

動態圖像信息在模糊邊緣與明度對比分析上之 視覺評量方法研究

陳瀚凱* 管倖生**

*明道大學數位設計學系、國立雲林科技大學設計學研究所

hankai@mdu.edu.tw

**國立雲林科技大學設計學研究所

ssguan@yuntech.edu.tw

摘要

在數位媒體設計的應用上，動態圖像信息所佔的比例更是佔大部分，因此瞭解動態圖像信息對觀者在視覺心理上的影響，使其符合數位設計需求，其實是個非常重要的課題。所以在動態圖像呈現被普及化的今天，設計師更應該對相關動態圖像呈現的媒介技術（例如：液晶螢幕、單槍投影、顯示器等），也必須有同步的認知與瞭解，這樣在數位設計的管理過程中，如動畫設計、網頁設計或多媒體設計等，才能期待有更好的設計品質呈現。研究目的：（1）探討動態圖像信息在模糊邊緣與明度對比上對觀者心理所產生的影響。（2）提出呈現動態圖像信息之視覺評量方法與改良建議。（3）最後的研究成果，希望可以做為設計實務之參考。研究方法：本研究透過視覺評量方法以及高速攝影取像技術，兩者同步進行驗證測試。另在統計分析部份，本研究導入「審美信息率」（aesthetics information ratio, AIR）與「正面與負面信息」的概念，藉由「動態圖像信息熵式」統一轉換 BEW，便於分析高複雜度的動態圖像信息。最後從研究結果顯示，透過正負面信息的概念，可以對動態圖像信息獲得初步的驗證，亦即當 AIR 趨近於 1 時，代表觀者所看到的動態模糊寬度尚在可接受範圍，亦表示信息傳達介於中間程度。其次，當 AIR 數值大於 1 者，代表觀者所看到的動態模糊寬度較小，亦表示信息傳達較為清楚。反之，當 AIR 小於 1 時，則代表觀者所看到的動態模糊寬度較大，亦表示信息傳達較為模糊與不清楚。

關鍵詞：動態圖像信息、審美信息率、模糊邊緣寬度、視覺評量

論文引用：陳瀚凱、管倖生（2012）。動態圖像信息在模糊邊緣與明度對比分析上之視覺評量方法研究。

設計學報，17（1），59-77。

一、前言

在數位化媒體普及化的今天，信息內容必須透過動態圖像的方式呈現，其所佔的比例非常多，尤其以數位內容為主的產業，例如遊戲設計、動畫設計、多媒體設計及網頁設計等。因此設計師更應該對呈

現動態圖像信息影響視覺心理的設計變項，有更進一步的認知與瞭解，在數位化的設計管理流程中，才能期待有更佳的设计品質呈現。然而，本研究發現探討呈現動態圖像信息的相關研究中，大部分都以技術觀點來探討，例如：反應時間、對比度、畫面亮度及解析度等，主要藉由相關技術改良與提升，目的是為了獲得較佳的動態圖像品質，然而，缺乏以視知覺的觀點做比較分析。本研究致力於呈現動態圖像信息之視覺評量方法研究，主要針對動態圖像所產生的現象因素，探討其對人們視知覺的影響，進而做為後續在視覺評量方法上之設計參考。本研究搜尋國內外相關文獻，最近五年在動態圖像之視覺評量方法研究上仍非常缺乏，顯見此議題是被忽略的，大部份文獻還是以硬體技術為主，最主要原因在於動態圖像信息對觀者心理影響的複雜度很高，相關實驗變項也非常多。在視覺評量方法的相關文獻中，陳瀚凱與管倖生（2008）曾在動態圖像信息在色彩偏移分析上之視覺評量方法研究中，提出「視覺等階法」（visual scale method）、「視覺比較法」（visual comparison method）及「視覺絕對閾法」（absolute threshold method）三種方法，其中「視覺等階法」主要是提供受測者在標準色樣中尋找類似的色差對，並允許在不同時間、環境條件下，以相同的階度判斷的視覺結果。該研究嘗試以不同影像軟體的漸層工具，製作「七階色彩漸層階度」的視覺評量視窗，希望從過程中找出較適切的評量方法。陳瀚凱與管倖生（2008）最主要貢獻，首先是以觀者心理的角度，探討各種較符合視知覺心理的視覺評量方法（例如：「視覺等階法」及「視覺比較法」等），使其視覺評量流程與資料分析更加簡化。其次是導入「色差的觀念」來驗證具有複雜訊息的動態圖像色彩，同時也運用線性迴歸式來還原人眼所看到的色彩，優點是透過簡單的數值就可以還原觀者所認知的色彩。管倖生與童鼎鈞（2002）曾歸納出目前較常被採用的六種評估方式：灰階比對法（gray scale method）、成對比較法（pair comparison method）、排序法（ranking method）、比率法（ratio method）、歸類法（category method）及絕對閾法（absolute threshold method）等，該研究主要是根據視知覺心理觀點，歸納出較符合觀者心理的視覺評量方法，做為後續評量數位影像品質之參考，但相關研究主要是仍以靜態圖像樣本為主，是否適用於動態圖像之相關驗證，則有待後續驗證。Kurita 與 Saito（2002）對於受測者觀看動態圖像的注意力研究中，採用人眼主觀評量的方式針對影像頻率作評估，該研究認為人眼感知的動態模糊效果是與視網膜階段的視知覺訊息處理模式有關，因而產生的動態模糊現象。因此該實驗利用人眼主觀判斷之「視覺比對」方式，請受測者針對螢幕上移動的柵線調整影像的振幅（wave），以瞭解動態振幅圖形移動後，視知覺感知的振幅變化現象，並於不同的環境光源條件下進行實驗，該實驗也發現人眼在注意視知覺處理模式的動態圖像整合準確度，會因外在環境光源的增加而有降低的趨勢。從 Kurita 等人研究中發現，以固定的動態頻率與移動速度進行實驗，並以人眼主觀判斷之「視覺比對」方式，比對靜態與動態圖像的動態模糊效果。但本研究認為，比較缺乏不同圖像頻率或移動速度等變項比較，因為頻率與速度的差異，除了對人眼心理會產生程度上的影響外，也比較符合目前的數位媒體在呈現動態圖像訊息的現況。Yamamoto、Aono 與 Tsumura（2000）曾在呈現動態圖像品質的研究中，提出以影像的模糊邊緣寬度（blurred-edge-width, BEW）以及動態對比度（dynamic contrast ratio, DCR）的方式評估動態影像品質。該研究認為觀看連續動態的影像時，影像認知是經由人眼的生理機制而產生融合的效果，因此當在評估呈現動態圖像品質時，應將動態的影像以時間點區分的方式，重新呈現「靜態的單一圖形」，藉以模擬人眼觀測動態圖像時，影像於視網膜中呈像的狀態。Yamamoto 等人研究，其實就是從連續刺激的動態影像中分離出每一張「個別影像」。其優點是可根據個別還原影像的時間頻率分別作量測，但缺點則是人類知覺是具有視知覺恆常性，當把連續光覺刺激還原成靜態影像時，其量測值是否符合人眼感知的真實狀態，這是必須考慮的問題。綜觀上述，大部分皆採用機器量測方式取得精確的影像參數，但是比較缺乏視覺評量與機器量測的相互比較分析，同時也缺乏以觀者心理的角度來探討相關的視覺評量方法。因此本研究考量目前相關研究仍具有持續發展之重要性，希望提出較符合觀者心理的視覺評量方法與視覺評量效標，並輔助機器量測數據加以驗證動態圖像訊息。

此外，動態圖像會造成模糊邊緣寬度（BEW）的現象，以視知覺而言，其實是受到「視覺殘像」影響下所產生的結果。當受測者觀察移動的前景色邊緣時，知覺會因「感覺持續」（persistence period）紀錄現象，自動記憶先前顏色光覺的刺激，而與背景色相互產生干擾，同時在視覺殘像的影響上，連續的明度對比刺激造成的形狀邊緣產生明度適應問題，因此就會產生邊緣模糊現象，藉以調和視知覺因明度對比的刺激下所產生的視覺疲勞，因此當動態圖像在移動過程中，在視覺殘像的影響下，就會產生邊緣模糊與干擾畫面的現象（山中俊夫／黃書倩譯，2003，頁 130-141）。此外有關明度對比在認知心理學的相關文獻中，最常被探討的就是視覺敏銳度的實驗，也就是在各種不同的明暗對比下探討其對光線強弱程度的影響，通常該實驗皆以移動的圖像讓觀者注視圖像的清楚與模糊程度，並由此瞭解下不同的明度對比下對人眼視覺敏銳度有何影響（Kaiser & Boynton, 1996；Solso, 1994, pp. 53-66；De Volois, 1988）。從上述相關實驗結果得知，當明度對比愈低則視覺敏銳度也會降低；反之，當明度對比愈高則視覺敏銳度也會提高。本研究發現，Kaiser 等人的研究主要是以認知心理為基礎做探討，因此也會涉及到強烈對比效應所產生的適應（adaptation）現象以及淡化作用（fading）。本研究認為，上述的知覺現象其實對傳達設計的影響頗大，也可以解釋為何明度對比經過淡化現象以後，視覺心理對模糊程度的適應性就會提高，同時也提高了視覺心理的接受度。相對的，當明度對比愈低所造成的邊緣模糊效果時，因為知覺自動強化圖像邊緣的亮度，造成觀者在瀏覽時動態圖像因移動所造成的模糊效果，視覺因錯覺會誤認為看的很清楚等問題。基於上述，本研究認為如何在上述知覺效應的狀態下，能夠找到符合心理平衡的視覺評量方法，就是本論文最主要的研究動機。

