

當聖誕樹跟著你而閃動—無遮罩疊紋應用於大尺寸裝置之視覺感受研究

When the Christmas tree follows you and flickers --The Visual Perception Study of Unmasked Moiré Pattern Applied in Large-Sized Displays

黃雅玲¹ 陳奕君²

¹高雄科技大學 文化創意產業系 | 教授 | ylhuang1015@gmail.com

²國立雲林科技大學 視覺傳達設計系碩士班 | 研究生 | yijyun318@gmail.com

Ya Ling Huang¹ Yi Jyun Chen²

¹ Professor, Dept. of Culture and Creative Industries, National Kaohsiung University of Science and Technology, ylhuang1015@gmail.com

² Graduate Student, Graduate School of Visual Communication Design, National Yunlin University of Science and Technology, yijyun318@gmail.com

引用本文：

黃雅玲、陳奕君 (2024)。當聖誕樹跟著你而閃動--無遮罩疊紋應用於大尺寸裝置之視覺感受研究。《感性學報》，12(2)，4-25。取自 <http://jokansei.twtik.org/>

在疊紋動畫（Scanimation）應用中可看到多處有大型裝置表現案例，本研究長期探索突破傳統疊紋動畫，找出無遮罩條紋層與動態表現關係，將前導研究中色彩與動態成果導入到本研究大型裝置設計上，並以問卷調查分析受測者對於無遮罩疊紋應用於大型裝置的視覺感受評估。在問卷統計結果中顯示，受測者對於色彩、動態、滿意度的感受皆有正向反應。整合色彩邊際效應、周邊飄移錯覺能讓動態影像成像有顯著成效，但觀看距離需要相對增加才能獲得更佳的改善。本研究突破疊紋動畫在色彩運用表現與實物操作技術尺度之展現，使用無遮罩疊紋於大型城市裝置中可以於不增加其他動能的前提下，跳脫現有框架進階呈現視覺動態效果，進而擴展視覺設計發展範疇並更具市場應用性。

關鍵字：疊紋動畫、周邊漂移錯覺、視點位移

Recent applications of Scanimation in large-scale installations have prompted this research to explore and surpass the traditional requirement of using two layers. The focus is on the relationship between the absence of a masking stripe layer and dynamic effects. Incorporating findings on color relationships and dynamic imagery, a questionnaire survey evaluated participants' positive responses to color, dynamics, and satisfaction. Integrating the color margin effect and Peripheral Drift Illusion improved dynamic image generation, impacting viewers. Adjusting viewing distance can enhance the experience. This study showcases the potential of Unmasked Moiré Patterns in color application and technical scale, enabling advanced visual effects without additional elements in urban installations. Further research should explore variations and expand the market applicability of Unmasked Moiré Patterns.

Keyword: Scanimation, Peripheral Drift Illusion, View Point Shift

一 緒論

1.1 研究背景與動機

視覺設計的發展常在突破次元的表現，從二次元平面到三次元立體，結合四次元動態時間等等，均是創作者探索的議題。本研究透過疊紋效應（Moirè）產生似動現象為出發點，在傳統疊紋效應原理透過兩個或多個反覆的幾何結構重疊而產生出的圖案基礎，在兩層堆疊交會的位置，可以看到交替的暗部與亮部產生光學干涉，因此疊紋成像有週期性頻率特性。運用疊紋（Moirè）原理能夠進行有趣的設計應用，使線條產生不同疊紋圖像，在視網膜上感光產生一系列視錯覺的影像表現，由於疊紋成像透過表面遮罩條紋進行有週期性頻率的效果，透過單一方向性的移動進行動態視覺效果的感知，因此也被稱為疊紋動畫（Scanimation）。

近代，疊紋動畫（Scanimation）應用可看到多處有疊紋動畫應用於大尺寸裝置表現的使用案例。



圖 1 | 由左至右，分別為作者策劃，郭芷廷圖像設計〈看見七彩喜樂〉，台南後甲教會，2022 年。袁廣鳴〈啟動密碼〉，台北捷運，2014 年。日本三井住友銀行地下鐵戶外媒體廣告，2014 年。

從郭芷廷（2021）的研究中透過不規則的遮罩表現形式，改變了傳統疊紋動畫動態成像的單一方向性規則，也讓疊紋動畫的應用產生出新的可能性。然而，最大的挑戰仍在於疊紋動畫的雙層結構位移時的生理現象，透過雙層結構的位移，可以讓視網膜受到移動變化的反射光刺激時，造成視覺暫留時間，使視覺畫面變化產生連續性的現象。德國心理學家韋德海默（Max Wertheimer）對於視覺暫留，則在頻閃實驗研究提出「似動現象」（Apparent motion），又稱之為「飛現象」（Phi phenomenon），是人類的運動視覺感知，使人類產生看到的動作是連續的心理狀態（郭芷廷，2021）。

根據黃雅玲、范姜沛妤（2022）研究結果，該研究透過心理學中周邊漂移錯覺原理（PDI, Peripheral Drift Illusion）原理，即使不另外使用遮罩條紋層，透過無遮罩，透過以矩形板材為單位型，並且透過正反面色彩控制，呈現出替代遮罩效果的表面色彩與底層色彩（圖 2），隨後進行平行複製的重複排列（圖 3），取代傳統疊紋動畫兩層次的移動，透過（圖 4）方式製造出傳統兩條直線交錯的視覺效果，該研究發現這樣的設計，在 45 度角的排列上可以讓觀者於移動的過程中感受到動態感。本研究將結合周邊漂移錯覺原理形成的動態影像效果，並導入到大型裝置的專案應用，近一步探討觀者對於透過色彩的 PDI 效應於大型聖誕樹裝置上，是否能產生出動態效果，並且相關效果對於觀者產生的知覺回饋。

