

## 影像之眼動訊息的觀察與分析

管倖生\* 蔡政旻\*\*

\*國立雲林科技大學視覺傳達設計系

\*\*國立雲林科技大學設計學研究所

### 摘 要

本研究之目的在於「瞭解人們在觀看複雜影像時的眼動行為反應」。因此，本研究透過眼動追蹤方法，觀察與分析受測者觀看影像時的視線軌跡特徵。本研究以便利選樣方式選取 30 位研究所及大學部學生進行影像評量。實驗影像樣本採用國際標準組織 (ISO) 所定訂的標準影像為主，經由焦點小組討論，從中選取 11 張作為本階段之實驗樣本，影像類別分別為靜物類、人像類、風景類與建築類。實驗任務分為「評量影像品質」與「評量影像色彩品質」兩部份，同時針對人們在評量影像品質時，其視線軌跡中的凝視時間與跳視幅度兩項眼動訊息指標進行統計分析。研究結果發現：1. 人們的主觀評量反應「影像的色彩品質」與整體的「影像品質」具有顯著的正向相關性；而且，影像的色域廣度愈大，其「影像的色彩品質」的主觀評量也就愈高。2. 人們在評量「影像色彩品質」時所反應的眼動訊息，與評量「影像品質」時的眼動訊息具有正向的相關性。而且，人們在評量「影像色彩品質」時所反應的眼動訊息不僅比評量「影像品質」更為穩定且一致，同時其所需花費的評量時間明顯少於評量「影像品質」所需時間。未來有關於影像品質評量之研究議題，可考量採用較為明確的「影像色彩品質」輔助「影像品質」評量。

**關鍵詞：**影像品質、眼動追蹤、視覺評量

### I. 緒 論

#### 1.1 研究背景與動機

近年來，由於影像顯示科技發展迅速，影像呈現的品質議題與評量方法備受顯示器產業與相關研發單位的重視。尤其是，直接影響人們的視覺感受的影像顯示設備（例如：螢幕或電視），其所必須考量的不只是影像的演算效能之外，更需要衡量視覺感受的問題。不過，以往對於影像評量的研究，除了色彩顯示色域的評量 (Cressman, 2004) 之外，許多研究皆著重於影像訊號的傳輸與影像壓縮品質等物理評量取向 (Fernández-Maloinne and Larabi, 2005; Kim, et al., 2008)。雖然，已經有不少研究在實驗方法上採取主觀評量法來進行影像的評估 (Babcock, et al., 2003; Choi, et al., 2008a, 2008b; Choi, et al., 2009; Kuo, et al., 2007; Privitera, et al., 2005; Tre' meu and Charrier, 1999)；不過，以視覺行為為基礎，觀察人們在評量影像時所反應的視覺行為，仍然較缺乏實證性的研究觀點。

人們的眼球在視覺系統中扮演第一個接收視覺訊息的角

色，也是大腦獲取外界影像的唯一途徑。所以若想了解人們正在注意或觀看那些訊息時，眼球的位置與動作成為被觀察的重要指標之一 (Duchowski, 2003)。許多研究藉由分析眼球運動訊息來探討人們的注意力已有具體的成果，同時也廣泛的運用在各種研究領域，包含探討文字閱讀行為 (Rayner, 1998; Wolverton and Zola, 1983)、影像瀏覽行為 (Babcock, et al., 2003) 等研究。由於眼球的運動可即時反映人們在觀看影像的過程，所以藉由觀察眼球運動訊息，可以直接反應人們觀看影像的區域與位置。Rayner (1998) 執行一系列的閱讀行為研究後，證實眼動訊息與人們在閱讀歷程中的認知處理 (Cognitive processes) 存在著關聯性 (Rayner, 1998)。於1998年Henderson與 Hollingworth藉由一連串的眼球追蹤實驗證實，人們眼睛所凝視的位置與注意力分佈的空間範圍存在著高度的相關性 (Henderson and Hollingworth, 1998)。近五年來，透過眼球追蹤的觀察方法來探討人們瀏覽影像的行為已逐漸受到影像之視覺評量相關研究的重視 (Privitera, et al., 2005; Santella and DeCarlo, 2004)，特別是人們在觀看複雜影像時所關注的區域位置

(Regions of Interest, ROI) 及其所反應的視覺行爲。例如：Privitera (2005) 以及Nguyen等人 (2006) 曾經透過分析人們觀看灰階影像時的眼動行爲反應爲基礎，建立與群化人們的注視區域，並依據該重點區域進行局部性影像壓縮處理，以提高影像處理的執行效率。由於影像處理必需耗費相當多的硬體資源，因此在影像處理時，若能有效而且精準的依據人們觀看影像時，其所注視的區域進行加權計算與處理，將可以提高影像顯示與影像處理的效率。不過，在關切人們所注視的區域可否應用於影像處理之前，仍然必需瞭解與釐清人們在觀看影像時，其所反應的眼動訊息與視覺行爲。因此，本研究主要以視覺評量爲基礎，透過眼動追蹤儀器記錄人眼觀看影像的眼動訊息，藉以觀察人們在觀看複雜影像時所反應的視覺行爲。

## 1.2 研究目的

本研究之重點有別於以往影像品質評量之方法，嘗試以不同的研究取向，以視覺評量研究的角度進行實證性研究。因此，本研究的主要目的分別爲：1. 確認人們主觀知覺的「影像品質」與「影像色彩品質」之間的關係。雖然在1999年，Tre'meau 與Charrier曾經探討整體的影像品質與影像色彩鮮明感 (color vivid) 的品質之間的關係，最後並提出上述兩者之間有正向的相關性。不過，本研究所採用之影像樣本、實驗程序與實驗任務皆有所不同，因此本研究之首要目的必需再次確認人們主觀知覺的「影像品質」與「影像色彩品質」之間的關係；2. 瞭解人們在評量「影像品質」與「影像色彩品質」任務時，其各別所反應的眼動行爲。透過研究目的之實證結果，主要是建立在視覺主觀評量的基礎上；不過，對於人們在評量上述兩項任務時，各別所反應的眼動訊息是否具有一致性，即成爲本研究第二項目的所必須釐清的重點。透過上述兩項研究目的，本研究所得成果除了可提供影像之視覺評量相關研究，另一個可靠的觀察方法。同時，其研究成果可提供影像評估相關研究，更進一步瞭解人們觀看影像時所反應的視覺行爲。

## II. 文獻回顧與相關研究

由於本研究主要探討人們在觀看影像過程中所反應的視覺行爲爲主。故針對影像品質之視覺評量、眼動追蹤法以及其相關研究進行文獻蒐集與探討。

### 2.1 影像評量研究

以往有關於影像品質評量項目皆以影像或色彩物理屬性爲基礎，而且主要探討因素皆著重於影像之色彩因素、階調、銳利度以及雜訊爲主。大多數的研究主要著重於影像或色彩物理屬性的探討。不過，Lester於1994年以視覺評量法探

討影像品質的角度提出兩個主要概念，分別爲影像喜好 (Preference) 以及影像配對 (Matching)。前者之概念著重於觀看者的主觀認知而進行影像品質判斷；後者則必需是由複製的影像與原稿影像，透過嚴謹的實驗程序來進行視覺配對，當兩張影像之間的視覺感覺差異越小或是無法分辨差異時，即稱爲複製的影像品質與原稿達成匹配。Fairchild等人 (2002) 指出，影響人們判斷影像品質優劣的因素相當多，其中包含影像解析度 (resolution)、色彩複製 (Color reproduction)、雜訊 (noise)、影像對比 (image contrast)、影像銳利度 (image sharpness) 等因素。Johnson (2005) 則認爲，影像銳利度 (Sharpness)、色彩以及色調對比度 (Tone contrast) 是較重要的關鍵因素。Calabria 與Fairchild (2003) 指出影響影像品質因素除了包括解析度、影像銳利度等等，而且同時可能涉及人們的偏好問題。Vuori等人 (2004) 指出，現今的影像品質研究，已從影像物理量的技術以及顧客的知覺轉而到顧客的影像品質喜好。該研究認爲，使用者才是最重要的研究議題，例如：顧客對品質的喜好。許多研究也藉由視覺知覺的探討，試圖瞭解人們在評量影像品質時所重視的關鍵因素。雖然，有不少研究透過視覺評量的方法，嘗試以人們的視覺系統爲基礎，探討影響靜態影像品質的主要因素 (Calabria and Fairchild, 2003; Ginesu, et al., 2006; Sheedy, et al., 2005; Sheikh and Bovik, 2006)，但是到目前爲止尙未有一明確而共通的定論。