鑒於動態圖像信息之視覺評量方法建立與整合之重要性，本研究嘗試導入審美信息率的概念，透過動態圖像信息熵式轉換模糊邊緣寬度（BEW），並藉由視覺評量以及高速攝影取像，同時進行驗證測試。在研究方法上，本研究參考陳瀚凱與管倖生（2008）在呈現動態畫面品質在色彩偏移分析上之視覺評量方法研究中，所提出的「視覺等階法」（visual scale method），企圖簡化視覺評估與資料轉換流程，讓視覺評估過程能更具效度。在資料分析方法上，本研究參考陳瀚凱與管倖生（2007）曾探討視覺特徵信息對海報審美性與注目性之研究中，以及 Petrov（2002）為探求藝術作品所提出的相關統計分析方法，如動態圖像信息熵式（dynamic images information, DII）及信息熵轉換式等。而在審美性量測方法上，則參考陳瀚凱與管倖生（2007）曾提出透過正負面信息概念，用以計算動態圖像的審美信息率（aesthetics information ratio, AIR），以及 Bense（1971, pp. 207-210）為計算視覺藝術作品的複雜度，所提出審美性（aesthetics）= 秩序性（order）／複雜性（complexity）之計算式。另在實驗變項設計上，則參考陳瀚凱與管倖生（2010）在動態圖像信息之整合性視覺評量方法研究中，所提出的視覺特徵概念（例如：造形特徵、對比特徵及速度特徵等），針對實驗設計部份加以修正改良，提出「明度對比」、「色彩配對」、「目標色彩」及「背景色彩」等四種評估效標。在研究限制上，基於有限人力與物力，現階段研究，只針對「動態圖像信息」對人們視知覺之影響因素做探討，並設計出一套適切的視覺評量方法，希望透過簡化的視覺評估流程，與機器量測數據做比較分析。最後，在研究目的部份：（1）探討動態圖像信息在模糊邊緣與明度對比上對觀者心理所產生的影響。（2）提出呈現動態圖像信息之視覺評量方法與改良建議。（3）最後的研究成果，希望可以作為設計實務之參考。

二、視覺評量方法

本研究嘗試透過專家會議，針對視覺評量方法，做優缺點之效益評估。有關參與「專家會議」的專家共有三位；第一位專家，專長在於色彩影像科學研究，以及使用性工學的視覺評量方法研究，設計資

歷十年以上，同時為大學專任教授。第二位專家，專長在於視覺傳達設計與視覺認知心理的研究，為大學專任講師，設計實務與教學資歷八年以上。第三位專家，專長在於數位設計與互動介面設計，為設計實務豐富的設計師與大學專任教授，設計資歷十年以上。為達到本實驗的目的，專家會議之評估流程有四個步驟：（一）首先，由本研究提出針對本議題的視覺評量方法，以及相關實驗設計規劃。（二）在專家會議中，說明相關視覺評量的設計過程，以及互相比較後之效益評估。（三）由三位專家討論與提出改善建議，使其視覺評量方法更趨於完善。（四）最後，確定其視覺評量之實驗設計與評估效標。基於上述，在研究方法上，經由專家會議討論，主要是參考視覺評量的灰階法（gray scale method）與視覺等階法（visual scale method）等做為實驗設計的參考，關於實驗設計步驟，詳細說明如下：

2-1 關於視覺模糊等階表之製作

1. 模糊量表之七階設定：

運用 photoshop 的 motion blur 功能等級製作七階的「視覺模糊等階表」的比對視窗，其中第一階為完全銳利邊緣（最清晰）、第七階則為最模糊情況，而每階模糊設定，主要是以視覺的「心理等階」為基準，本研究擬以恰辨差（just noticeable difference；JND），進行視覺模糊等距的評量工作。所謂 JND，就是視覺能夠判斷兩刺激物間的最小差異程度（張春興，1994，頁 80-92）。本階段實驗，就是讓受測者在模糊邊緣寬度的色彩配對下，執行等階排序工作。

2. 模糊量表之造形選用與製作：

因為複雜造形會造成受測者會出現認知上的混淆現象，受測者對模糊邊緣的視覺判斷上會產生差異性，因此本研究採用「矩形」作為標準樣本，並僅針對實驗過程中受測者觀察模糊現象的左邊製作模糊的模擬效果。最後經由專家評估，選擇最接近真實呈現的狀態，採用 photoshop motion blur 濾鏡特效來製作模糊邊緣，如圖 1 所示。

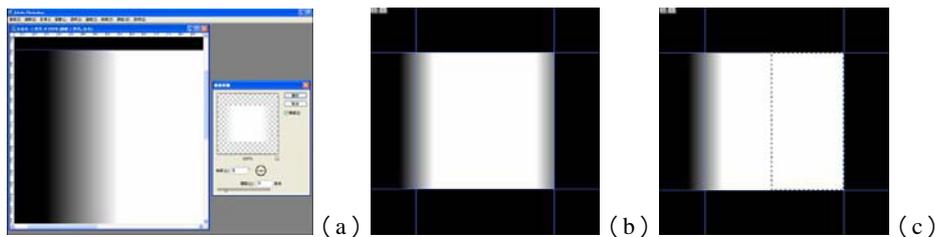


圖 1. 關於模糊邊緣寬度之模擬製作：(a) 執行 photoshop motion blur 指令；(b) 以參考線定位矩形的長寬；(c) 裁切右半部的模糊效果，並予以填滿前景色

3. 模糊量表之視覺等階實驗：

在本階段的實驗中，共 30 位受測者，以立意抽樣方式進行，所有受測對象皆為符合正常視力的大學生，年齡介於 20~24 歲間。本階段以 JND 進行本階段的視覺等階排序工作。實驗目的在於探求模糊量表的視覺等距結果，並計算不同無彩色配對情況下，視覺心理等階與色彩配對組合的關係，參圖 2.a~圖 2.d。在圖 2.a~圖 2.d 中，分別散佈模糊寬度介於 0~30 pixels（像素）的矩形，並將其模糊寬度為 0 pixels 以及 30 pixels 的矩形，將其設定為最小與最大模糊寬度的參考標準，同時將 0 pixels 的矩形放置於畫面左上方，以及 30 pixels 的矩形置於右上方。受測者在實驗過程中，被要求逐一選擇視覺上具有模糊等距的矩形，總共排出七階，並將其排列於畫面的上方（如紅色方框所示）。

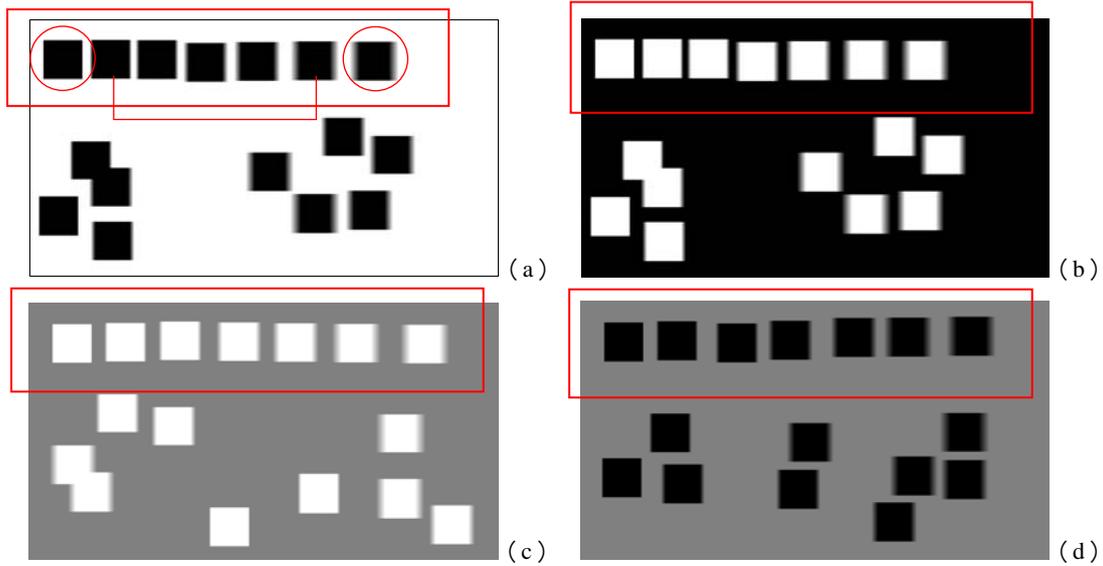


圖 2. 關於各種色彩配對，模糊量表之視覺等階實驗

(a) 白色背景－黑色物體；(b) 黑色背景－白色物體；(c) 灰色背景－白色物體；(d) 灰色背景－黑色物體

4. 模糊量表之色彩配對：

為進一步掌握不同的無彩色配對，是否會對前景與背景的明度對比關係，而造成視覺評量結果的差異性。因此本研究擬以黑 (R=0、G=0、B=0)、灰 (R=128、G=128、B=128) 及白 (R=255、G=255、B=255) 等三個無彩色，製成四種不同的色彩配對形式，如圖 3～圖 6，分別為白色背景－黑色物體、黑色背景－白色物體、灰色背景－白色物體及灰色背景－黑色物體等，共四種無彩色的配對關係。