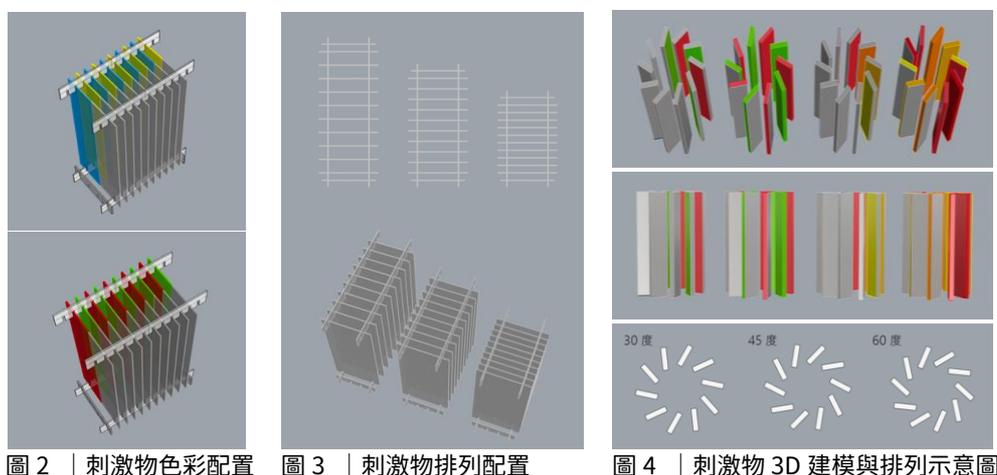


圖 2 | 刺激物色彩配置

圖 3 | 刺激物排列配置

圖 4 | 刺激物 3D 建模與排列示意圖

圖 5 為本研究所探討之刺激物，該刺激物為 2022 年十月，研究團隊受台南市政府觀光旅遊局委託之實務專案，本團隊以周邊漂移錯覺原理執行一個高達 15 公尺，底部直徑為 3 公尺之聖誕樹，並取名為〈點一盞燈報平安〉。預期透過 PDI 的色彩規則可以在黃雅玲、范姜沛妤（2022）研究成果中，更近一步導入到大型公共藝術



圖 5 | 大尺寸裝置作品〈點一盞燈報平安〉

或是景觀設計的應用中，預期觀者欣賞聖誕樹的同時圍繞走動，便可看到呈現不同色彩變化的動態閃爍，形成具有動態。本研究以「色彩與動態影像表現之關係問卷調查」之應用大尺寸裝置研究設計進行問卷調查，在不同條件之受測者影響分析與對於無遮罩疊紋應用於大尺寸裝置的視覺效果評估。

1.2 研究目的

在黃雅玲、范姜沛妤（2022）研究中，已知能夠透過同一層之垂直線，製造出傳統兩條直線交錯的動態效果。本研究將此研究結果導入到大尺寸（大型聖誕樹）的創作應用中，透過結合色彩邊際效應和周邊飄移錯覺，探索大型裝置中無遮罩疊紋應用的動態表現效果以及觀眾的感受程度，並進一步探討年齡、性別、身高、現場視力狀況、填寫時間等基本條件對於觀看聖誕樹裝置動態表現是否有顯著性的影響。

㉔ 文獻探討

2.1 疊紋動畫與視點位移關聯性探討

疊紋也稱為莫爾紋（Moiré）是指當兩組平行線交錯且反覆位移時產生的具有動態與深度變化的視覺效果。這種疊紋效應（Moiré effect）會使細密的紋路與視覺暫留呈現出具有圖像變化的動態效果，稱為疊紋動畫。物理學家瑞麗爵士（Lord Rayleigh）於 1874 年發現了柵欄條紋重疊產生的干涉現象，並進行了一系列疊紋相關研究，透過線性條紋明、暗線帶的對比交錯所產生的「干涉條紋（Interference patterns）」。這些條紋會依據疊紋圖樣出現像是曲形波紋、晶格造形、幾何圖樣等的規律形狀變化（Gerald & Yasunori, 1963；Gustafsson, 2000；郭芷廷，2021）。在各領域中，疊紋現象已有許多探索與應用，例如在視覺藝術領域中經常以上下層直線條構成的圖樣相互遮蓋，製作成簡單的連續逐格動畫。一位美國設計師 Rufus Butler Seder 稱這種動畫為「Scanimation」推論命名根據是如同在掃描一般滑動遮罩層而產生出動畫效果，於是將以英文 Scan 與 Animation 的組合而得出（郭芷廷，2021）。相繼有不同學者與創作者深入探討相關應用之色彩配置、立體影像的深度動態表現。

疊紋動畫可以透過推拉遮罩產生的運動，亦可以運用視點移動原理來產生動態效果。運動知覺的構成可以分為兩種情況：第一種是當造形體移動時，會影響到「空間」的知覺，例如：運動視差、形狀大小或遠近關係，還有殘影、混色、疊色、色彩對比等色彩方面的知覺。第二種是視點運動，可以產生視角改變、重疊交錯、融合並置、多義立體型態造形或鏡面反射的知覺刺激。當裸視時，觀看角度上下、左右的角度改變，視網膜的成像本身會產生視差現象。當兩個物體重疊時，根據它們的輪廓線或色彩變化，使大腦判斷是平面還是立體的。融合並置則是利用對輪廓的認知和空間錯視的方式，使空間平面化或產生積層性造型。相關規則與視覺知覺中視差屏障（Parallax barrier）規則是一樣的。這是利用觀者移動時，不同的視角可以看到原本被遮蓋的影像，而原本可以看到的影像則被遮蓋。1896 年立體視覺研究流行時，此原理被法國學者 Auguste Berthier（1896）發表，其內文描述了如何利用一塊玻璃板和一些不透明的線條來製作立體圖像。AB=玻璃板，ab=不透明線，P=圖片，O=眼睛，cn=阻止和允許的視圖範圍（圖 6），當觀者注視有條紋空隙的遮罩時，遮罩會產生前景物件遮擋後方的面積，影響後方圖像的觀看範圍。當移動觀看角度時，就能看見另一側的影像，而原先角度能看見的範圍則被遮擋，且距離視差屏障越近，左右圖像之間的分離角度就要越大（Berthier，1896）。由於過去相關研究樣本，均以紙本型式呈現，刺激物設計均在 60 × 60 平方公分的範圍內，缺少透過大尺寸的刺激物來檢視觀者對於疊紋動畫相關規則導入後，觀者的感受等相關研究，