Maeder (2004) 以人們高層的認知處理行爲的角度進行影像品質的討論。該研究認爲「影像品質」是一種難以理解的概念，而且依據不同的使用者，其所認定的影像的品質可能會有所差異。此外，由於影像具有不同的物理屬性，當人們接受不同物理屬性的刺激之後，在觀看者的知覺當中會產生對應於這些物理屬性的感覺強度，而給予不同的權重因子 (weighted factor)。因此在視覺評量法的實驗過程中，首先要解決的問題就是如何客觀地得到觀看者心中的影像品質程度的品質分數；如此，客觀量化的評量才有對應的依據。其實在1999年，Tre'meau 與Charrier提出，影像品質主要仍與人們對於影像色彩外貌 (Image color appearance) 的知覺有關的論述，而且並明確指出影像的色彩外貌與影像的色彩鮮明感 (Color vividness) 的評量在主觀的影像品質評量當中具有相當關鍵的重要性。2002年，由Fairchild等人以CIECAM97以及CIECAM02模式爲基礎，針對人們視覺知覺特性，修正色外貌模式之參數，發表「影像色彩外貌模式 (i-CAM, Image Color Appearance Model)」。該模式 (i-CAM) 強調影像色彩外貌模式 (Image Color Appearance)、影像顯色 (image rendering) 對於影響整體影像知覺感受的重要性。



## 2.2 影像之眼動行為反應研究

近二十年以來，透過觀察人們的眼球運動行為來推測人們心智歷程的研究方法，已逐漸受到廣泛的討論與應用。以下將針對眼動追蹤法及其應用於影像品質評量之相關研究進行文獻探討：

### 2.2.1 眼球運動的心理意義

認知心理學者Rayner (1998) 累積近二十年以來的研究成果證實：透過觀察人們的視覺反應除了可以直接推測人們的閱讀行為，而且可以反應大腦高層的認知處理過程，例如：觀察人們於觀看事物時的視線軌跡，可以反應人們的視覺注意焦點 (Antes, 1974) 或記錄眼球瞳孔反應可以推論人們的態度與偏好 (Hess and Polt, 1960)。由於眼球在視覺系統中扮演第一個接收視覺訊息的角色，所以若想了解某人正在注意或觀看那些訊息時，眼球的位置與動作會成為被觀察的重要指標之一。1935年Buswell指出透過眼動追蹤的方法，探討人們在觀看藝術創作圖像時，將有兩種主要的眼球運動行為，分別是觀看影像時其凝視點的順序 (Sequence of fixation) 以及凝視時間 (Fixation duration)。Busell透過觀察200名受測者在55張影像上的眼動訊息，發現以上兩種眼動指標可以反映人們有興趣或想注視的區域 (Babcock, 2003, pp. 8-9)。近年來，隨著電腦運算科技的發展使得影像處理速度大幅提升，大量而且高取樣頻率 (sampling rate) 的眼動追蹤儀器結合演算法與影像擷取技術，促使眼動追蹤技術在實驗與操作上趨於穩定、精準等特性，故人們的視覺注意力、眼球運動研究與相關的議題也開始倍受廣泛的討論。而且跨越了許多不同的領域，舉凡人工智慧、認知科學、心理物理、神經生理等，其探討的議題大多是著重在文字閱讀 (Rayner, 1998; Wolverton and Zola, 1983)、影像瀏覽 (Babcock, et al., 2003) 等研究。在近期研究中Privitera等人 (2005) 指出，在人們觀看事物當中，眼球的運動是一種非常複雜且由內在認知所控制的活動，由上而下 (top-down) 的過程即為其中的例子之一。此外，觀察人們的眼球運動的關鍵是透過眼球運動可以有效的 (efficient) 而且即時的 (timely) 獲取人們複雜的視覺認知 (visual-cognitive) 歷程 (Duchowski, 2003; Henderson and Hollingworth, 1998)。許多研究亦透過實證性研究法證實人們眼睛所凝視的位置與注意力分佈的空間範圍以及個人喜好、主觀態度存在著強烈的相關性 (Lee, et al., 2005; MackWorth and Morandi, 1967; Shimojo, et al., 2003)。

### 2.2.2 眼動追蹤法應用於影像評量之相關研究

以往，有關於影像品質研究的探討，許多研究皆著重於影像品質的物理計量研究，最常使用的統計分析技術為峰值訊雜比 (PSNR) 與根均方差 (RMSE) 來評量影像品質之

優劣。不過，這些影像品質計量方式，主要目的仍著重於計算處理後的影像與原影像之續真性 (fidelity)，因此對於所計算的影像品質可能無法直接推論或應用於人眼所認定的影像品質判定標準。許多心理、生理學學者藉由演算法之推導與模式之建立，進而預測或模擬人們視覺系統的知覺歷程，尤其必須仰賴視覺知覺的影像品質主觀評量的實驗程序。近年來，許多視覺心理研究開始嘗試，透過數學演算法來預測人們在某一特定的空間裡所感興趣的地方或位置。例如：透過演算法或數學模式之計算，以預測人們在觀看圖像的視覺感知與注視區域 (Privitera, et al., 2005; Santella and DeCarlo, 2004)。不過，藉由視覺行為之觀察來推論人們心智歷程的實證性研究，仍限於實驗室之心理物理實驗的階段，對於預測人們在觀看圖像時的視覺焦點的準確性仍有待實證與論述。由於人們的視覺系統中，從感知 (Sensation)、知覺 (Perception) 到認知 (Cognition) 處理之視覺歷程是一個相當複雜的生理運作機制，對於處理較為複雜的彩色影像訊息，視覺除了扮演相當重要的訊息感知的角色之外，人們大腦必須搭配高層視覺感知 (High-Level Visual Perception) 活動來進行影像的分析與解讀 (Henderson and Hollingworth, 1998)，亦即由上而下的視覺處理機制。Privitera (2005) 曾以一系列的研究來預測人們的視線軌跡，該研究使用空間幾何 (geometrical spatial kernels) 及線性模式 (linear filter models) 分析，計算算術區域 (aROIs, algorithm of ROIs) 來預測人們觀看影像時所注視的區域 (hROIs, human of ROIs)，惟其所採用之刺激圖像皆以黑白或灰階影像為主。Nguyen等人 (2006) 則是透過分析人們觀看灰階影像時的視線軌跡與凝視順序為基礎，建立與群化人們的注視區域，並依據該重點區域進行局部性影像壓縮處理。但是，人們於日常生活中藉由視覺系統所觀看的影像皆是彩色影像，對於上述相關研究所得成果，是否能完整推測人們的視覺焦點則有待進一步的釐清。

## 2.3 小結

透過以上影像評量研究之研究歷程可以發現，影像的色彩感受對於影像的整體知覺品質感受具有一定的影響程度與相關性。然而，若依據Maeder在2004年所提出的概念而言，整體的影像知覺品質感受在影像評量任務中，屬於較為廣泛而抽象，而且在影像評量研究中比較容易受到受測者之間的差異而影響評量結果。因此，若可以依據相對比較具體而明確的影像色彩感受來進行影像評量，則應該有助於增進影像主觀評量方法的精準性與效益。以往，研究影像品質與影像色彩品質相關性之研究議題中，最具代表性的研究以Tre'meau 與Charrier (1999)，以及Fairchild與Johnson

等人 (2000) 的研究為主。不過，上述研究仍以視覺評量法進行影像的主觀評量為主要方法，也並未針對觀看影像的視覺行為進行討論。

近十年以來，許多研究以視覺心理的角度，藉由視覺系統 (HVS, Human Visual System) 來探討影像訊息量 (Image Information) 與視覺品質 (Visual Quality) 的評量，以及探討影像訊息量與人們有興趣的區域 (ROI, Regions of interest) 之間的關係 (Fedorovskaya, et al., 1996; Ginesu, et al., 2006; Nguyen, et al., 2006; Privitera, et al., 2005; Santella and DeCarlo, 2004; Sheikh and Bovik, 2006)。由此可見，透過觀察人們的眼球運動來推測人們心智歷程的研究方法，已逐漸廣泛的應用於影像品質評量研究。有鑑於此，因而引發本研究另一項主要研究目的，即透過觀察人們在評量影像時所反應的眼動訊息，進一步瞭解人們在評量「影像品質」與「影像色彩品質」任務中，其各別所反應的眼動訊息之間的相關性。如圖1所示，本研究首要目的在於確認人們主觀知覺的「影像品質 (iQ)」與「影像色彩品質 (cQ)」之間的關係 (CoQ)；其次是透過眼動追蹤設備的觀察，進一步分析人們在評量「影像品質」任務時所反應的眼動訊息與「影像色彩品質」任務時所反應的眼動訊息之間的關係，並各別分析跳視幅度(SA)與凝視時間(FD)兩項眼動行為指標。其中iQ即受測者於「影像品質」任務的主觀評量結果；cQ即受測者於「影像色彩品質」任務的主觀評量結果；CoQ即受測者主觀知覺的「影像品質」與「影像色彩品質」之間的相關性分析。SAi即受測者於「影像品質」任務的跳視幅度反應；SAc即受測者於「影像色彩品質」任務的跳視