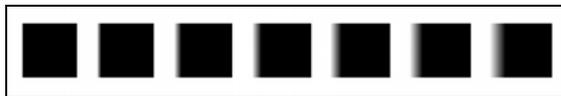


圖 3. 標準視覺等階量表 (白色背景－黑色物體)



圖 4. 標準視覺等階量表 (黑色背景－白色物體)



圖 5. 標準視覺等階量表 (灰色背景－白色物體)



圖 6. 標準視覺等階量表 (灰色背景－黑色物體)

2-2 實驗視窗設計

1. 實驗視窗設計：

總長寬為 1024×768 pixel，前方移動的「矩形」規格為 128×598 pixel，上方的「視覺模糊等階量表」規格為 1024×170 pixel，每一階 BEW 色票規格為 100×100 pixel，最後「矩形的移動方向」是固定從左到右，並以每一影格 Frame 移動 30 pixel 進行，參考圖 7。

2. 實驗操作過程：

(1) 實驗過程中，提醒受測者觀察「移動的矩形」，並特別注意矩形「矩形左邊模糊邊緣」的動態模糊程度。(2) 在每一個實驗動態圖像片段播放時，比對視窗上方的「七階的模糊等距量表」，

並分別予以 1~7 階的等級評價。(3) 若為兩階之間，受測者亦可依照主觀的視覺判斷給予小數點後一位的評價，例如；受測者認為矩形模糊邊緣程度，落於 4 與 5 階之間，並可給予如 4.2 分或 4.7 分等。(4) 當受測者完成每一動態圖像評估作業後，在旁指導的實驗者會繼續開啟下一個視窗。

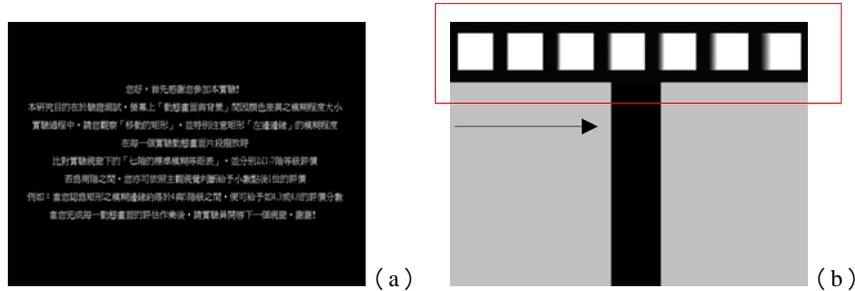


圖 7. 關於實驗視窗最後確認：(a) 實驗視窗首頁；(b) 實驗視窗操作畫面

三、實驗設計

3-1 視覺評量與機器取樣

本研究是從觀者心理探討呈現動態圖像信息之相關視覺評量方法，最後分析結果，希望可以做為相關設計實務與設計教學的參考。實驗可分為「視覺評量」與「高速攝影影像取樣」兩項，在相同的色彩配對（共有二十種無彩色配對組合）與相同 LCD（共三種機型）條件下，同步驗證不同影像播放硬體對於呈現動態圖像信息之影響。本研究負責視覺評量部分，高速攝影取樣部分由 TTLA（中華民國台灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會）負責執行，以高速攝影追蹤系統與 ASTRO VG-848/H 全彩多功能 300Mhz 訊號產生器，追蹤量測動態圖像信息之模糊邊緣寬度。另，視覺評量方法是以視覺等階法與灰階法為主，有關視覺評量方法探討與詳細說明，請參閱 3-1 節。

3-2 實驗設備

本研究選用三台不同反應時間的 LCD 做驗證測試。相關規格如下表所示：

表 1. 關於三台 LCD 之機型規格表

液晶顯示器品牌	反應時間	螢幕尺寸	最高解析度	平均亮度	平均對比度
View Sonic VP171s	16ms	17吋TFT	1280×1024	300 cd/m2	600:1
View Sonic VA-720	25ms	17吋TFT	1280×1024	300 cd/m2	600:1
IBM SLIMAGE-821	40ms	17吋TFT	1280×1024	300 cd/m2	600:1

3-3 參與者

本研究的受測者主要是以立意抽樣為主，基於實驗變項控制與相關實驗統一性，受測者需要通過視覺色彩辨識檢測考驗(farnsworth-munsell 100-hue test)，每人進行一次視覺評價。抽樣母群體為雲林科技大學視覺傳達設計系學生（年齡介於 20~24 歲間），以便於配合在實驗室進行受測，兩階段實驗皆由母群體中各自抽取 30 名，總共 60 名學生，性別變項控制在每階段男女各 15 名。視覺評量實驗共分成兩階段，每階段 30 位受測者，兩階段共 60 位受測者。此外，實驗人員則位於受測者電腦之旁邊，除了架設受測者端電腦硬體外，主要工作是為了紀錄受測者端電腦上所呈現的數據，以及相關實驗與操作說明。

3-4 研究範圍與限制

本研究基於實驗控制與資料分析數龐大，相關研究限制說明如下：（1）在樣本設計的限制上，以無彩色為主，共有二十種無彩色配對組合，造形部份基於實驗設計，以矩形做為樣本圖形，讓受測者便於觀察移動圖形的 BEW。（2）在受測者的限制上，受測者需要通過視覺色彩辨識檢測考驗（farnsworth-munsell 100-hue test），在兩階段的實驗中，皆以立意抽樣（purposive sampling）方式進行，所有受測對象皆為符合正常視力的大學生（年齡介於 20~24 歲間）。（3）在實驗變項的限制上，基於動態圖像的動作特徵因素很多（例如：閃爍、位移、旋轉等），因此本研究的動作設定是以從左至右的移動為主。（4）在實驗場所的限制上，基於實驗一致性，兩階段實驗的場所皆在密閉的 4 坪空間內，並隔絕聲音干擾。另，根據 Kurita 與 Saito（2002）研究發現，視覺評量的準確度會因外在環境光源的增加而有降低的趨勢。因此本實驗在正式測試時是在一個完全密閉的暗室中進行，所有的環境光源予以消除，只保留螢幕光源以增加驗證的準確度。（5）在視角控制上，本研究將受測者眼睛的視線與螢幕上動態矩形在水準線上的夾角大小定義為「視角」。目標物 6 公分（ 128×598 pixel），螢幕與人眼距離 50 公分，因此以公式換算視角約為 6.8 度。

3-5 實驗流程

首先，進行第一階段「視覺等階實驗」，為了探求四種視覺量表（無彩色配對）的 BEW 迴歸式，把視覺評量數值轉換為主觀 BEW，單位為「像素」（pixel）。其次，當完成第一階段實驗後，開始進行第二階段「BEW 之視覺評量實驗」，在二十種無彩色配對下，探討觀者心理對於 6 種變項的影響。最後，導入信息熵理論之統計分析方法，把主觀 BEW 轉換成 AIR，再進行統計分析。有關兩階段實驗，詳細說明如下：

1. 第一階段實驗

實驗目的在於探求模糊量表的視覺等距結果，並分析四種無彩色配對情況下，在視覺心理等階的關係，最後計算出四種無彩色配對的 BEW 迴歸式。在 30 位受測者進行視覺等階排序時，四種量表出現的順序則採隨機式進行。因此，視覺等階排序的總樣本數為 30 （受試者人數） $\times 4$ （無彩色配對） $\times 3$ （螢幕種類） $= 360$ 。本研究根據資料統計出每種色配對的各階平均數，最後得出四種量表類型的迴歸式。

2. 第二階段實驗

以四種量表為基礎，並在二十種無彩色配對組合下，由 30 位受測者驗證動態圖像的模糊邊緣現象對六種變項的影響（量表類型、明度對比、色彩配對、反應時間、目標色彩及背景色彩等）。另，上述兩階段的 LCD 測試順序，基於實驗硬體的排列控制與兩階段實驗的區隔，本研究在第一階段的測試順序為；編號 1（16ms）、編號 2（25ms）及編號 3（40ms）等。第二階段的測試順序則為；編號 3（40ms）、編號 2（25ms）及編號 1（16ms）等。