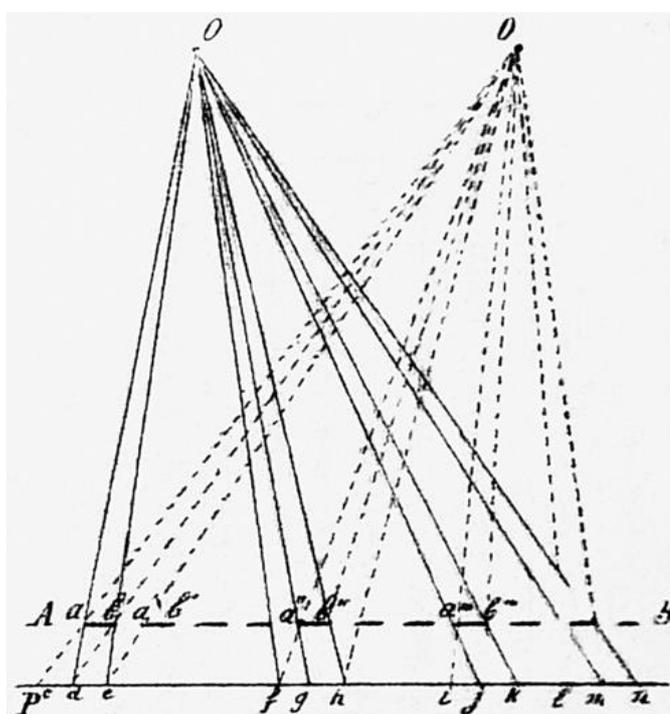


圖 6 | 視差屏障圖 (Auguste Berthier, Le Cosmos 05, 1896)

因此本研究鑑於此原理製作大尺寸聖誕樹裝置，並以問卷調查蒐集受測者對於實際動態效果之感受進行分析。

2.2. 周邊漂移錯覺 (PDI) 原理探討

周邊漂移錯覺 (PDI) 是一種利用邊緣視覺 (Peripheral vision) 觀察運動錯覺的現象 (Kitaoka & Ashida, 2003)。於 1979 年被 Fraser 和 Wilcox 發現，他們將這種現象稱為 Fraser-Wilcox 錯覺 (圖 7)。然而，在日常生活中，我們接收到的刺激往往不只是單一的色彩，而是多種色彩的混合。這時，視網膜會將光線轉換成視知覺，並將其傳送到腦部進行進一步的處理，並在網膜細胞中繼續處理。因此，色彩和視網膜之間會產生互動 (Fraser & Wilcox, 1979)。

北岡明佳 (Akiyoshi Kitaoka) 是一位日本心理學家，他將 Fraser-Wilcox 錯覺繼承與發展 (王雲霞、吳衛，2013)。長期專注於研究錯視動態圖形，並成功地從心理學角度開發了多幅動態圖像，也建立了名為「北岡明佳錯視」網站 (Kitaoka, 2002)。他與盧田宏 (Hiroschi Ashida) 的研究中提出了增強周邊漂移錯覺的方法，並指出四個不同亮度區域的順序十分重要。此外，他們還發現階梯狀的亮度變化比平滑的過渡更能強調周邊漂移錯覺現象的產生。兩人也將這種技巧應用於優化 Fraser-Wilcox 錯覺 (圖 8) 的表現 (Kitaoka & Ashida, 2003)，這些對錯視研究的發展有著重大的貢獻讓北岡明佳成為錯視領域的大師。

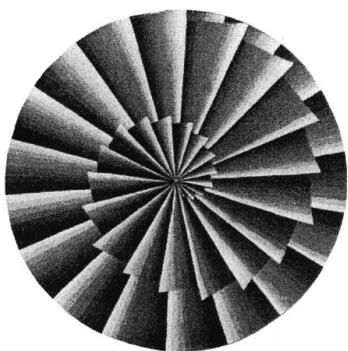


圖 7 | Fraser-Wilcox 錯覺圖 (Fraser & Wilcox, 1979)

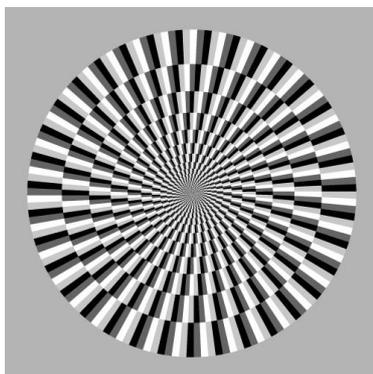


圖 8 | 優化後的 Fraser-Wilcox 錯覺圖 (Kitaoka & Ashida, 2003)

隨後，北岡明佳進一步使用靜態的重複不對稱圖案（RAPs，Repeated Asymmetric Patterns）創造出變種的周邊漂移錯覺設計出旋蛇，圖案的呈現為連續的明度變化（圖 9）。此外，北岡明佳在 2006 年的研究中指出周邊漂移錯覺最具有動態性的顏色組合為「藍色與黃色」、「紅色與綠色」兩種組合（Kitaoka, 2006）。而另一位學者黃詩珮（2005）的研究中則提出色彩會有進退脹縮的生理現象，原因是單色光不同折射的角度而後在水晶體發生調節作用，導致視網膜產生興奮且擴延的狀態，並涉及周圍區域影響視覺。