幅度反應；CoSA即受測者在評量「影像品質」任務所反應的「跳視幅度 (SAi)」，以及在評量「影像色彩品質」任務時，其所反應的「跳視幅度 (SAc)」之間的相關性分析。FDi即受測者於「影像品質」任務的凝視時間反應；FDc即受測者於「影像色彩品質」任務的凝視時間反應；CoFD即受測者在評量「影像品質」任務所反應的「凝視時間 (FDi)」，以及在評量「影像色彩品質」任務時，其所反應的「凝視時間 (FDc)」之間的相關性分析。藉由上述相關性的確立，除了可以支持視覺評量之主觀評量所獲得的研究結果之外，未來更可提供影像視評量研究另一個可靠的觀察指標。

### III. 研究方法

為了解人們在觀看彩色複雜影像時的視覺行為，本研究針對實驗環境設置、實驗設計與實驗程序進行規劃，分述如下：

#### 3.1 實驗設備與環境

實驗進行過程中由主試者協助受測者執行實驗嘗試 (trial) 以及實驗與操作之相關說明。電腦之硬體配備為Acer aspire E560主機，搭配intel Core 2 Duo E6300處理器，記憶體為2.0GB DDR-RAM以及Matrox P650 128MB 10bit高階顯示介面卡，影像顯示輸出為DVI介面，使用作業系統為Microsoft Windows XP。實驗採用Sharp 30吋LCD-TV作為實驗刺激材料測試顯示器 (參見圖2)。此外，以GretagMacbeth Eye-One針對實驗用液晶電視進行特性化校正以及建立

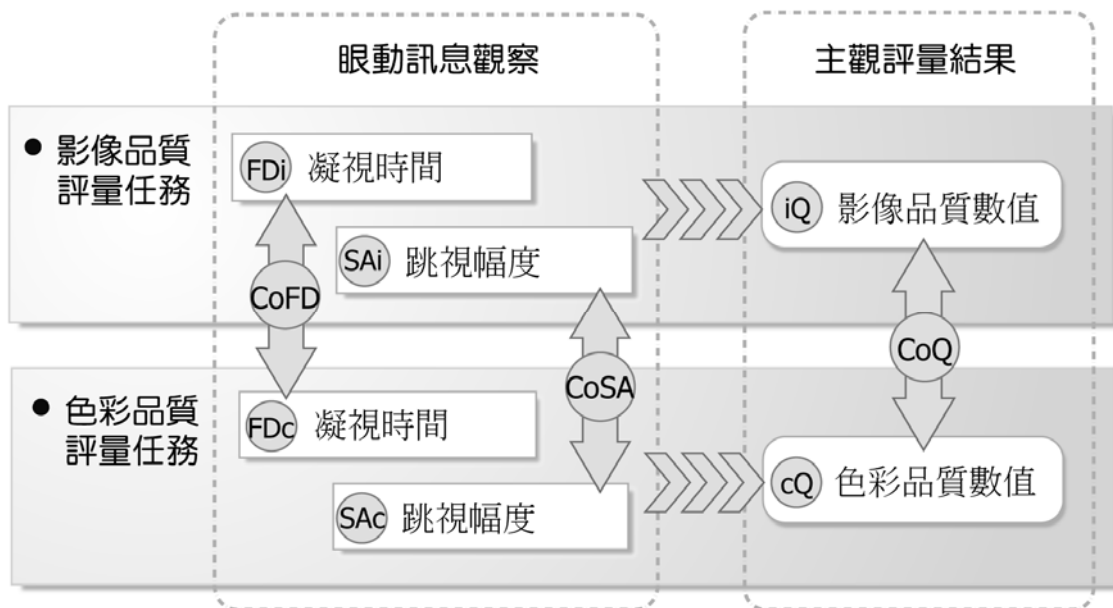


圖1 眼動訊息觀察與主觀評量之分析架構



色彩描述檔 (ICC profile)，色溫設定於6,500k，亮度為120cd/m<sup>2</sup>，以提供最佳化影像色彩呈現設定。同時，實驗環境光源設定以6,500k高演色性日光燈照明，環境光源照度為233lux。



圖2 實驗環境設置



圖3 眼動追蹤儀

### 3.2 眼動追蹤設備

目前相關研究領域所使用的眼動追蹤儀種類相當多，除了依據記錄原理與方法區分之外，其主要差別在「取樣頻率」與「眼動訊息記錄方式」等主要功能。本研究採用具有高

取樣頻率之眼動追蹤儀 (SR Research EYELINK II) 進行眼動追蹤實驗 (參見圖3)。實驗執行過程中，將透過眼動追蹤伺服器 (EYELINK Host PC) 紀錄大量的眼動訊息 (包含凝視位置、跳視幅度等時間序列的資料)；另一部電腦是作為實驗刺激圖形顯示用的電腦 (Display PC)。兩部PC透過高速網路 (1GB/s) 電纜連線，同時可以即時將顯示影像資料與眼動訊息資料進行同步整合的功能。而且可藉由時間序列呈現原始資料型態，以提供眼動訊息分析與顯示影像之間的時間序列對應與分析 (參見圖4)。

### 3.3 影像樣本說明與篩選

國際標準組織 (ISO) 自1997年開始訂定不同版本的標準影像，主要提供影像輸出裝置 (例如：印表機、印刷機、顯示器、投影機等)於呈現影像或影像複製任務時，判斷其色彩呈現與影像複製結果的參考標準。由於影像複製與呈現的設備日新月異，其應用領域開始由傳統的印刷媒體轉至電子媒體，其研究範圍包含印刷出版的色彩管理、數位影像輸出與複製、影像處理與壓縮品質評估、影像顯示與投影效果評量以及影像品質評估議題。有鑑於國際標準組織 (ISO) 所制定的影像具備高畫質、高清晰度與高色彩位元深度之特性，同時大多數影像評量、影像色彩管理、影像處理研究多數皆採用ISO所定訂的標準影像為實驗影像樣本。因此，為考量及實驗內容之複製性與可被驗證的前提下，本研究之影像樣本亦採用ISO所定訂的標準影像為主。

影像樣本資料庫以ISO 12640-1 (1997)、ISO 12640-2 (1997)、ISO 12640-3 (2004)、ISO 12640-3 (2007) 與Kodak數位影像中心所提供之標準影像樣本為基礎。經由三位 (包含研

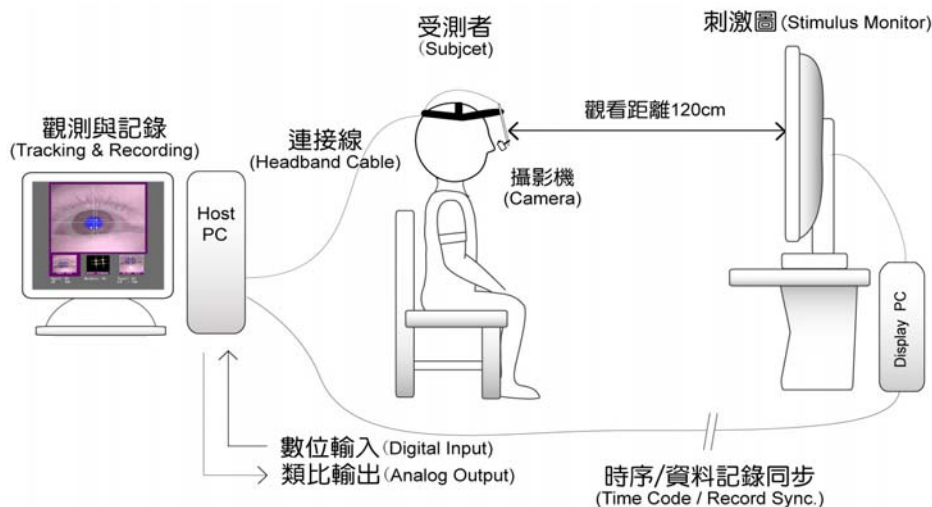


圖4 眼動追蹤儀設備設置示意圖



圖5 實驗影像

究者以及設計與色彩專家所組成) 焦點小組成員進行討論，剔除影像內容過於複雜且難以辨識之樣本，從中選取 11張作為本研究之實驗樣本，影像類別分別為靜物類、人像類、風景類與建築類 (參見圖5)，其中7張影像為橫式構圖 (影像編號分別為1至7)，4張影像為直式構圖 (影像編號分別為8至11)。