3-6 實驗樣本

本研究經由 PR-650 光譜色度計先行量測液晶螢幕顏色，PR-650 光譜色度計是以「光譜色彩測量法」原理所設計的測色儀器，能以快速掃描「光譜輻射電波」的方式，取得光學輻射從 380-780nm 可見光譜，並同步以微電腦控制（CMOS）的方式擷取資料。色彩測量於接目鏡可見測色範圍區域約為人眼視角 1

度左右，再運用 Spectra win 配套軟體將色彩資料加以下載。關於色彩樣本設計主要是以無彩色為主，分別為黑（R=0、G=0、B=0）、白（R=255、G=255、B=255）、淺灰（R=192、G=192、B=192）、中灰（R=128、G=128、B=128）及暗灰（R=64、G=64、B=64）等，共有二十種無彩色配對組合，參表 2。

表 2. 二十種無彩色配對組合

配對編號	物件色彩	背景色彩
01	R=0、G=0、B=0（黑）	R=64、G=64、B=64（暗灰）
02	R=0、G=0、B=0（黑）	R=128、G=128、B=128（中灰）
03	R=0、G=0、B=0（黑）	R=192、G=192、B=192（淺灰）
04	R=0、G=0、B=0（黑）	R=255、G=255、B=255（白）
05	R=64、G=64、B=64（暗灰）	R=0、G=0、B=0（黑）
06	R=64、G=64、B=64（暗灰）	R=128、G=128、B=128（中灰）
07	R=64、G=64、B=64（暗灰）	R=192、G=192、B=192（淺灰）
08	R=64、G=64、B=64（暗灰）	R=255、G=255、B=255（白）
09	R=128、G=128、B=128（中灰）	R=0、G=0、B=0（黑）
10	R=128、G=128、B=128（中灰）	R=64、G=64、B=64（暗灰）
11	R=128、G=128、B=128（中灰）	R=192、G=192、B=192（淺灰）
12	R=128、G=128、B=128（中灰）	R=255、G=255、B=255（白）
13	R=192、G=192、B=192（淺灰）	R=0、G=0、B=0（黑）
14	R=192、G=192、B=192（淺灰）	R=64、G=64、B=64（暗灰）
15	R=192、G=192、B=192（淺灰）	R=128、G=128、B=128（中灰）
16	R=192、G=192、B=192（淺灰）	R=255、G=255、B=255（白）
17	R=255、G=255、B=255（白）	R=0、G=0、B=0（黑）
18	R=255、G=255、B=255（白）	R=64、G=64、B=64（暗灰）
19	R=255、G=255、B=255（白）	R=128、G=128、B=128（中灰）
20	R=255、G=255、B=255（白）	R=192、G=192、B=192（淺灰）

3-7 實驗變項

本研究在自變項部分；分別為「量表類型」、「明度對比」、「色彩配對」、「反應時間」、「目標色彩」及「背景色彩」等六種，並嘗試導入審美信息率的概念，對人眼視覺評價與機器量測的變異因素做探討。其次，在依變項部分；本研究共定義出三種視覺評估效標，依序為模糊邊緣寬度之迴歸式、動態圖像信息熵式 (dynamic images information, DII) 及審美信息率 (aesthetics information ratio, AIR) 等，詳細說明如下：

1. 模糊邊緣寬度之迴歸式

單位為「像素」(pixel)，藉由迴歸式轉換受測者實際所看到的模糊邊緣寬度，由實驗過程獲得 30 位受測者對於視覺模糊等距的平均判斷結果後，並採用線性迴歸式進行事後分析，討論視覺對於模糊寬度的判斷結果是否有差異。最後根據模糊量表之視覺等階實驗 (請參考 p4, 2-1.3 節)，定義出下列四種配對下的線性迴歸式；即白色背景－黑色物體、黑色背景－白色物體、灰色背景－白色物體、灰色背景－黑色物體等。有關迴歸式如何獲得，主要根據 30 受測者以視覺模糊恰辨差

(JND)，所排列出的七階模糊等距（請參考 p4，模糊量表之視覺等階實驗），進而將每一階加以平均，最後取得七階模糊邊緣寬度（每階平均都為整數），最後根據 1~7 階的對應關聯性，而取得相關迴歸式。

- (1) 白色背景－黑色物體，參考圖 3， $BEW = (0.0889) \times (\text{階數})^3 + (-1.2905) \times (\text{階數})^2 + (9.8492) \times (\text{階數}) + (-8.5429)$ ， $R^2=1.000$ （7 階之邊緣寬度分別為；0 pixel、7 pixel、12 pixel、16 pixel、20 pixel、23 pixel 及 30 pixel 等）。
- (2) 黑色背景－白色物體，參考圖 4， $BEW = (0.1222) \times (\text{階數})^3 + (-1.1452) \times (\text{階數})^2 + (7.5230) \times (\text{階數}) + (-6.4190)$ ， $R^2=0.996$ （7 階之邊緣寬度分別為；0 pixel、5 pixel、9 pixel、13 pixel、18 pixel、24 pixel 及 30 pixel 等）。
- (3) 灰色背景－白色物體，參考圖 5， $BEW = (0.1167) \times (\text{階數})^3 + (-1.4595) \times (\text{階數})^2 + (9.9524) \times (\text{階數}) + (-8.3714)$ ， $R^2=0.999$ （7 階之邊緣寬度分別為；0 pixel、7 pixel、12 pixel、16 pixel、19 pixel、24 pixel 及 30 pixel 等）。
- (4) 灰色背景－黑色物體，參考圖 6， $BEW = (0.1167) \times (\text{階數})^3 + (-2.1524) \times (\text{階數})^2 + (14.7952) \times (\text{階數}) + (-10.571)$ ， $R^2=0.999$ （7 階之邊緣寬度分別為；0 pixel、11 pixel、18 pixel、22 pixel、24 pixel、26 pixel 及 30 pixel 等）。

2. 動態圖像信息熵式 (dynamic images information, DII)

本研究為有效計算動態圖像信息呈現的複雜度，嘗試導入信息熵理論，並參考陳瀚凱與管倖生（2007）先前曾針對視覺特徵信息之複雜度相關量測中，所提出的「視覺特徵信息熵式」。基於此本研究修正以視覺模糊等階表（七階）與李克 7 點尺度等兩者相互結合，並由此定義出六個區間項度，6 代表 0~6 的七階模糊邊緣（表示動態圖像信息出現模糊邊緣的頻率），單位為「bit」（代表受測者對模糊邊緣出現頻率的認知），且本研究假設每位受測者對區間長度之主觀理解應該都是相同。v 為受測者所填寫的數字（以 1~7 階評價），代表受測者在六個區間中，有關模糊邊緣的視覺認知上，出現題項情境的區間數。6v 則代表動態圖像信息出現模糊邊緣的所有可能情況。將受測者填答的數字帶入運算公式，即可量化出現模糊邊緣頻率之信息量 DII，數值越大則代表出現模糊邊緣的信息量愈多。最後加總全部題項（共 n 題）的信息量，即可得到系統中之動態圖像信息熵式： $DII = \log_2 6^{v_i}$ ， $i=1,2,3,4,\dots,n$ （基於本階段的動態圖像信息，只探討模糊邊緣出現的頻率；因此 $i=1$ ）。基於上述，本研究認為當模糊邊緣的信息量愈大時，就表示受測者對動態圖像之輪廓辨識程度就愈差；反之當模糊邊緣的信息量愈小時，則受測者對動態圖像之輪廓辨識程度就愈佳。

3. 審美信息率 (aesthetics information ratio, AIR)

為了探討各種動態圖像信息呈現，在正負面信息上的差異，對視覺傳達產生的影響，因此嘗試導入動態圖像之審美信息率的概念，其計算式主要是參考陳瀚凱與管倖生（2007）先前在探討「以信息熵理論探討視覺特徵信息對審美性與注目性強弱之影響」，曾提出「正負面因子」的概念，以及 Bense（1971, pp. 207-210）為有效計算複雜度，所提出的計算式；審美信息率 (aesthetics) = 整體秩序結構 (order) / 複雜度 (complexity)。基於上述，本研究嘗試整合上述概念，提出「正面與負面信息」的概念，「正面信息」(positive information) 定義為呈現整體動態圖像信息時，對視覺傳達性具正面影響之因素，例如輪廓邊緣的辨識性較佳、色彩偏移程度較小、柵線頻率與移動速度的視認性較佳...等加總平均，其計算方式是把李克 7 點尺度的分數依照正面信息的份量，從原來的