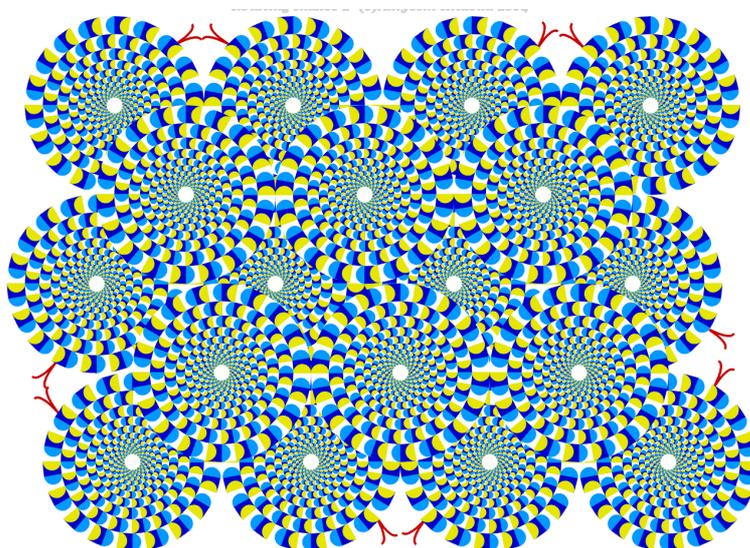


圖 9 | 旋蛇 (Kitaoka, 2003)

此外，研究中也指出無色彩、三色以上、藍黃與藍紅互補色、紅綠與藍綠對比色，都具有群化的原則性，在視覺上則產生具閃頻、晃動與旋轉等特性，這些都為相關的研究提供了新的視角。

2.3 小結

透過文獻探討可以得知疊紋動畫是指當兩組線條交錯且反覆位移時產生具有動態與深度變化的視覺效果，並且可以透過推拉遮罩或視點移動原理來產生動態效果。而周邊漂移錯覺是一種利用邊緣視覺觀察運動錯覺的現象，北岡明佳從心理學角度開發了多幅動態圖像，產生了具閃頻、晃動與旋轉等特性，增強錯覺效果的方法和變化設計，並提出周邊漂移錯覺兩大特點：一、最具魅惑性組合為「藍色黃色」與「紅色綠色」。二、階梯式的亮度變化比平滑的亮度過渡更能體現周邊漂移錯覺。在視覺領域上，這些相關研究為後續提供了新的視角。就如先前黃雅玲、范姜沛妤（2022）研究中運用此兩種原理，成功地探索出透過單一色彩與底層色彩，依然可

以產生出兩個空間向度的視覺錯覺。但也能夠發現過去相關研究樣本大多設計在 60 平方公分範圍內的紙本刺激物，缺少透過大尺寸刺激物之研究樣本。並且在周邊漂移錯覺相關方面，視覺領域的研究者經常將重點聚焦於色彩組合上，鮮少針對亮度變化進行探討。因此，本研究鑑於此導入大尺寸聖誕樹裝置，檢視觀者對於疊紋動畫及周邊漂移錯覺相關規則在大尺寸裝置上觀者的感受。

㊦ 研究方法

3.1 研究流程

將無遮罩疊紋以視點位移觀看方式製作大尺寸裝置，此裝置作為實驗樣本設計，並依據研究目的與文獻回顧相關影響要素與探討來設計問卷，收集研究問卷後，採用統計資料與 SPSS 軟體進行研究結果分析與結果討論，最後提出本研究者對於研究的結論與建議。

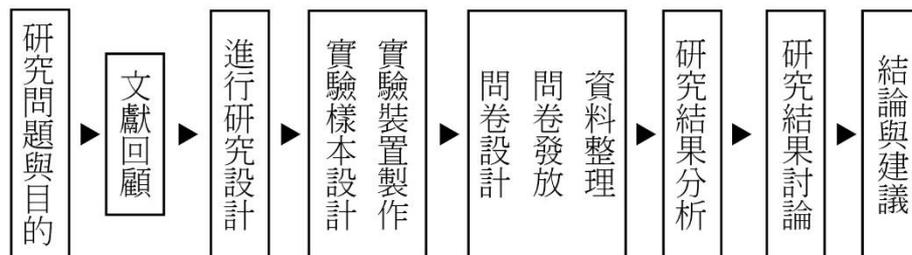


圖 10 | 研究流程

3.2 實驗設計

本實驗應用於總高度為 15 公尺聖誕樹裝置，實驗樣本先以電腦螢幕顯示器模擬檢視（圖 11、12），聖誕樹設計結構依照聖誕樹架構圖尺寸設計，共分五層，由最上層為第一層依序編排，以直線疊紋動畫原理，每一層以片狀結構雙面噴漆組合成，為了視覺考量，每一層的螺旋方式相反，每單元構建共有 A 型為順時針、B 型為逆時針兩種，分別用紫色跟橘色示意。每單元為斜角 83 度切割的木片，厚度約為 3 公分，高度約為 2.79 公尺，木板尺寸完全一致，表面進行噴漆處理，使每塊已噴漆上色的木板材同時為遮罩條紋層（銀色面）與圖樣底層（彩色面）的型態（圖 13）。