### 3.4 刺激材料之呈現方式

刺激材料之呈現是透過Visual Basic 6.0軟體撰寫實驗程式來設計實驗視窗。螢幕可視區域寬為64公分；高為38.5公分，受測者距離螢幕120公分的觀看距離，視角寬為30.56度；高為18.38度。影像解析度設定寬為1280像素；高為768像素以符合螢幕之物理解析度 (參見圖6)。每個實驗嘗試隨機呈現單張影像，其中背景為中間灰 (RGB值皆設定為128)。受測者填答影像品質評量之後，螢幕隨即出現灰色畫面 (參見圖7) 間隔，避免上一個刺激影像繼續存在 (carry over) 視覺中以及產生補色殘像 (after image) 之效應。



圖6 實驗視窗

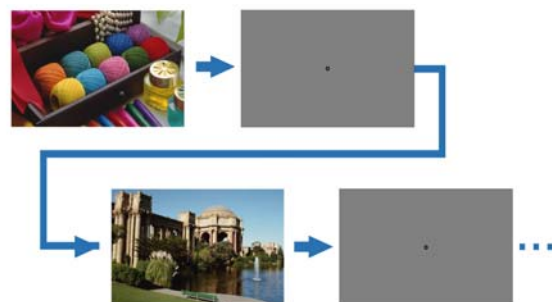


圖7 實驗嘗試順序



### 3.5 受測者

本研究階段之受測者以便利選樣方式選取30位受測者進行影像品質評量。其中受測者的背景與人數分別是雲科大設計學院 (14人)、管理學院 (11人)、工程學院 (5人)。

### 3.6 研究變項定義與實驗任務說明


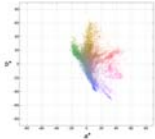

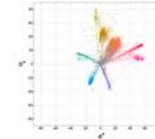

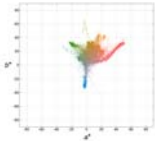

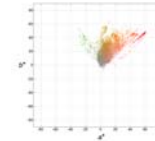

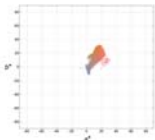

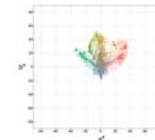

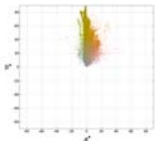

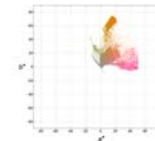

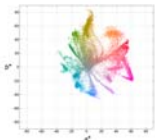

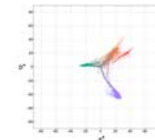

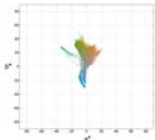
本研究在探究影像品質時，將「影像知覺品質」定義為：人視覺在知覺影像後所感受到的整體畫面品質，其影響整體畫面的品質包括影像的色彩、明暗、階調表現、清晰感受與主觀喜好。因此，在影像品質評量任務中，要求受測者針對影像整體的主觀感受品質感受進行評量；此外，本研究將「影像色彩品質」定義為：人視覺在知覺影像的色彩後，所感受整體色彩品質，其影響整體色彩的品質包括色彩飽和度與色彩豐富度。因此，在影像色彩品質評量任務中，要求受測者針對影像內容所呈現的整體色彩品質主觀感受進行評量。實驗程序採區塊隨機設計 (Block randomize)，亦即每位受測者執行「影像品質」與「影像色

彩品質」實驗任務的先後順序以隨機方式進行。此外，在執行單一實驗任務時，所有影像皆以隨機方式呈現。

### 3.7 實驗程序

本研究之實驗程序共分為三個階段：在第一階段中，受測者閱讀完實驗指導語，並通過辨色能力測驗(Ishihara color vision test)之後，由主試者協助配戴眼動追蹤儀，並進行儀器校正。在第二階段中，受測者必需觀看11張影像，並於觀看過程中，針對影像進行「影像品質」與「影像色彩品質」進行主觀評量，其中兩個實驗任務各別需評量11張影像，本實驗之評量方式採用李克特 (Likert) 七階評量尺度，請受測者口述回答影像品質評分，其中以1表示「非常不好」；2表示「很不好」；3表示「有點不好」；4表示「普通」；5表示「有點好」；6表示「很好」；7表示「非常好」。在最後一階段中，受測者評量完兩個實驗任務之後，需填寫一份影像品質問卷調查。

表1 影像樣本色域分析

| 編號 | 影像  | CIEa*b*座標   | 相對色域*<br>(排序) | 編號 | 影像   | CIEa*b*座標   | 相對色域*<br>(排序)  |
|----|---|---|---------------|----|--|---|----------------|
| 01 |  |  | 18.15%<br>(6) | 07 |  |  | 23.28%<br>(2)  |
| 02 |  |  | 21.10%<br>(4) | 08 |   |  | 21.44%<br>(3)  |
| 03 |  |  | 14.92%<br>(8) | 09 |   |  | 12.75%<br>(11) |
| 04 |  |  | 14.76%<br>(9) | 10 |   |  | 14.12%<br>(10) |
| 05 |  |  | 24.69%<br>(1) | 11 |   |  | 17.25%<br>(7)  |
| 06 |  |  | 19.84%<br>(5) |    |  |   |                |

\*表示相對於CIE L\*a\*b\*色彩空間，該影像的色域分佈所涵蓋的百分比比例與大小排序。

### 3.8 影像樣本色域分析

為進一步分析影像色域分佈情形，本研究透過MATLAB撰寫色域分析程式，讀取每一張彩色影像當中的每個像素之RGB值。在轉換至sRGB標準色域空間之後，透過CIEXYZ色域空間，以D65的參考白點，轉換為CIEL\*a\*b\*值，並將之繪製為CIEL\*a\*b\*色域圖，藉以瞭解每張圖形的色相分佈特徵。如表1所示，其中，色域分佈較廣為編號5，其次是編號7的影像。透過CIEa\*b\*色域分析以及C\*<sub>ab</sub>彩度分析結果顯示，就色彩的豐富性而言，影像「影像5」與「影像7」明顯高於其他影像。

### 3.9 眼動訊息資料分析

由於本研究主要著重於探討人們在瀏覽影像時的注視焦點，因此本階段所採用之眼動訊息指標則採用凝視時間與跳視幅度進行視覺焦點分析：

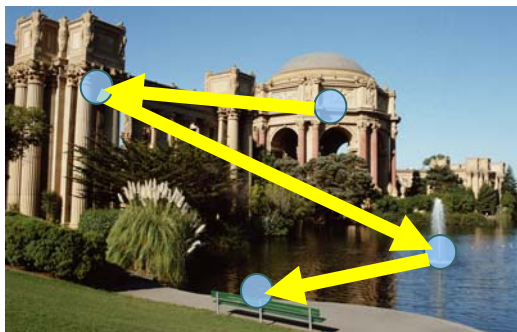


圖8 凝視時間分析圖示

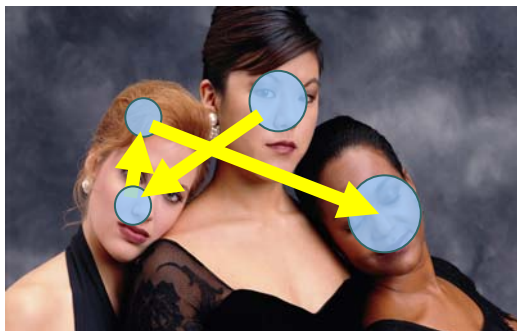


圖9 跳視幅度分析圖示

1. 跳視幅度：人們在觀看影像時，其中的視線軌跡，除了包含凝視時間與凝視順序之外，同時具有構成視線軌跡最為重要的訊息之一，即跳視幅度訊息。跳視幅度可以反應人們觀看影像是局部性區域或是廣泛性的瀏覽，如圖8所示，其中的箭頭標示為受測者在每一個凝視點之間的移動距離，以度為單位作計算。
2. 凝視時間：係指人們在觀看影像時，在反覆的視覺搜尋過程中，眼睛凝視在某一點位置的持續時間，如圖9所