1~7 分排列順序，轉換成 7~1 分的排列順序，即愈往左邊尺度則代表分數愈高，當轉換為信息單位元「bit」後，信息量愈高代表視覺判斷的確定性(視認度)就愈大。「負面信息」(negative information)可視為呈現整體動態圖像信息時的複雜度，例如輪廓邊緣較為模糊、色彩偏移程度嚴重、柵線頻率與移動速度的視認性較差...等加總平均，計算方式則從 1~7 分的排列順序來配置，愈往右邊尺度則表示分數愈高，信息量愈高代表模糊邊緣出現的頻率就愈高，亦表示視覺判斷的不確定性(複雜度)就愈大。基於有限的人力與物力，現階段先定義出初步的評量標準，其他部分則留待後續進行探討。本研究認為，如果要定義更詳細的標準，必須要在同步比對，動態圖像信息在其他部分的視覺評量數據，並把各種數據轉換成「審美信息率」，最後才能加以界定。最後，經由專家會議討論，初步定義當審美信息率為 1 時，表示信息傳達品質介於中間，當數值大於 1 或數值愈高者，亦表示信息傳達品質愈優異；反之，當審美信息率小於 1 時，則表示信息傳達品質愈差。本階段的動態圖像之正負面信息，只探討模糊邊緣出現的頻率，公式如下所示：

$$\text{審美信息率 (AIR)} = \text{正面信息 (positive information)} / \text{負面信息 (negative information)}$$

四、實證結果分析與探討

4-1 量表類型分析

本階段之總樣本數取得如下：共 30 位受測者，每人進行 20 種色配對組合測試，共驗證 3 台 LCD(不同反應時間)，以及 4 種視覺量表類型，故本實驗所蒐集的樣本數為 30(受試者人數)×20 色彩配對組合)×3(螢幕種類)×4(量表種類)=7200。此外，為避免受測者在長時間觀看下，所產生的視覺疲勞效應，實驗設計每一受測者，在完成一種「視覺評量表類型」後，先休息 5 分鐘，再進行下一種「視覺評量表類型」測試。實驗過程是由受測者觀察「移動的矩形」，並特別注意矩形「左邊模糊邊緣程度」，共分成四組視覺評量表類型：即黑底白方(黑色背景 vs 白色物體)、灰底白方(灰色背景 vs 白色物體)、白底黑方(白色背景 vs 黑色物體)及灰底黑方(灰色背景 vs 黑色物體)等。從結果發現，在不同的色彩配對情況條件下，以黑底白方(BEW=16.7 pixel、負面信息=8.15 bit、AIR=0.90)的視覺評量最低。另，以灰底白方(BEW=10.4 pixel、正面信息=11.13 bit、AIR=2.54)的視覺評量最高，請參表 3。

表 3. 四種量表類型之視覺評量分析

視覺量表類型	樣本數	視覺評量 BEW	動態圖像信息(視覺評量)		審美信息率
			正面信息	負面信息	
(1) 黑底白方(黑色背景 vs 白色物體)	1800	16.7 pixel	7.36 bit	8.15 bit	0.90
(2) 灰底白方(灰色背景 vs 白色物體)	1800	10.4 pixel	11.13 bit	4.38 bit	2.54
(3) 白底黑方(白色背景 vs 黑色物體)	1800	11.9 pixel	10.39 bit	5.12 bit	2.02
(4) 灰底黑方(灰色背景 vs 黑色物體)	1800	13.8 pixel	9.82 bit	5.69 bit	1.73

4-2 明度對比分析

關於明度對比對視覺評量的影響，本研究共區分下列四種對比群組(參考表 4，二十種無彩色配對組合)，第一類型為「對比差異極大」；即明度差距在 255 階者，分別有編號 4 與編號 17 等。第二類型

為「對比差異大」；即明度差距在 192 階者，分別有編號 3、編號 13、編號 8 及編號 18 等。第三類型為「對比差異中間」；即明度差距在 128 階者，分別有編號 2、編號 9、編號 7、編號 14、編號 12 及編號 19 等。第四類型為「對比差異小」；即明度差距在 64 階者，分別有編號 1、編號 5、編號 6、編號 10、編號 11、編號 15、編號 16 及編號 20 等。從結果發現，視覺評價會因為不同的明度差異條件而有影響，其中以第二類型（BEW=18.5 pixel、AIR=0.67）的視覺評價最低，這表示此類型在信息傳達的複雜度較高。以第四類型（BEW=16.2 pixel、AIR=1.0）的視覺評價最高，本研究定義在 AIR=1 時，則表示信息傳達的品質已達基本標準，參考表 4。最後在視覺評量與機器量測之結果分析上，基於機器量測單位為 pixel，因此統一以 pixel 作為兩者比較與分析的標準。從數據發現，機器量測結果與對比差異呈反比關係，當「對比差異極大」其模糊邊緣寬度愈小（BEW=12.8 pixel）；當「對比差異小」其模糊邊緣寬度愈大（BEW=18.8 pixel）。而視覺評量結果與對比差異呈正比關係，當「對比差異大」其模糊邊緣寬度愈大（BEW=18.5 pixel）；當「對比差異小」其模糊邊緣寬度愈小（BEW=16.2 pixel），請參考圖 8。

表 4. 四種明度對比之視覺評量與機器量測分析

明度對比類型	樣本數	機器量測	視覺評量	動態圖像信息（視覺評量）		審美信息率
		BEW	BEW	正面信息	負面信息	
(1) 對比差異極大（255 階）	720	12.8 pixel	17.0 pixel	7.17 bit	8.34 bit	0.86
(2) 對比差異大（192 階）	1440	15.7 pixel	18.5 pixel	6.24 bit	9.27 bit	0.67
(3) 對比差異中間（128 階）	2160	17.3 pixel	17.4 pixel	6.92 bit	8.59 bit	0.81
(4) 對比差異小（64 階）	2880	18.8 pixel	16.2 pixel	7.79 bit	7.72 bit	1.00

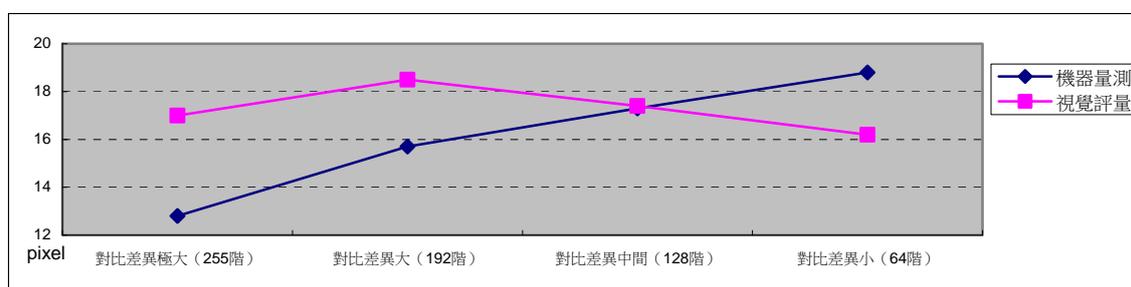


圖 8. 視覺評量與機器量測在四種明度對比上之圖形分析

4-3 色彩配對分析

本階段主要是分析二十組色彩配對，對視覺評量的相關影響，其中以「暗灰 vs 黑色」（BEW=14.52 pixel、AIR=1.28）的視覺評價最高，而 AIR 大於 1 以上者；包括「暗灰 vs 中灰」（AIR=1.04）、「中灰 vs 暗灰」（AIR=1.0）、「中灰 vs 淺灰」（AIR=1.00）及「淺灰 vs 白色」（AIR=1.12）等。反之，AIR 較差者，包括「黑色 vs 暗灰」（AIR=0.51）、「黑色 vs 淺灰」（AIR=0.65）、「暗灰 vs 淺灰」（AIR=0.74）及「暗灰 vs 白色」（AIR=0.73）等，參考表 5。此外在機器量測之結果分析上，從數據發現，機器量測在二十種色彩配的結果分析上，數據起伏較大，其中以「黑色 vs 暗灰」（BEW=22.9 pixel）、「中灰 vs 淺灰」（BEW=22.5 pixel）及「黑色 vs 中灰」（BEW=21.6 pixel）等三種的 BEW 最寬，以「暗灰 vs 黑色」（BEW=9.6 pixel）、「中灰 vs 黑色」（BEW=10.8 pixel）、「白色 vs 黑色」（BEW=11.0 pixel）等三種的 BEW 最窄。最後，在視覺評量與機器量測兩者相互比較，以「白色 vs 暗灰」（視覺評量之 BEW=16.8 pixel、機器量測之 BEW=17.9 pixel）、「白色 vs 中灰」（視覺評量之 BEW=17.4 pixel、機器

量測之 BEW=18.7 pixel) 及「淺灰 vs 暗灰」(視覺評量之 BEW=17.2 pixel、機器量測之 BEW=18.9 pixel) 等, 以上三種配對結果最接近。由結果發現, 當目標色為白色 (R=255、G=255、B=255) 或淺灰 (R=192、G=192、B=192), 搭配其背景色為暗灰 (R=64、G=64、B=64) 或中灰 (R=128、G=128、B=128) 時, 視覺評量數據最接近機器量測結果, 請參考圖 9。