圖 11 | 以 3D 繪圖軟體繪製實驗刺激物模擬聖誕樹裝置實際效果 (遠距離觀看)
繪圖者：施文禮



圖 12 | 以 3D 繪圖軟體繪製實驗刺激物模擬聖誕樹裝置實際效果 (近距離觀看)
繪圖者：施文禮

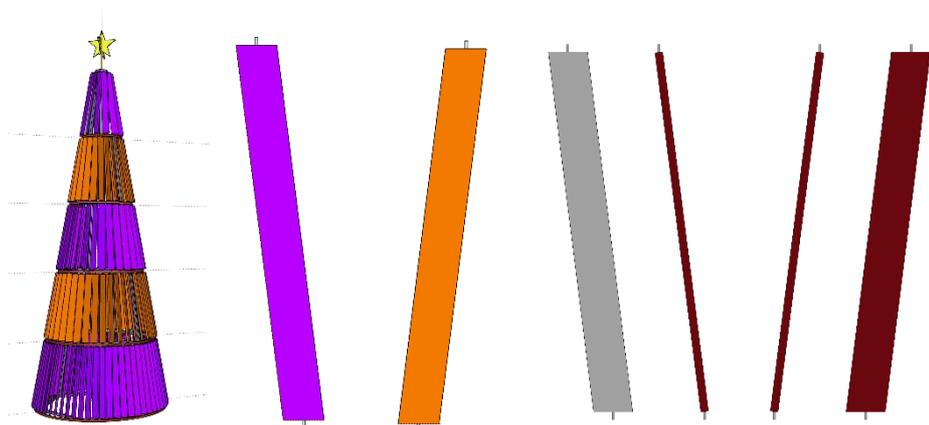


圖 13 | 實驗刺激物聖誕樹設計

在文獻探討中提及視覺領域的研究者經常將周邊漂移錯覺重點聚焦於2種色彩組合上，但這同時也是在應用上的限制。本研究嘗試聚焦於階梯式亮度變化，同時放入藍色、黃色、紅色、綠色，並且將每種色彩設定2種亮度，以8個色彩進行刺激物設計（圖14），探討透過亮度調整的形式應用於大型聖誕樹裝置上（圖15），觀者移動觀看時是否能夠仍有色彩與動態表現的感受。



圖 14 | 實驗刺激物色彩設定



圖 15 | 實驗刺激物完成樣貌

3.3 問卷設計

「聖誕樹裝置動態表現探討」為探討視點移動之疊紋動畫裝置在觀看上的動態效果，問卷共分成三部分，第一部分為「基本資料」旨在調查受測者之性別、年齡、身高、視力狀況、受測時間與距離，共6題單選題。第二部分為「聖誕樹裝置表現」內容針對色彩與動態兩個面向進行題項設計，主要了解受測者於觀看視角移動中的狀態（移動腳步時），產生動態感的相互對應的字詞「靜止-動感」、「不順暢-順暢」之感受程度；對整體色彩表現豐富度「單調-豐富」、顏色動態變化程度「沒有變化-變化多端」、顏色變化的順暢程度「非常不順-非常順暢」兩項評量；並評比動態表現清楚程度「不清楚-清楚」，來評比觀看裝置時是否有感受到殘影或色彩動態閃爍感。第三部分為「作品意見回饋」針對本次參與聖誕樹裝置動態表現的觀看

感受度、互動感進行調查（表 1）。本問卷第二部分與第三部分採用 Likert 5 點尺度計分，共計 9 個題項。經過探索性因素分析（EFA）考驗效度，其結果 KMO 值取樣適切性達 0.87，球形檢定卡方值為 505.550 ($p < .05$)，達顯著水準，並以主成分分析（PCA）萃取出動態感受、觀看感受、色彩感受三個因素，量表的累積解釋量達 88.7%（表 2）。再運用 Cronbach's α 係數檢定量表之內部一致性，總量表之 Cronbach's α 係數為.95，表示具有可接受的信度。

表 1 | 問卷題項彙整表

| 題項 |
|-------------------------------|
| 1.基本資料 |
| 1-1.生理性別 |
| 1-2.年齡 |
| 1-3.身高 |
| 1-4.受測當下視力狀況 |
| 1-5.受測時間 |
| 1-6.受測距離 |
| 2.聖誕樹裝置表現 |
| 2-1.請問您看見的裝置其色彩豐富程度如何? |
| 2-2.請問您在移動時觀看時覺得顏色的變化如何? |
| 2-3.請問您在移動觀看時覺得色彩的順暢程度如何? |
| 2-4.請問您在移動觀看時覺得動態的效果如何? |
| 2-5.請問您在移動觀看時覺得動態的表現清楚程度如何? |
| 3.作品意見回饋 |
| 3-1.請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到愉快的程度為? |
| 3-2.請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到驚喜的程度為? |
| 3-3.請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到聖誕樹動感的程度為? |
| 3-4.對於本次聖誕樹的設計呈現，您的滿意程度為? |

表 2 | 旋轉成分矩陣

| | 成分 | | |
|----------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 動態效果 | .811 | .395 | .296 |
| 顏色變化 | .790 | .055 | .498 |
| 動感程度 | .783 | .498 | .215 |
| 動態表現清楚程度 | .726 | .414 | .369 |
| 愉快的程度 | .176 | .886 | .307 |
| 驚喜程度 | .596 | .726 | .221 |
| 滿意度 | .526 | .696 | .347 |
| 色彩順暢程度 | .342 | .285 | .828 |

續表 2 | 旋轉成分矩陣

| | 成分 | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| 裝置其色彩豐富程度 | .286 | .317 | .823 |
| 因素負荷量 | 36.471 | 28.398 | 23.832 |
| 累積因素負荷量 | 36.471 | 64.869 | 88.701 |
| 因素命名 | 動態感受 | 觀看感受 | 色彩感受 |

④ 研究結果分析

4.1 受測者基本資料

本節依據受測者基本資料進行描述性統計，並以圖表的方式來呈現。本次回收問卷，共計有 53 位受試者填答。在年齡題項中，19-22 歲最多人填答，其次是 26~30 歲，無收集到 18 歲以下、51 歲以上之受測者；填寫問卷者男女比例分別為 47.2% 以及 52.8%；身高多在 151-170 公分之間；現場受測者視力狀況多為視力不良並配戴眼鏡與正常視力範圍，僅有兩位視力不良無配戴眼鏡者；而填寫時間的人數分佈為晚上 6 點後最多（39.6%），其次為下午 4 點至傍晚 6 點（34%），最後為早上 6 點至下午 4 點（26.4%）；受測距離多為三公尺內，其次為十公尺外，三至十公尺內人數較少。