示，其中的圓點表示受測者觀看該區域的時間，單位以毫秒計算。

## IV. 資料分析與結果

本研究之資料分析主要分為「主觀評量分析」與「眼動訊息分析」兩個部份，其統計分析與結果分述如下：

### 4.1 主觀評量分析

依據受測者主觀評量「影像品質」與「影像色彩品質」兩個部份所得數據進行統計分析。

#### 4.1.1 「影像品質」與「影像色彩品質」主觀評量結果

透過單因子單變量變異數分析結果得知，受測者評量11張影像的「影像品質」結果呈顯著差異 ( $F_{(10, 330)}=5.923, p < .001$ )。於Duncan事後檢定結果發現，「影像5」的「影像品質」被評為最高分 (參見圖10)。另外，受測者在評量11張影像的「影像色彩品質」結果仍呈顯著差異 ( $F_{(10, 330)}=11.031, p < .001$ )，同時於Duncan事後檢定中得知，「影像5」的「影像色彩品質」也同時被評為最高分 (參見圖11)。特別是，依據表1受測影像樣本色域分析結果，「影像5」的色域分佈 (彩度範圍) 以及色相分佈較其他影像廣且大。因此，本研究推測，其可能是影響人們主觀評量「影像色彩品質」結果的重要因素之一。

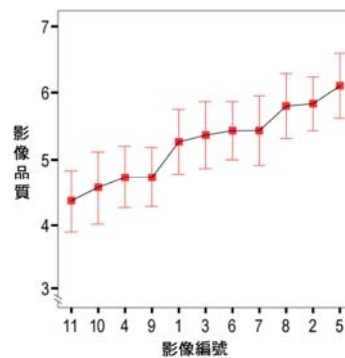


圖10 「影像品質」評量結果差異分析

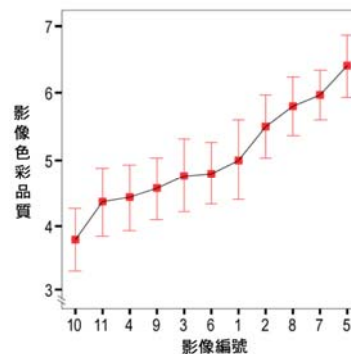


圖11 「影像色彩品質」評量結果差異分析





表2 「影像品質」評量差異分析事後檢定

| 影像  | 分組   |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|
|     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 11  | 4.37 |      |      |      |      |
| 10  | 4.57 | 4.57 |      |      |      |
| 4   | 4.73 | 4.73 | 4.73 |      |      |
| 9   | 4.73 | 4.73 | 4.73 |      |      |
| 1   |      | 5.27 | 5.27 | 5.27 |      |
| 3   |      |      | 5.37 | 5.37 | 5.37 |
| 6   |      |      | 5.43 | 5.43 | 5.43 |
| 7   |      |      | 5.43 | 5.43 | 5.43 |
| 8   |      |      |      | 5.80 | 5.80 |
| 2   |      |      |      | 5.83 | 5.83 |
| 5   |      |      |      |      | 6.10 |
| 顯著性 | .318 | .051 | .063 | .137 | .050 |

表3 「影像色彩品質」評量差異分析事後檢定

| 影像  | 分組   |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|
|     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 10  | 3.80 |      |      |      |      |
| 11  | 4.37 | 4.37 |      |      |      |
| 4   | 4.43 | 4.43 |      |      |      |
| 9   |      | 4.57 |      |      |      |
| 3   |      | 4.77 |      |      |      |
| 6   |      | 4.80 |      |      |      |
| 1   |      | 5.00 | 5.00 |      |      |
| 2   |      |      | 5.50 | 5.50 |      |
| 8   |      |      |      | 5.80 | 5.80 |
| 7   |      |      |      | 5.97 | 5.97 |
| 5   |      |      |      |      | 6.40 |
| 顯著性 | .074 | .100 | .136 | .191 | .091 |

4.1.2 「影像品質」與「影像色彩品質」之相關分析

透過單因子單變量變異數分析結果得知，整體而言，「影像品質」與「影像色彩品質」之評量結果未達顯著差異 ( $F_{(1, 660)}=3.331, p > .05$ )。同時，本研究針對兩者之間的關係進行相關性分析，結果顯示「影像品質」與「影像色彩品質」之間的評量達顯著正相關 ( $r = .684, p < .001$ ) (參見圖12)。亦即，人們的主觀評量結果顯示，影像色彩品質愈高，其整體的影像品質也相對偏高。尤其是，受測者對於「影像5、7、8、2」四張影像，不管是評量「影像品質」或「影像色彩品質」任務時，皆被評量為較高的品質；相反的，受測者對於「影像11、10」兩張個人的人像，在評量「影像品質」或「影像色彩品質」任務時，皆評量為較低的品質。

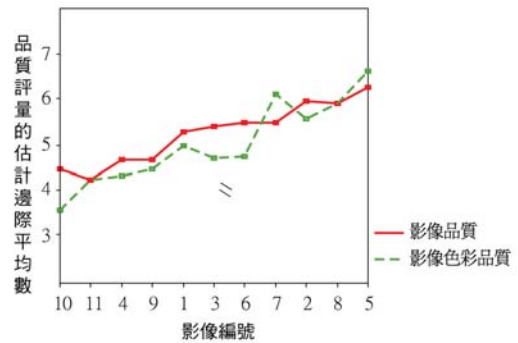
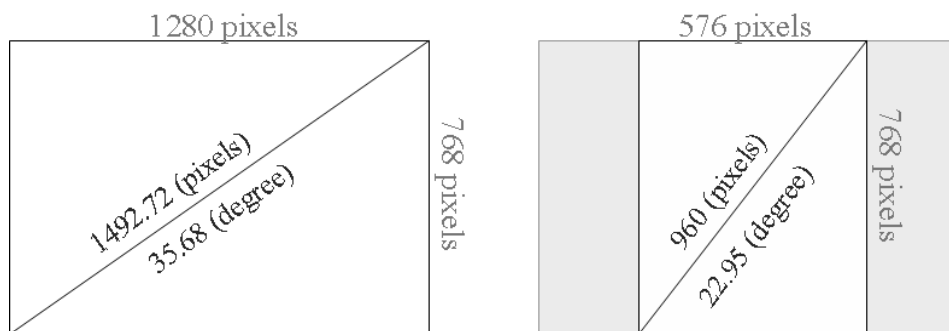


圖12 影像品質與影像色彩品質評量結果

4.2 眼動訊息分析

本研究同時分析受測者在評量影像的過程中，觀看每一張影像的視線軌跡，其中包含跳視幅度與凝視時間兩項指標。由於眼動訊息頗為龐大，在執行統計分析之前必需完成偏離值檢驗 (outlier test) 與跳視幅度標準化處理，以確保資料的正確性：

1. 偏離值檢驗 (outlier test): 由於透過眼動追蹤所獲取的數據資料量頗為龐大，尤其是眼球運動訊息中的跳視幅度 (SA, Amplitude of Saccade)、凝視時間 (FD, Duration of Fixation) 等觀察值。因此，為避免觀察值包含偏離值進而影響統計分析結果，故本研究進行偏離值檢驗，並去除極端值之後再進行統計分析。
2. 跳視幅度標準化：由於本研究採用之影像樣本包含7張橫式影像 (編號1至7) 以及4張直式影像 (編號 8至11)。因此受測者在固定的觀看距離 (120公分) 之下，其眼動軌跡所留下的跳視幅度將可能受到影像橫式或直式所影響，故本研究將每位受測者於觀看不同影像時的跳視幅度進行標準化，其處理方式是將原始的跳視幅度除以影像的對角線視角，其中橫式影像對角線為1492.72 (像素)，對角線視角為35.68度；直式影像對角線為960 (像素)，對角線視角為22.95度 (參見圖13)。



(左圖為橫式影像之標準化基礎；右圖直式影像之標準化基礎)