表 5. 二十種色彩配對之視覺評量與機器量測分析

編號	色彩配對類型		樣本數	機器量測	視覺評量	動態圖像信息 (視覺評量)		審美信息率
	目標色	背景色		BEW	BEW	正面信息	負面信息	
(1)	黑色	暗灰	90	22.9 pixel	20.2 pixel	5.24 bit	10.27 bit	0.51
(2)	黑色	中灰	90	21.6 pixel	16.5 pixel	7.47 bit	8.04 bit	0.93
(3)	黑色	淺灰	90	20.6 pixel	18.7 pixel	6.13 bit	9.38 bit	0.65
(4)	黑色	白色	90	13.9 pixel	16.5 pixel	7.47 bit	8.04 bit	0.93
(5)	暗灰	黑色	90	9.6 pixel	14.5 pixel	8.71 bit	6.79 bit	1.28
(6)	暗灰	中灰	90	21.1 pixel	15.8 pixel	7.92 bit	7.59 bit	1.04
(7)	暗灰	淺灰	90	20.1 pixel	17.9 pixel	6.61 bit	8.89 bit	0.74
(8)	暗灰	白色	90	12.9 pixel	17.9 pixel	6.57 bit	8.94 bit	0.73
(9)	中灰	黑色	90	10.8 pixel	16.7 pixel	7.36 bit	8.15 bit	0.90
(10)	中灰	暗灰	90	19.2 pixel	16.1 pixel	7.72 bit	7.79 bit	1
(11)	中灰	淺灰	90	22.5 pixel	16.1 pixel	7.72 bit	7.79 bit	1
(12)	中灰	白色	90	13.2 pixel	16.6 pixel	7.44 bit	8.07 bit	0.92
(13)	淺灰	黑色	90	10.8 pixel	16.7 pixel	7.26 bit	8.25 bit	0.88
(14)	淺灰	暗灰	90	18.9 pixel	17.2 pixel	7.02 bit	8.49 bit	0.83
(15)	淺灰	中灰	90	20.4 pixel	16.2 pixel	7.66 bit	7.86 bit	0.97
(16)	淺灰	白色	90	13.7 pixel	15.4 pixel	8.18 bit	7.33 bit	1.12
(17)	白色	黑色	90	11.0 pixel	16.5 pixel	7.49 bit	8.02 bit	0.93
(18)	白色	暗灰	90	17.9 pixel	16.8 pixel	7.33 bit	8.19 bit	0.89
(19)	白色	中灰	90	18.7 pixel	17.4 pixel	6.93 bit	8.58 bit	0.81
(20)	白色	淺灰	90	19.9 pixel	16.1 pixel	7.70 bit	7.80 bit	0.99

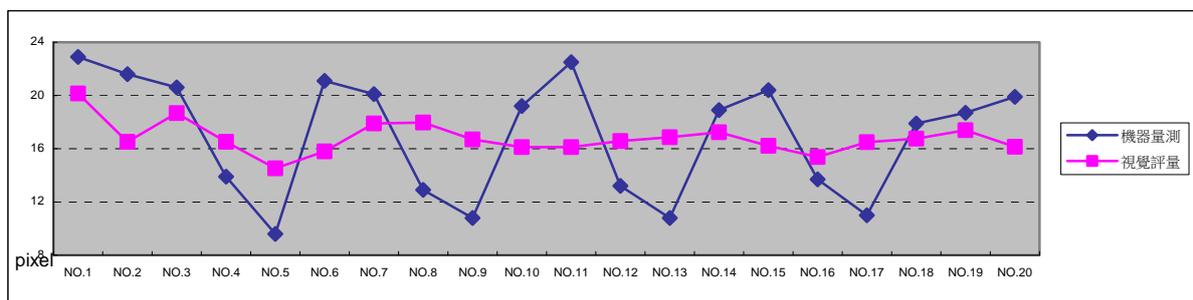


圖 9. 視覺評量與機器量測在二十種色彩配對上之圖形分析

4-4 反應時間分析

視覺評量的 LCD 機型分別為;編號 1:ViewSonic VP171s (16ms)、編號 2:ViewSonic VA-720 (25ms) 及編號 3: IBM SLIMAGE-821 (40ms) 等三組。分析結果發現, 視覺評價結果, 部份會因反應時間的螢幕條件而產生稍許差異, 如表 6, 其中以 16ms (BEW=16.6 pixel、AIR=0.92) 的視覺評價較高, 以 40ms

(BEW=17.7 pixel、AIR=0.77) 的視覺評價較低。另，經由 Duncan 事後比較分析發現，如表 7，F 檢定值為 7.811，可分成兩個群組；16ms 獨立為一群，25ms 與 40ms 則為另一群。由此可知，反應時間快慢，在視覺評量部分略有差異，人眼對反應時間較快的 16ms，有比較好的視覺評價，對於反應時間較慢的 25ms 與 40ms，則較無法區別兩者間的差異。最後，在視覺評量與機器量測結果分析上，從數據發現，機器量測結果與反應時間呈正比關係，當反應時間愈小（16ms）其 BEW 就愈小（BEW =16.0 pixel）；當反應時間愈大（40ms）其 BEW 就愈大（BEW =18.7 pixel）。而視覺評量結果與反應時間亦呈成正比關係，不過三者視覺評量上差異並不大，請參考圖 10。

表 6. 三種反應時間之視覺評量與機器量測分析

LCD 機型	樣本數	機器量測	視覺評量	動態圖像信息（視覺評量）		審美信息率
		BEW	BEW	正面信息	負面信息	
(1) ViewSonic VP171s (16ms)	600	16.0 pixel	16.6 pixel	7.42 bit	8.09 bit	0.92
(2) ViewSonic VA-720 (25ms)	600	16.5 pixel	17.4 pixel	6.95 bit	8.56 bit	0.81
(3) IBM SLIMAGE-821(40ms)	600	18.7 pixel	17.7 pixel	6.74 bit	8.77 bit	0.77

表 7. 三種反應時間之 Duncan 事後檢定分析

Duncan 事後檢定分析	F 檢定	顯著性
		7.811
Duncan 事後檢定分析		
	群組 1	群組 2
(1) ViewSonic VP171s (16ms)	16.6027 pixel	
(2) ViewSonic VA-720 (25ms)		17.3634 pixel
(3) IBM SLIMAGE-821(40ms)		17.6916 pixel

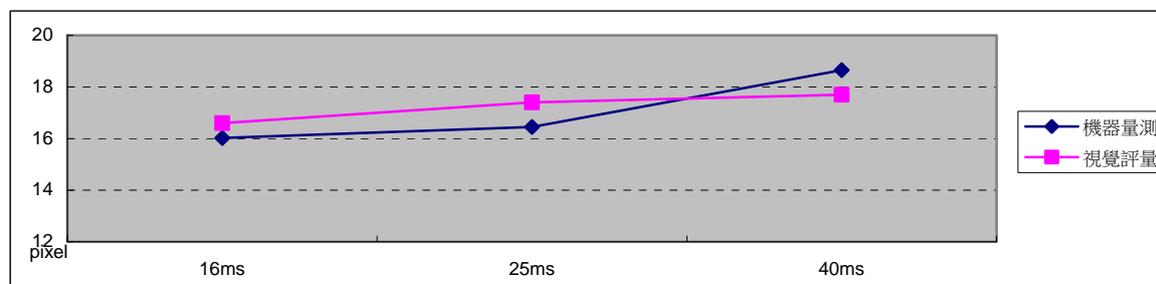


圖 10. 視覺評量與機器量測在三種反應時間上之圖形分析

4-5 目標色彩分析

本研究為更進一步分析，移動的目標色彩對視覺評量的影響，將所有的目標色彩（前景色），共區分成五個群組，如表 8。視覺評量結果可發現，當目標色為黑色（BEW=18.5 pixel、AIR=0.67）的視覺評價最低，以淺灰（BEW=16.3 pixel、AIR=0.96）的視覺評價最高。至於在視覺評量與機器量測結果分析上，從數據發現，兩者都以目標色為淺灰色時的 BEW 最窄（視覺評量之 BEW=16.3 pixel、機器量測之 BEW=16.0 pixel），當目標色為黑色時的 BEW 最寬（視覺評量之 BEW=18.5 pixel、機器量測之 BEW=19.8 pixel），如圖 11。

表 8. 五種目標色彩之視覺評量與機器量測分析

五種目標色彩	樣本數	機器量測 BEW	視覺評量 BEW	動態圖像信息 (視覺評量)		審美信息率
				正面信息	負面信息	
(1) 黑色 (R、G、B = 0)	360	19.8 pixel	18.5 pixel	6.24 bit	9.27 bit	0.67
(2) 暗灰 (R、G、B = 64)	360	16.0 pixel	17.2 pixel	7.04 bit	8.47 bit	0.83
(3) 中灰 (R、G、B = 128)	360	16.4 pixel	16.8 pixel	7.29 bit	8.21 bit	0.89
(4) 淺灰 (R、G、B = 192)	360	16.0 pixel	16.3 pixel	7.61 bit	7.90 bit	0.96
(5) 白色 (R、G、B = 255)	360	16.9 pixel	16.9 pixel	7.23 bit	8.28 bit	0.87