4.2 聖誕樹裝置色彩與動態表現統計

(1) 整體色彩表現

受測者對整體色彩表現之題項在色彩豐富度、色彩順暢度項皆以 4-5 分最多，但在色彩變化程度的題項上雖 5 分依舊較多，但選擇 3 分的受測者明顯增加。

請問您看見的裝置其色彩豐富程度如何

53 則回應

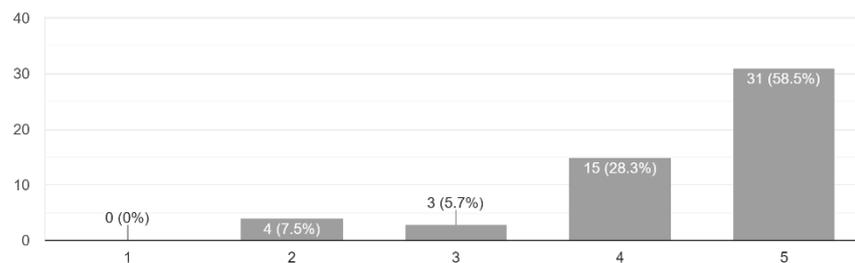


圖 16 | 問卷 2-1 色彩豐富度統計直條圖

請問您在移動時觀看時覺得顏色的變化如何

53 則回應

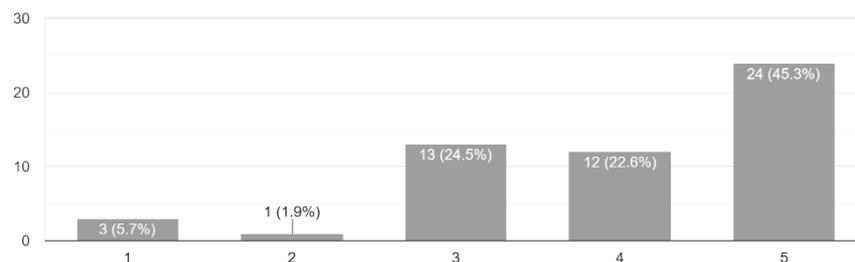


圖 17 | 問卷 2-2 顏色變化度統計直條圖

請問您在移動觀看時覺得色彩的順暢程度如何

53 則回應

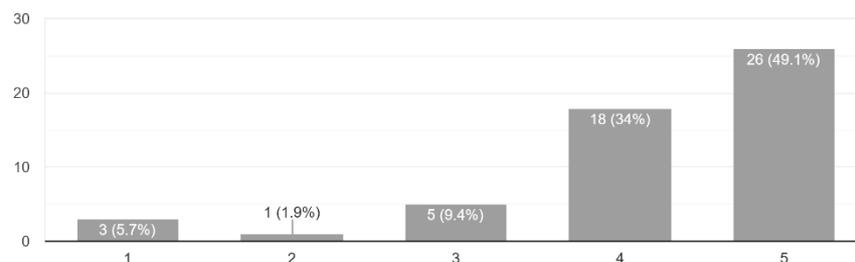


圖 18 | 問卷 2-3 顏色順暢度統計直條圖

(2) 整體動態表現

對於觀看視角移動中的狀態（移動腳步時），產生動態效果、動態表現清楚程度上從下圖中可看出，有過半的受測者皆給予 5 分，認為整體動態表現是較佳的。

請問您在移動觀看時覺得動態的效果如何
53 則回應

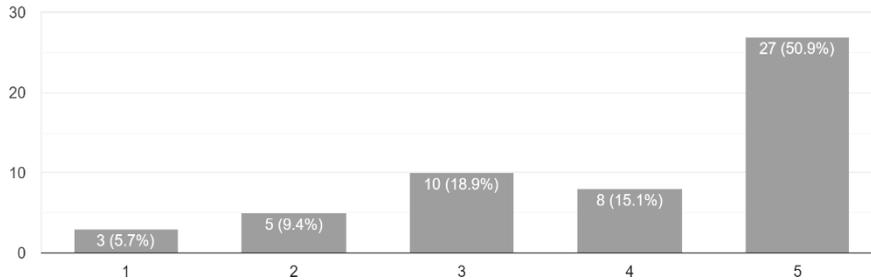


圖 19 | 問卷 2-4 動態程度統計直條圖

請問您在移動觀看時覺得動態的表現清楚程度如何
53 則回應

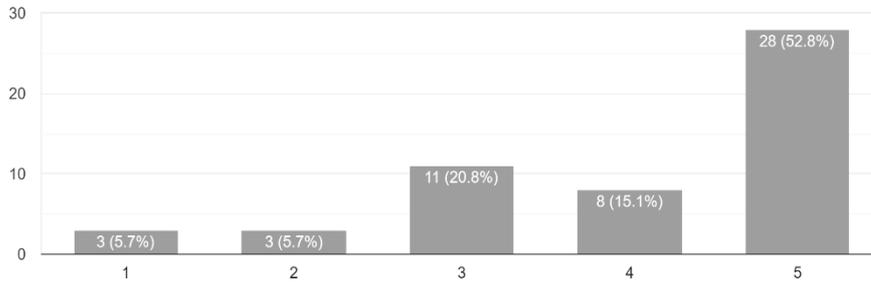


圖 20 | 問卷 2-5 動態清楚程度統計直條圖

(3) 聖誕樹裝置對觀者感受統計

受測者在欣賞本次實驗之聖誕樹裝置正面感受，共有 62.3% 的受測者皆填答 5 分，1 分以下為 3.8%；在驚喜程度上，有 54.7% 的受測者填答 5 分，1 分以下為 5.7%；在動感程度的感受上，有 49.1% 的受測者認為 5 分，1 分以下 7.5%；在滿意度上，共有 60.4% 人填答 5 分，填答 1 分為 5.7%。