圖13 跳視幅度標準化處理

4.2.1 跳視幅度差異分析

針對受測者在評量「影像品質」任務與「影像色彩品質」任務時，其所反應的跳視幅度進行分析。在「影像品質」評量部份，本研究透過單因子單變量變異數分析結果得知，不同的影像，其跳視幅度具有明顯的差異 ( $F_{(10, 9771)}=57.288, p < .001$ )，同時於事後檢定 (Duncan) 中得知，受測者於評量影像品質時，觀看「影像5」的跳視幅度最大 (參見圖14)，依序為「影像6」「影像1」「影像2」「影像4」等。換言之，受測者於評量「影像5」的影像品質時，傾向廣泛的方式瀏覽影像。此外，在「影像色彩品質」評量部份，藉由單因子單變量變異數分析結果得知，不同的影像，其跳視幅度具有明顯的差異 ( $F_{(10, 7090)}=37.921, p < .001$ )。同時於事後檢定 (Duncan) 中得知，受測者於評量影像品質時，觀看「影像5」的跳視幅度最大 (參見圖15)，依序為「影像6」「影像4」「影像1」「影像2」等。換言之，受測者在評量「影像品質」任務與「影像色彩品質」任務時，其所反應的跳視幅度所得結果一致。

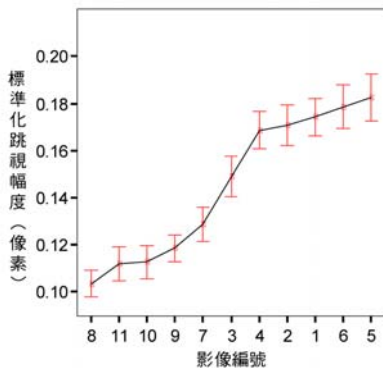


圖14 不同影像於「影像品質」之跳視幅度差異分析

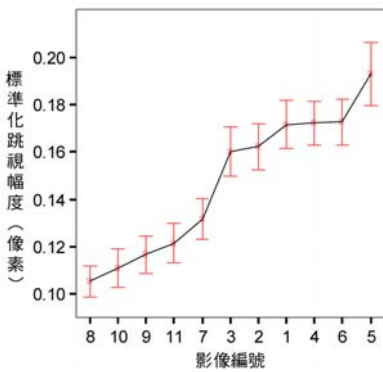


圖15 不同影像於「影像色彩品質」之跳視幅度差異分析

4.2.2 凝視時間差異分析

針對受測者在觀看不同影像的品質時，其視覺凝視點的停留時間進行分析結果得知，不同的影像，其凝視時間具有

明顯的差異 ( $F_{(10, 9806)}=3.366, p < .001$ )，同時於事後檢定 (Duncan) 中得知，受測者於評量影像品質時，觀看「影像5、4」的凝視時間最短；反之，「影像11」的凝視時間最長 (平均308毫秒) (參見圖16)。此外，在影像色彩品質評量部份，同樣透過單因子單變量變異數分析結果得知，不同的影像，其凝視時間具有明顯的差異 ( $F_{(10, 7108)}=3.167, p < .001$ )，同時於事後檢定 (Duncan) 中得知，受測者於評量影像品質時，觀看「影像7」的凝視時間最短 (參見圖17)；反之，「影像11」的凝視時間最長 (307ms)；然而該結果與受測者在評量「影像11」的影像品質時所得結果一致。

表4 不同影像於「影像品質」評量之跳視幅度差異分析事後檢定 (單位：像素)

| 影像  | 分組   |      |      |       |      |      |
|-----|------|------|------|-------|------|------|
|     | 1    | 2    | 3    | 4     | 5    | 6    |
| 8   | .103 |      |      |       |      |      |
| 11  | .111 | .111 |      |       |      |      |
| 10  | .112 | .112 |      |       |      |      |
| 9   |      | .118 | .118 |       |      |      |
| 7   |      |      | .128 |       |      |      |
| 3   |      |      |      | .149  |      |      |
| 4   |      |      |      |       | .168 |      |
| 2   |      |      |      |       | .170 | .170 |
| 1   |      |      |      |       | .174 | .174 |
| 6   |      |      |      |       | .178 | .178 |
| 5   |      |      |      |       |      | .182 |
| 顯著性 | .129 | .268 | .077 | 1.000 | .112 | .057 |

表5 不同影像於「影像色彩品質」評量之跳視幅度差異分析事後檢定 (單位：像素)

| 影像  | 分組   |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|
|     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 8   | .105 |      |      |      |      |
| 10  | .111 | .111 |      |      |      |
| 9   | .117 | .117 |      |      |      |
| 11  |      | .122 | .122 |      |      |
| 7   |      |      | .132 |      |      |
| 3   |      |      |      | .160 |      |
| 2   |      |      |      | .162 |      |
| 1   |      |      |      | .171 |      |
| 4   |      |      |      | .172 |      |
| 6   |      |      |      | .173 |      |
| 5   |      |      |      |      | .193 |
| 顯著性 | .119 | .144 | .131 | .100 | 1.00 |

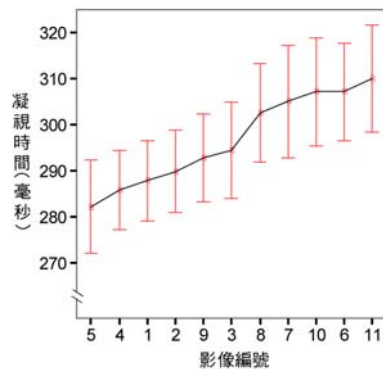


圖16 不同影像於「影像品質」之凝視時間差異分析



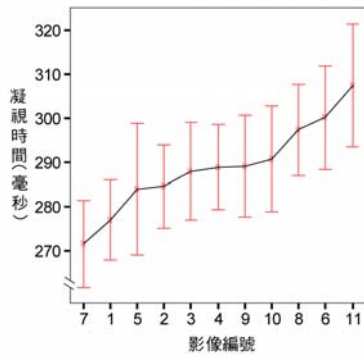


圖17 不同影像於「影像色彩品質」之凝視時間差異分析

表6 不同影像於「影像品質」評量之凝視時間差異分析事後檢定 (單位：毫秒)

| 影像  | 組別   |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|
|     | 1    | 2    | 3    | 4    |
| 5   | 283  |      |      |      |
| 4   | 286  |      |      |      |
| 1   | 288  | 288  |      |      |
| 2   | 290  | 290  | 290  |      |
| 9   | 292  | 292  | 292  | 292  |
| 3   | 294  | 294  | 294  | 294  |
| 8   |      | 301  | 301  | 301  |
| 7   |      |      | 304  | 304  |
| 10  |      |      |      | 306  |
| 6   |      |      |      | 306  |
| 11  |      |      |      | 307  |
| 顯著性 | .172 | .081 | .070 | .067 |

表7 不同影像於「影像色彩品質」評量之凝視時間差異分析事後檢定 (單位：毫秒)

| 影像  | 組別   |      |      |
|-----|------|------|------|
|     | 1    | 2    | 3    |
| 7   | 272  |      |      |
| 1   | 277  |      |      |
| 5   | 284  | 284  |      |
| 2   | 285  | 285  |      |
| 3   | 288  | 288  |      |
| 4   | 289  | 289  |      |
| 9   | 289  | 289  |      |
| 10  | 290  | 290  |      |
| 8   |      | 297  | 297  |
| 6   |      | 300  | 300  |
| 11  |      |      | 307  |
| 顯著性 | .053 | .089 | .238 |

#### 4.2.3 評量「影像品質」、「影像色彩品質」之眼動訊息觀察與分析

如同4.1.2的分析結果顯示，本研究已確認「影像品質」與「影像色彩品質」的評量結果是具有顯著的正向相關性。此外，為瞭解人們在評量影像品質與影像色彩品質任務時，其所反應的眼動訊息是否有所不同。本研究針對受測者評量「影像品質」與「影像色彩品質」時，其視線軌跡部份進行差異分析。結果得知，受測者於評量「影像品質」與「影像色彩品質」之視線軌跡中的跳視幅度未達顯著差異 ( $F_{(1, 16861)}=.910, p >.05$ )；亦即「影像品質」與「影像色

彩品質」之視線軌跡中的跳視幅度可能具有相關性。因此，本研究針對兩者之間的關係進行相關性分析，結果顯示「影像品質」與「影像色彩品質」之視線軌跡中的跳視幅度達顯著正相關 ( $r=.447, p <.001$ )。以此結果顯示，受測者在評量「影像品質」與「影像色彩品質」時，其所反應的瀏覽行為是有部份的一致性。