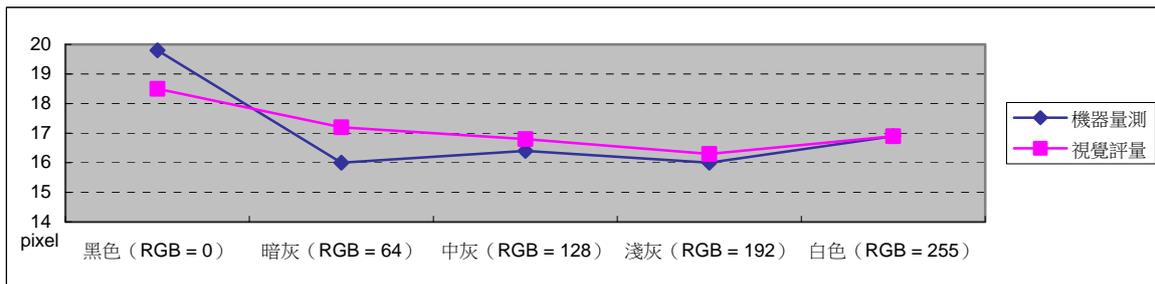


圖 11. 視覺評量與機器量測在五種目標色彩上之圖形分析

4-6 背景色彩分析

從視覺評量結果可發現，當背景色為暗灰 (BEW=18.0 pixel、AIR=0.73) 的視覺評價最低，以中灰 (BEW=16.3 pixel、AIR=0.96) 的視覺評價最高，參考表 9。至於在機器量測結果分析上，當背景色為黑色的 BEW 最窄 (BEW= 10.4 pixel)，當背景色為淺灰的 BEW 最寬 (BEW= 20.7 pixel)，如圖 12)。

表 9. 五種背景色彩之視覺評量與機器量測分析

五種背景色彩	樣本數	機器量測 BEW	視覺評量 BEW	動態圖像信息 (視覺評量)		審美信息率
				正面信息	負面信息	
(1) 黑色 (R、G、B = 0)	360	10.4	16.7	7.36 bit	8.15 bit	0.90
(2) 暗灰 (R、G、B = 64)	360	19.8	18.0	6.55 bit	8.96 bit	0.73
(3) 中灰 (R、G、B = 128)	360	20.2	16.3	7.261 bit	7.90 bit	0.96
(4) 淺灰 (R、G、B = 192)	360	20.7	17.6	6.80 bit	8.71 bit	0.78
(5) 白色 (R、G、B = 255)	360	13.3	17.0	7.17 bit	8.34 bit	0.86

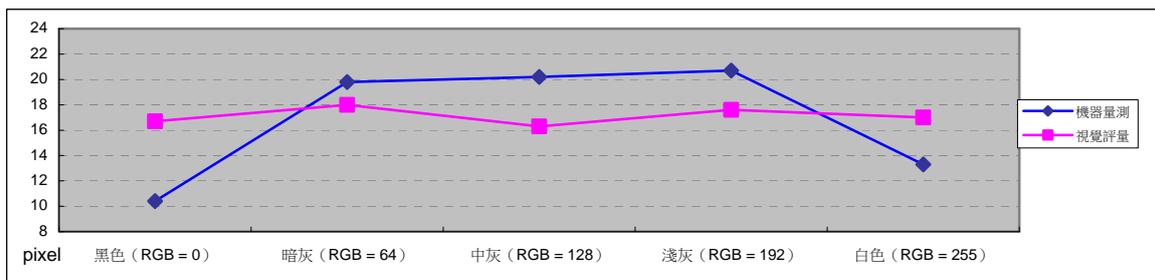


圖 12. 視覺評量與機器量測在五種背景色彩上之圖形分析

五、結論與建議

5-1 動態圖像因子對觀者心理的影響

本研究發現，人類視覺判斷的敏銳程度，或許會因為樣本為「靜態」或「動態」形式而有所影響，尤其更會受到「明度對比差異」程度上的影響。實驗證明，當「對比差異極小者」的色彩配對組合，以及背景色為暗灰色（R、G、B=64）兩者皆成立時，則前景：黑色（R=0、G=0、B=0）vs 背景：暗灰色（R=64、G=64、B=64），以及前景：中灰色（R=12、G=128、B=128）vs 背景：暗灰色（R=64、G=64、B=64）等兩種配對組合，最趨近於機器量測的結果。本研究認為當受測樣本為「靜態」時，人眼判斷的敏銳度會因為物體色與背景色兩者在「對比差異極小者」而降低，其主要原因在於人類視網膜的桿狀細胞（主要作用是對光線明亮的吸收程度），因為靜態樣本的背景與圖形的明度差距太小，而導致視覺傳達的明視性（legibility）降低。反之，當受測樣本為「動態」時，人眼判斷的敏銳度卻會相對提升。本研究嘗試從下列兩種角度來解釋；第一、視覺判斷的敏銳度與「網狀促發系統」（reticular activating system；RAS）可能有關聯，這應該是受到人類知覺的注意力機制（attention）所產生的影響。亞士科勒福特（陳學志譯，2004，頁 144-150）曾提到，當周圍環境刺激，以及所辨識的目標物不夠清楚時（動態模糊邊緣），RAS 就會自動介入，使其更能察覺目標對象，它屬於警戒與喚起（alertness & arousal）」的注意力層次，是對週遭環境刺激的互動，也是人類神經系統所應具備的狀態。第二、這屬於明度對比對知覺所產生的影響，關於模糊邊緣明度對比的弱化現象，Solso（1994, pp. 53-66）認為這是所謂的「適應（adaptation）」現象，亦即當人類視知覺，長時間受到強烈對比的黑白圖像刺激後，視覺神經會自動的產生圖像邊緣的淡化作用（fading effect），並會持續一段時間，讓視神經能穩定的接收信息刺激。簡言之，模糊邊緣會從鮮明的黑白對比，轉變至趨向於灰色區塊的淡化過程（Kaiser & Boynton, 1996；Solso, 1994, pp. 53-66；De Volois, 1988）。

從結論數據顯示，本研究認為當網狀觸發系統被具秩序的規律運動所激發後；例如移動速度、閃爍頻率、方向位置等，或許會提升視覺判斷的敏銳度。當受測樣本為靜態時，「明度對比差異」與「視覺判斷力」（人眼視覺判斷的敏銳程度），應該是呈成正比關係，而當物體色與背景色明度差異愈大時，則視覺判斷的敏銳程度應會相對提升。反之，當受測樣本為動態時，「明度對比差異」與「視覺判斷力」卻成反比關係，當物體色與背景色明度差異愈小時，則在視覺判斷上，較容易察覺到移動的目標物。至於當動態圖像樣本呈現非秩序性的運動時，是否會驗證相同的結果，基於有限人力與物力，就有待後續研究之驗證與探討。

5-2 提出動態圖像信息熵式與導入 AIR 概念

動態圖像對視覺傳達機能性而言，會產生許多的複雜度（負面信息）的影響，同時也因為這些複雜度信息包含許多變項，例如動態邊緣模糊、色彩偏移問題、明度對比差異性、柵線頻率與移動速度的差異等，因此每個變項艱的單位就會有所差異，例如像素、色差、明度階、移動速度等。鑒於整合動態圖像信息之重要性，所以必須要訂定統一的單位來整合，才能有效計算上述信息的傳達率。因此本研究嘗試導入「動態圖像信息熵式」； $DII = \log_2^{6vi}$ ，並以相同的單位「bit」來整合計算，其優點是藉由統一單位的關係，可相互比較各變項所量測的數據。最後從研究結果發現，經由信息熵的概念，初步可以驗證動態圖像信息之複雜度，不過在本階段實驗，只驗證明度對比與模糊邊緣寬度等差異性問題。另，本研究嘗試導入「審美信息率」來驗證具有複雜性的動態圖像信息。因為整合信息單位，只能初步解釋其複雜

度，但如果再導入「審美信息率」，就可藉由「正面信息」與「負面信息」，讓視覺評量標準更予以簡化，經由審美信息率的大小，讓設計工作者可以初步瞭解，該動態圖像信息對認知與傳達的影響性程度。本研究提出「正面信息」，定義為呈現整體動態圖像信息時，對視覺傳達性具正面影響之因素，例如輪廓邊緣的辨識性較佳、色彩偏移程度較小等。「負面信息」則定義為呈現整體動態圖像信息時的複雜度，例如輪廓邊緣較為模糊、色彩偏移程度嚴重等。基於有限人力，本研究現階段，主要是以動態圖像信息對觀者心理的影響性做探討，並提出初步結論。至於關於審美信息率如何與視覺設計做對應關係，以及於應用設計上的之設計參考原則等，由於必須對應實際應用設計與樣本複雜性問題，相關議題有待後續的研究與探討。最後從研究結果顯示，透過正負面信息的概念，可以對動態圖像信息獲得初步的驗證，亦即當審美信息率趨近於 1 時，代表觀者所看到的動態模糊寬度尚在可接受範圍，亦表示信息傳達介於中間程度。其次，當數值大於 1 者，代表觀者所看到的動態模糊寬度較小，亦表示信息傳達較為清楚。反之，當審美信息率小於 1 時，則代表觀者所看到的動態模糊寬度較大，亦表示信息傳達較為模糊與不清楚。