請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到愉快的程度為？
53 則回應

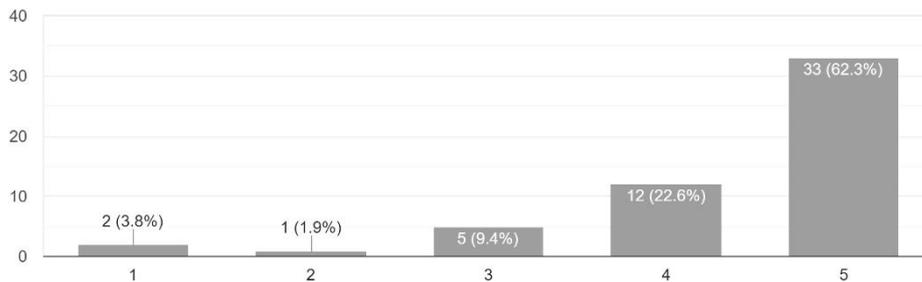


圖 21 | 問卷 3-1 愉悅程度統計直條圖

請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到驚喜的程度為？

53 則回應

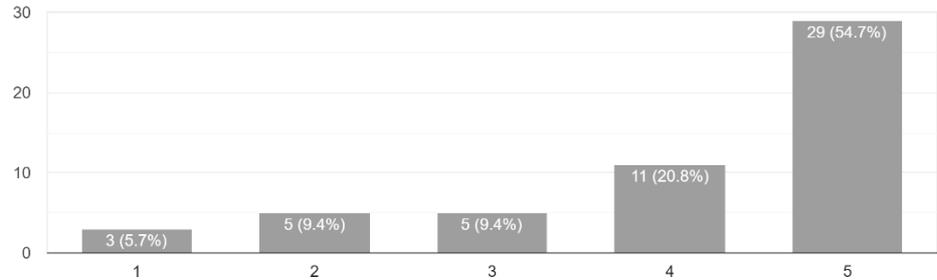


圖 22 | 問卷 3-2 驚喜程度統計直條圖

請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到聖誕樹動感的程度為？

53 則回應

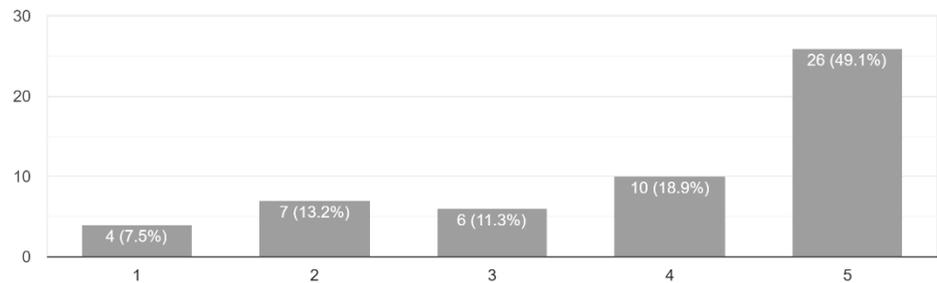


圖 23 | 問卷 3-3 動態程度統計直條圖

對於本次聖誕樹的設計呈現，您的滿意程度為？

53 則回應

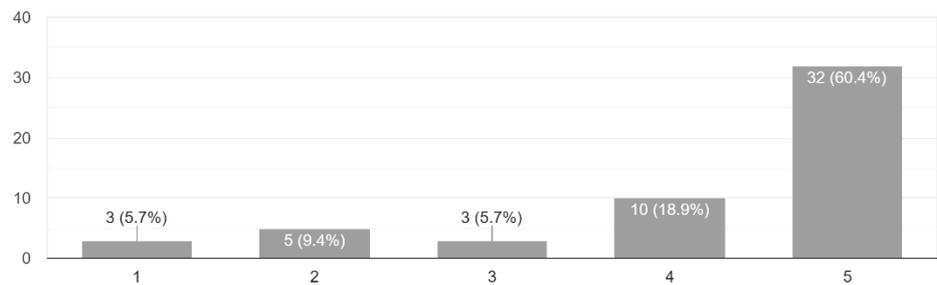


圖 24 | 問卷 3-4 滿意程度統計直條圖

4.3 聖誕樹裝置感受統計分析

本階段即比較所有母群之平均數與某一指定常數間具顯著性差異，利用統計軟體 SPSS 進行單一樣本 T 檢定，將統計結果進行分析後之平均數為判定意象感受之指標，由 1 至 5 的形式呈現。運算呈現之平均值將對應各轉換數值之感受程度，如：

當平均數小於 3 時，其意象感受偏向左側，數值越小，感受程度越大；反之，平均數大於 3 時，意象感受偏向右側感受。

表 3 | 單一樣本 T 檢定彙整表

| 題項 | 1 | SD | t | p | M |
|---------------------------|----|-------|--------|---------|------|
| 色彩部分 | | | | | |
| 請問您看見的裝置其色彩豐富程度如何 | 53 | .904 | 11.098 | .000*** | 4.38 |
| 請問您在移動時觀看時覺得顏色的變化如何 | 53 | 1.144 | 6.366 | .000*** | 4.00 |
| 請問您在移動觀看時覺得色彩的順暢程度如何 | 53 | 1.075 | 8.049 | .000*** | 4.19 |
| 動態部分 | | | | | |
| 請問您在移動觀看時覺得動態的效果如何 | 53 | 1.270 | 5.514 | .000*** | 3.96 |
| 請問您在移動觀看時覺得動態的表現清楚程度如何 | 53 | 1.224 | 6.171 | .000*** | 4.04 |
| 觀看感受度部分 | | | | | |
| 請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到愉快的程度為? | 53 | 1.004 | 9.984 | .000*** | 4.38 |
| 請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到驚喜的程度為? | 53 | 1.244 | 6.402 | .000*** | 4.09 |
| 請問在現場欣賞聖誕樹時，您感到聖誕樹動感的程度為? | 53 | 1.354 | 4.768 | .000*** | 3.89 |
| 對於本次聖誕樹的設計呈現，您的滿意程度為? | 53 | 1.241 | 6.972 | .000*** | 4.19 |