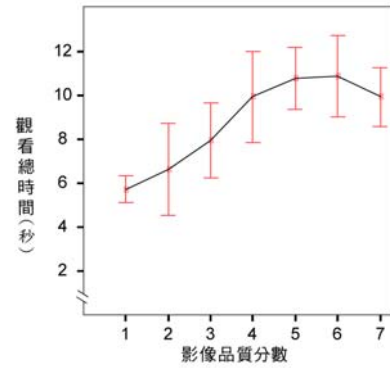


圖18 評量「影像品質」之觀看總時間差異分析

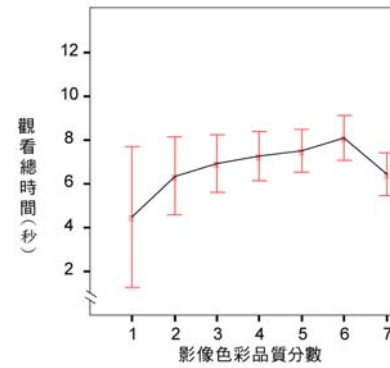


圖19 評量「影像色彩品質」之觀看總時間差異分析

#### 4.2.4 「影像品質」、「影像色彩品質」與「觀看時間」之相關分析

本研究同時針對受測者評量「影像品質」與「影像色彩品質」時的觀看時間進行差異分析結果得知，受測者評量影像品質較高時，其評量影像時的「觀看時間」明顯偏高 ( $F_{(6, 330)}=1.228, p <.001$ ) (參見圖18)。亦即，整體而言，受測者花較長的時間觀看的影像其影像品質相對較高；相反的，受測者在評量「影像色彩品質」時，則不會因為色彩品質的高低而影響評量影像時的「觀看時間」 ( $F_{(6, 330)}=1.610, p =.144$ ) (參見圖19)。依據上述結果顯示，受測者在評量「影像色彩品質」時，其所反應的眼動訊息也比評量「影像品質」更趨於穩定。而且，就整體而言，受測者在評量「影像品質」任務時，其所需花費的評量時間明顯高於評量「影像色彩品質」時的所需時間 ( $F_{(1, 660)}=39.149, p <.001$ )。

## V. 研究結果與討論

有關於複雜影像的品質評量研究逐年倍增，雖然從觀察眼動行為反應的角度來探討人們對於影像品質之主觀評量研究的發展相對較晚。不過，人們所知覺的影像品質至今仍然是一直廣受顯示器科學與視覺知覺討論的議題。本研究主要目的除了瞭解人們主觀知覺的「影像品質」與「影像色彩品質」之間的關係之外，更進一步分析人們在評量「影像品質」與「影像色彩品質」時，各別所反應的眼動訊息進行探討，而且已獲得具體的成果。茲將研究結果分述如下：

### 5.1 「影像品質」與「影像色彩品質」的主觀評量結果

綜合本研究實驗所得結果發現，「影像品質」與「影像色彩品質」具有正向的相關性。亦即於人們的主觀評量中，若影像色彩品質愈高，其整體的影像品質也相對偏高。此結果也初步實證了Tre' meau and Charrier於1999年提出「影像色彩外貌的色彩鮮明感與影像品質之間有關係」的主張。同時，依據各別影像之色域分析結果顯示，「影像色彩品質」的評量結果與影像色域的廣度具有相當高的正向相關性。換言之，影像的色域廣度愈大，其影像色彩品質的主觀評量也就愈高。尤其是，人們在面對影像色彩品質的判斷時，影像的色域廣度除了將直接影響人們對於影像色彩品質的評價之外，同時也影響了人們對整體影像品質的評價結果。本研究透過CIEL<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>均勻色彩空間進行影像色域分析，結果顯示，人們所知覺的影像色彩品質與影像在CIE所訂定之L<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>色彩空間上所涵蓋的百分比例有正向相關性。以此意謂著，透過影像在L<sup>\*</sup>a<sup>\*</sup>b<sup>\*</sup>色彩空間的分析，可推估人們所知覺的色彩品質結果。由於該色彩空間自從國際照明委員會 (CIE) 於1976年發表至今已廣受工業界的實務應用，故本研究結果可提供工業界有關於影像色彩評估實務之參考。

本研究所採用之ISO標準影像，具有高畫質、高清晰度與高色彩位元深度之特性。因此，就影像的物理屬性而言，每張影像樣本的物理品質皆有一致的標準。不過，上述的物理標準主要是建構在影像中每一個像素的色彩位元深度；不同的是，人們在觀看影像時，其所知覺的品質將建構在影像內容物的整體感受以及個人的主觀判斷、經驗、記憶與喜好等認知所影響。如同本研究所得結果顯示，以「知覺的影像品質」為基礎，11張影像樣本仍然可以明顯被人們區分出品質的優劣。因此，對於該結果，本研究推測，除了影像內容物的影響之外，影像在色彩空間上所涵蓋的廣度仍是其中的主要原因之一。未來針對彩色複雜影像之影像品質評量，可考量以色彩豐富度較高的影像以及細節

層次較多的區域進行影像品質實證研究。

### 5.2 「影像品質」與「影像色彩品質」之眼動訊息相關分析結果

基於上述主觀評量結果，本研究進一步探討人們在評量「影像品質」與「影像色彩品質」任務中，其各別所反應的眼動訊息。透過分析眼動訊息所反應的跳視幅度與凝視時間結果顯示，整體而言，人們在評量「影像色彩品質」時，其眼動訊息皆與評量「影像品質」時的眼動訊息有正向的相關性。而且，受測者在評量影像品質時，其所需花費的評量時間明顯高於評量影像色彩品質所需的時間；不過，人們在評量「影像色彩品質」時，所反應的眼動訊息也比評量「影像品質」更為穩定與一致性。以此意味著影像品質的概念在受測者的認知歷程中，確實比色彩品質之概念較為廣泛而模糊。本研究推論，相較於「影像品質」評量，人們在評量「影像色彩品質」時將會因為評量的任務比較具體且明確，其眼動訊息中的跳視幅度與凝視時間反應，呈現比較高的一致性。而且，人們對於判定為影像品質較高的影像，其整體的觀看時間也有相對偏高的趨勢。

影像處理一直是許多影像顯示研發與應用領域所專注的研究議題，尤其是大尺寸影像顯示器之高畫質影像的處理，除了衡量影像處理結果的準確性之外，具有高效率的演算法仍是許多研發單位所努力的目標。因此，在影像處理程序之初，針對人們有興趣的區域進行加權計算與處理，將可以提高影像顯示與影像處理的效率。不過，在關切人們所注視的區域可否應用於影像處理之前，仍然必需瞭解與釐清人們在觀看影像時，其所反應的眼動訊息與視覺行為。本研究藉由操弄兩個不同的品質評量任務，其所得結果發現，在影像品質評估議題中，加入眼動追蹤技術進行視覺行為的觀察，確實可以反應人們在衡量影像品質任務的視覺行為反應。透過明確而且具體的實驗任務，將有助於獲取更為穩定的眼動訊息（如本研究所採用之凝視時間與跳視幅度指標）。

影像品質評估研究所必需考量的影響因子相當多而且複雜，未來有關於預測或模擬人們視覺系統的知覺歷程研究，仍然必須仰賴視覺知覺的影像品質主觀評量的實驗程序。透過觀察人們於觀看影像的視線軌跡以及視覺注意焦點來探討個人喜好、主觀態度之間的相關性只是其中的方法之一。就大尺寸顯示器之實務應用範疇而言，本研究嘗試透過眼動追蹤觀察法，觀察受測者評量影像品質的視覺反應，仍屬於初期的研究發展階段。對於後續於工業界於研發技術的應用與實質貢獻，更需要進一步規劃視覺評量實驗以及分析視覺行為，以建立注視區域 (Human's Region



of Interest, hROI)。透過上述注視區域的建立後，再發展視覺模式 (Vision Model) 演算法，推導物理演算區域 (Algorithm of Region of Interest, aROI) 預測視覺注視區域 (Human's Region of Interest, hROI)，以達到研發應用的階段。此外，建議後續有關於「知覺的影像品質」研究以及發展影像色彩外貌模式 (i-CAM)，可同時考量「影像色彩品質」的評量項目，以此將有助於減少不同受測者之間對於「影像品質」的認知差異而影響評量結果的準確性。而且，透過觀察人們複雜的視覺反應，獲取穩定而有規律的眼動訊息，在具備完善的實驗規劃與資料分析方法的基礎之外，確實可提供影像視覺評量研究另一個可靠的觀察指標。