5-3 媒體差異性對評量結果的影響

本研究藉由變異數分析，驗證二十組「色彩配對」之模糊邊緣寬度在三種反應時間上面的差異。研究發現，視覺評價結果，部份會因反應時間的螢幕條件而產生稍許差異，不過三種反應時間在視覺評量結果上差異其實並不大。此外在視覺評量與機器量測結果分析上，兩者與反應時間皆呈成正比關係。基於有限人力與物力，先行驗證三種反應時間；即 16ms、25ms 及 40ms 等三組，至於後續的 8ms 與 5ms 在視覺評量上是否更具精確的差異性，其實並非本研究的重點，畢竟探討技術層面的問題是永無止境的。本研究認為，視覺評量其實更應重視，動態圖像信息對人類「視知覺」所產生的影響。因此，本研究也曾同時進行相關探討，例如色彩偏移現象之視覺評量方法研究，以及視覺特徵信息於動態圖像呈現的問題等。最後，本研究希望其結論可以繼續作為後續研究與樣本設計的參考。

5-4 視覺評量結果之綜合歸納

本研究嘗試歸納出六種變項的視覺評量結果，藉以提供給設計師在執行動態圖像設計的參考：

1. **關於量表類型**：以灰底白方（灰色背景 vs 白色物體）的視覺評價最高，以黑底白方（黑色背景 vs 白色物體）的視覺評價最低。
2. **關於明度對比**：以「對比差異小」（明度差距在 64 階）的視覺評價最高，以「對比差異大」（明度差距在 192 階）的視覺評價最低。
3. **關於色彩配對**：以暗灰（目標色）vs 黑色（背景色）的視覺評價最高，以黑色（目標色）vs 暗灰（背景色）的視覺評價最低。
4. **關於反應時間**：以 16ms 的視覺評價最高，以 40ms 的視覺評價最低。
5. **關於目標色彩**：當目標色為淺灰的視覺評價最高，當目標色為黑色的視覺評價最低。
6. **關於背景色彩**：當背景色為中灰的視覺評價最高，當背景色為暗灰的視覺評價最低。

5-5 視覺評量結果在視覺設計上的應用

最後經研究證實，動態圖像呈現確實會因觀者的心理因素而影響視覺判斷，同時也會因觀者對該訊息的認知判斷而產生誤差，進而影響觀者之心理接受程度。基於此，關於動態圖像之視覺評量結果，本研究嘗試提出設計實務上的應用範例，以利理解其研究成果之學術貢獻及實用價值：

1. 動畫呈現的視覺品質

動態圖像在媒體設計上(廣告設計、網頁設計及動畫設計等)，最常被運用的動作特徵就是「位移」，當觀者瀏覽移動中的動態圖像時就會產生視覺動線，藉此達到訊息接收目的。因此如何讓動態圖像信息更清楚的傳達，本研究建議設計師需要控制相關色彩變項，例如明度對比差異、目標色為淺灰及背景色為中灰等，皆可讓動畫呈現的視覺品質為最佳狀態。

2. 動畫呈現的心理平衡

從研究結果發現，動態圖像的明度對比強弱會影響觀者心理的接受程度，明度對比愈強則觀者心理的接受度就愈低，這與視覺心理的適應性有關。基於此，本研究建議設計師需要考慮觀者心理的視覺平衡問題，當視覺平衡愈高時則視覺接受度也會提高。因此當設計師在從事網頁設計或動畫設計時，企圖透過視覺設計吸引觀者注目時，同時也必須要考量視覺接受度的問題。最後本研究建議，當對比差異極小以及背景色為暗灰色時，則黑色 vs 暗灰色與中灰色 vs 暗灰色等，最接近觀者心理的視覺平衡狀態。

參考文獻

1. Bense, M. (1971). *The projects of generative aesthetics, cybernetics, art and ideas*. London: Studio Vista.
2. De Valois, R., & De Valois, K. (1988). *Spatial vision*. New York: Oxford University Press.
3. Kurita, T., & Saito, A. (2002). A characteristic of the temporal integrator in the eye-tracing integration model of the visual system on the perception of displayed moving images. *The Proceedings of 2002 International Display Workshops* (pp. 1279-1282). Japan, Hiroshima.
4. Kaiser, P., & Boynton, R. (1996). *Human color vision*. Washington, DC: Optical society of America.
5. Petrov, V. M. (2002). Entropy and stability in painting: An information approach to the mechanisms of artistic creativity. *Leonardo*, 35(2), 197-202.
6. Solso, R. L. (1994). *Cognition and the visual arts*. London: The MIT Press.
7. Yamamoto, T., Aono, Y., & Tsumura, M. (2000). Guiding principles for high quality motion picture in AMLCDs applicable to TV monitors. *Symposium Digest of Technical*, 30(2), 456-459.
8. 山中俊夫 (2003)。色彩學的基礎 (色彩の基礎) (黃書倩譯)。臺北市：六合。(原作 1997 年出版)
Sadao, M. (2003). *Basics of colour* (Huang, S. C., trans.). Taipei: Liuho produktgestaltung. (Original work published 1997) [in Chinese, semantic translation]
9. 亞士科勒福特 (Ashcraft, M. H.) (2004)。認知心理學 (Cognition) (陳學志譯)。臺北市：學富。(原作 1994 年出版)
Ashcraft, M. H. (2004). *Cognition* (Chen, S. J., trans.). Taipei: PRO-ED publishing. (Original work published 1994) [in Chinese, semantic translation]

10. 陳瀚凱、管倖生 (2007)。以信息熵理論探討視覺特徵信息對審美性與注目性之影響－以海報設計為例。《設計學報》，12 (2)，53-70。
Chen, H. K., & Guan, S. S. (2007). Research of visual feature information influence between aesthetics & attention in information entropy theory- A case study of poster design. *Journal of Design*, 12(2), 53-70. [in Chinese, semantic translation]
11. 陳瀚凱、管倖生 (2008)。液晶顯示器呈現動態畫面品質在色彩偏移分析上之視覺評量方法研究。《設計學報》，13 (1)，51-70。
Chen, H. K., & Guan, S. S. (2008). The study for color-shift analysis and the visualized evaluation of the moving images information on LCD. *Journal of Design*, 13(1), 51-70. [in Chinese, semantic translation]
12. 陳瀚凱 (2010)。《動態圖像信息之整合性視覺評量方法研究》(行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告, NSC99-2410-H-451-008.)。彰化縣：明道大學。
Chen, H. K. (2010). The study on integration visualized evaluation methods of dynamic images information (National Science Council research report, NSC99-2410-H-451-008). Changhua: MingDao University. [in Chinese, semantic translation]
13. 管倖生、童鼎鈞 (2002)。CIELAB、CMC、BFD、CIE94 色差公式之績效評估-以 ABS 塑膠材料為例。《設計學報》，7 (2)，23-46。
Guan, S. S., & Tong, D. J. (2002). CIELAB、CMC、BFD、The efficacy evaluation of color shift formula in CIELAB, CMC, BFD, and CIE94: A Case Study in ABS Plastic Materials. *Journal of Design*, 7(2), 23-46. [in Chinese, semantic translation]
14. 張春興 (1994)。《現代心理學》。臺北市：東華。
Chang, C. H. (1994). *Modern psychology*. Taipei: The Tung Hua Pres. [in Chinese, semantic translation]

A Visualized Evaluation Method for BEW and Brightness Contrast Analysis of Dynamic Images Information

Han-Kai Chen* Shing-Sheng Guan**

* Department of Digital Design, MingDao University
Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology
hankai@mdu.edu.tw

** Graduate School of Design, National Yunlin University of Science and Technology
ssguan@yuntech.edu.tw

Abstract

Most of the dynamic image has to be presented in the application of digital media design. Therefore, it is essential to understand the influence of dynamic image on observers' visual psychology and make the information conform to the demands of media design. Designers at modern times should keep abreast of pertinent media technology in imaging display and so forth so as to the quality in multimedia design, games design, or web page design. The purpose of this study is triplefold: (1) to explore the related methods for visualized evaluation of dynamic images and examine the influence of dynamic images on viewers' visual psychology, (2) to propose a visualized evaluation method for displaying dynamic images and improving imaging performance, (3) to provide validated results for design applications and design practice. In this study, visualized evaluation criteria were offered to support high-speed photography and perform simultaneous verifying tests. Accordingly, the concept of AIR was introduced in this research to transform the BEW through the dynamic images entropy and a validation test was conducted by visualized evaluation and high speed imaging. It is found that static or dynamic images are affected by brightness contrast to some extent in human being's visual acuity. In conclusion, a brand-new idea in this research is to bring in the AIR to validate complicated dynamic images information and the concept of positive and negative information is proposed. The bigger number of AIR (>1.0) means a better quality of information communication. On the contrary, the quality of information communication is worse when the AIR is less than one.

Keywords: DII (Dynamic images information), AIR (Aesthetics information ratio), BEW (Blurred-edge-width), Visualized Evaluation.