeles, University of California Press, 1971
2. France, M.M. & Henaut, A., "Art, Therefore Entropy" , *LEONARDO*, Vol. 27, No.3, 1994,p.219-221
3. Petrov, V. M., "Entropy and Stability in Painting: An information Approach to the Mechanisms of Artistic Creativity" , *LEONARDO*, Vol. 35, No.2, 2002,p.197-202
4. Matsuoka, Y.& UJIIE Y.," Curvature Entropy as A Shape-generation Index" ,1986, Keio University
5. Mehrabian, A. & Russell, J.A., "An Approach to Environmental Psychology" , Cambridge, Massachusetts & London, The MIT Press, 1974
6. LucasS, R.,Evolving Aesthetic Criteria for Computer generated Art, Master' s Thesis in Ohio States Univ.
7. Locher, P." A Measure of the information content of visual art stimuli for studies in experimental aesthetics" , *Empirical Studies of the arts*, 13(2), 1992, p.183-191
8. 張恬君，〈虛擬世界的網路美學〉，《教學科技與媒體》51，2000，台北，P.9-13
9. 湯景光，《從觀賞者角度探討靜態電腦藝術品之信息率與審美偏好》，新竹，國立交通大學碩士論文，1999
10. 葉明勳，《科學與藝術在理論概念上整合之研究－以熵及信息概念探討物理與視覺藝術上之有序與無序現象》，新竹，國立交通大學碩士論文，2000
11. 許峻誠，《網頁風格與視覺要素對設計評價影響之研究》，新竹，國立交通大學碩士論文，2001
12. 蔡子瑋，〈以介面視覺邏輯論網站識別性研究〉，《商業設計學報》，第4期，2000，台中，p.123-132
13. 李衍達，《信息世界漫談》，台北，牛頓，2001
14. 林彥呈、許家斌、王宗興、管偉生、張育銘、陳國祥、鄧怡莘，〈網頁要素對感性認知影

響之研究〉，《工業設計》，第二十八卷第二期，2000，台北，p.122-128

15. 陳怡成、陳玲玲，《全球資訊網之企業網站首頁設計研究－以汽車及電子業為例》，台北，台科大碩士論文，1988
16. Goubet, R., “Towards an Aesthetics of Communication” , <http://www.comu.ucl.ac.be>
17. “Website Design & Aesthetics” , <http://www.journalism.sfsu.edu/mm/mmdesign.html>  
<http://www.digital-web.com/index.shtml>