### 謝 誌

作者感謝中華民國台灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會 (TTLA) 產學合作研究計畫經費補助。

### 參考文獻

- Antes, J. R., 1974, The time course of picture viewing, *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 103, No. 1, pp. 62-70.
- Babcock, J. S., Pelz1, J. B., and Fairchild, M. D., 2003, Eye tracking observers during rank order, paired comparison, and graphical rating tasks, in *Proceedings of the 2003 PICS Digital Photography Conference*, Rochester, NY.
- Buswell, G. T., 1935, *How people look at pictures*, University Chicago Press.
- Calabria, A. J. and Fairchild, M. D., 2003, Perceived image contrast and observer preference I: The effects of lightness, chroma, and sharpness, manipulations on contrast perception, *Munsell Color Science Laboratory*, Rochester Institute of Technology.
- Choi, S. Y., Luo, M. R., Pointer, M. R., and Rhodes, P. A., 2008a, Investigation of Large Display Color Image Appearance I: Important Factors Affecting Perceived Quality, *Journal of Imaging Science and Technology*, Vol. 52, No. 4, pp. 040904-1-11.
- Choi, S. Y., Luo, M. R., Pointer, M. R., and Rhodes, P. A., 2008b, Investigation of Large Display Color Image Appearance II: The Influence of Surround Conditions, *Journal of Imaging Science and Technology*, Vol. 52, No. 4, pp. 040905-1-9.
- Choi, S. Y., Luo, M. R., Pointer, M. R., and Rhodes, P. A., 2009, Investigation of Large Display Color Image Appearance- III: Modeling Image Naturalness, *Journal of Imaging Science and Technology*, Vol. 53, No. 3, pp. 301104-1-12.
- Cressman, W. S., 2004, Calibrated colour mapping between LCD and CRT displays: A case study, Unpublished master dissertation, University of Simon Fraser, Canada.
- Duchowski, A. T., 2003, *Eye tracking methodology: theory and practice*, Verlag London Limited, pp. 186-187.
- Fairchild, M. D., Hunt, R. W. G., Li, C. J., Luo, M. R., and Newman, T., 2002, The CIECAM02 Color Appearance Model, in *proceedings of IS&T/SID Tenth Color Imaging*.
- Fairchild, M. D. and Johnson, G. M., 2000, Sharpness Rules, in *proceedings of IS&T/SID 10 Years of Color Imaging Conferences CIC 8*, pp. 24-30.
- Fedorovskaya, E. A., Ridder, H., and Blommaert, F. J., 1996, Chroma variants and perceived quality of color images of natural scenes, *Color Research and application*, Vol. 22, No. 2, pp. 96-110.
- Fernández-Maloigne, C. and Larabi, M. C., 2005, Compressed Image Colour Quality Assessment: Comparison between JPEG and JPEG2000, in *Proceedings of the 10th Congress of the International Colour Association*, Granada, Spain, pp. 313-316.
- Ginesu, G., Massidda, F., and Giusto, D. D., 2006, A multi-factors approach for image quality assessment based on a human visual system model. *Signal Processing: Image Communication*, Vol. 21, pp. 316-333.
- Henderson, J. M. and Hollingworth, A., 1998, Eye movement during scene viewing: An overview, in *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*, G. Underwood, Ed. Elsevier Science Ltd., pp. 269-293.
- Hess, E. H. and Polt, J. M., 1960, Pupil size as related to interest value of visual stimuli, *Science*, Vol. 132, No. 3423, pp. 349-350.
- Johnson, G. M., 2005, The Quality of Appearance, 10th Congress of the International Colour Association (AIC Colour 05). pp. 303-309.
- Kim, B., Lee, K. H., Kim, K. J., Mantiuk, R. Bajpai, V., Kim, T. J., Kim, Y. H., Yoon, C. J., and Hahn, S., 2008, Prediction of Perceptible Artifacts in JPEG2000 Compressed Abdomen CT Images Using a Perceptual Image Quality Metric, *Academic Radiology*, Vol. 15, No. 3, pp. 314-325.
- Kuo, W. H., Lin, P. H., and Hwang, S. L., 2007, A framework of perceptual quality assessment on LCD-TV, *Displays*, Vol. 28, pp. 35-43.
- Lee, T. R., Tang, D. L., and Tsai, C. M., 2005, Exploring color preference through eye tracking, in *Proceedings of the 10th Congress of the International Colour Association*, Granada, Spain.
- Lester, A. A., 1994, *Color Reproduction of CRT Displayed Image as Projected Transparencies*, College of Imaging Arts and Science Rochester Institute of Technology

Rochester, New York.

- MackWorth, N. H. and Morandi, A. J., 1967, The gaze selects informative details within pictures, *Perception and Psychophysics*, Vol. 2, No. 11, pp. 547-552.
- Maeder, A. J., 2004, The image importance approach to human vision based image quality characterization, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 26, pp. 347-354.
- Nguyen, A., Chandran, V., and Sridharan, S., 2006, Gaze tracking for region of interest coding in JPEG 2000, *Signal Processing: Image Communication*, Vol. 21, pp. 356-377.
- Privitera, C. M., Fujita, T., Chernyak, D., and Stark, L. W., 2005, On the discriminability of hROIs, human visually selected regions of interest, *Biological Cybernetics*.
- Rayner, K., 1998, Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, Vol. 124, No. 3, pp. 372-422.
- Santella, A. and DeCarlo, D., 2004, Robust Clustering of Eye Movement Recordings for Quantification of Visual Interest, in *Eye Tracking Research and Applications (ETRA) Symposium*.
- Sheedy, J. E., Smith, R., and Hayes, J., 2005, Visual effects of the luminance surrounding a computer display, *Ergonomics*, Vol. 48, No. 9, pp. 1114-1128.
- Sheikh, H. R. and Bovik, A. C., 2006, Image information and visual quality, *Image Processing, IEEE Transactions*, Vol. 15, No. 2, pp. 430- 444.
- Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E., and Scheier, C., 2003. Gaze bias both reflects and influences preference, *Nature Neuroscience*, Vol. 6, No. 12, pp. 1317-1322.
- Tre'meau, A. and Charrier, C., 1999, Influence of Chromatic Changes on the Perception of Color Image Quality, *Color research and application*, Vol. 25, No. 3, pp. 200-213.
- Vuori, T., Olkkonen, M., Pölönen, M., Siren, A., and Häkkinen, J., 2004, Can Eye Movements Be Quantitatively Applied to Image Quality Studies? *NordiCHI '04*, pp. 335-338.
- Wolverton, G. S. and Zola, D. A., 1983, The temporal characteristics of visual information extraction during reading, In *Eye Movements in Reading: Perceptual and Language Processes*, K. Rayner Ed., Academic Press, New York, pp. 41-51.

---

***Received 16 June 2008***  
***Revised 2 March 2010***  
***Accepted 22 June 2010***



## OBSERVATION AND ANALYSIS OF EYE MOVEMENT WHEN EVALUATING THE IMAGE TASK

\*Shing-Sheng Guan and \*\*Cheng-Min Tsai

\*Department of Visual Communication Design

\*\*Graduate School of Design

National Yunlin University of Science and Technology

Yunlin, Taiwan 64002, R. O. C.

### ABSTRACT

The purpose of this study is focusing on response of eye movement on complex images”, and collected the subject’s fixation and saccade when evaluating image quality task by using eye tracking method. The participants in this study were 30 graduate school and undergraduate students with convenience sampling. 11 stimulus of this experiment was selected from ISO standard image by focus group, and the type of image was divided into still image, portrait, landscape and architecturally image. The two tasks in this experiment are ‘evaluating image quality’ and ‘evaluating image color quality’. And analysis the ‘Fixation duration’ and ‘Amplitude of saccade’ from eye movement when evaluating image quality task. The results are as follows: 1. the subjective assessment shows that “image color quality” has a high positive correlation to global “image quality.” Additionally, the subjective assessment of “image color quality” increases as color gamut increases. 2. Eye movement data of “image color quality” has a positive correlation to eye movement data of “image quality”. With less time spent, the information carried by eye movement assesses “image color quality” better and more consistently than through the assessment of “image quality”. We have suggested replacing the “image quality” evaluation index with the more explicit “image color quality” index in future studies of image quality assessment.

**Keywords** : image quality, eye tracking, visual assessment