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

由單一樣本 T 檢定之顯著性 ($p < .05$) 結果繪製折線圖 (圖 25)，從圖 25 可了解各項感受之分布，整體問卷結果顯示受測者感受較偏向右側。受測者對於聖誕樹裝置於「單調-豐富」的語對間偏向豐富的感受 ($M = 4.38$)、對於顏色變化 ($M =$

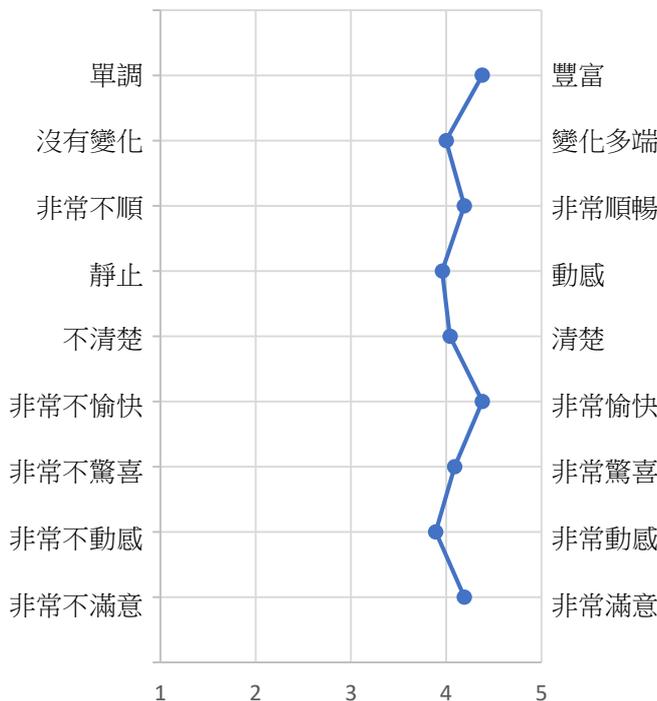


圖 25 | 統計結果折線圖

4.00) 及順暢程度 (M = 4.19) 也有相對好的反應；在產生動態感的感受上，於「靜止-動感」、「不順暢-順暢」兩組語對間感受偏向動感 (M = 3.96)、清楚 (M = 4.04)；第三部分針對本次參與聖誕樹裝置動態表現的觀看感受度、互動感進行調查，可以看出受測者在欣賞本次實驗之聖誕樹裝置在正面回饋，能夠感到愉快 (M = 4.38)、驚喜 (M = 4.09)，在動感題項的結果與動態效果接近，偏向動感 (M = 3.89)，整體滿意度也有正向的反應 (M = 4.19)。

接著，將各題項表現對應受測者基本資料進行單因子變異數分析 (One-way ANOVA)，經由顯著性判斷，顯示對應年齡、身高、現場視力狀況、填寫時間之基本資料大多數並無明顯 (p 值 $< .05$)。但在所有題項對應中，可以看見距離因素的組別相較於其他組別的對應，有較多題項在統計上有顯著的差異 (表 4)。

表 4 | 各項基本資料對應組間之單因子變異數分析

| 年齡 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F | 顯著性 |
|-----------|--------|-----|-------|-------|------|
| 裝置其色彩豐富程度 | 5.638 | 4 | 1.410 | 1.838 | .137 |
| 顏色變化 | 8.899 | 4 | 2.225 | 1.807 | .143 |
| 色彩順暢程度 | 10.972 | 4 | 2.743 | 2.679 | .043 |
| 動態效果 | 7.087 | 4 | 1.772 | 1.107 | .364 |
| 動態表現清楚程度 | 7.029 | 4 | 1.757 | 1.190 | .327 |
| 愉快的程度 | 1.600 | 4 | .400 | .378 | .824 |
| 驚喜程度 | 3.314 | 4 | .828 | .515 | .725 |
| 動感程度 | 7.858 | 4 | 1.965 | 1.078 | .378 |
| 滿意度 | 7.960 | 4 | 1.990 | 1.324 | .275 |
| 身高 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F | 顯著性 |
| 裝置其色彩豐富程度 | .975 | 3 | .325 | .384 | .765 |
| 顏色變化 | .522 | 3 | .174 | .126 | .944 |
| 色彩順暢程度 | .247 | 3 | .082 | .067 | .977 |
| 動態效果 | 6.058 | 3 | 2.019 | 1.271 | .295 |
| 動態表現清楚程度 | 3.758 | 3 | 1.253 | .828 | .485 |
| 愉快的程度 | 1.642 | 3 | .547 | .528 | .665 |
| 驚喜程度 | 10.084 | 3 | 3.361 | 2.338 | .085 |
| 動感程度 | 4.843 | 3 | 1.614 | .874 | .461 |
| 滿意度 | 2.147 | 3 | .716 | .450 | .719 |
| 視力狀況 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F | 顯著性 |
| 裝置其色彩豐富程度 | .679 | 2 | .339 | .406 | .668 |
| 顏色變化 | 2.129 | 2 | 1.065 | .808 | .451 |
| 色彩順暢程度 | 1.128 | 2 | .564 | .478 | .623 |
| 動態效果 | .657 | 2 | .328 | .197 | .822 |
| 動態表現清楚程度 | 2.407 | 2 | 1.203 | .797 | .456 |
| 愉快的程度 | 2.011 | 2 | 1.005 | .997 | .376 |
| 驚喜程度 | .885 | 2 | .442 | .278 | .759 |
| 動感程度 | 4.271 | 2 | 2.135 | 1.173 | .318 |
| 滿意度 | 3.539 | 2 | 1.770 | 1.155 | .323 |

續表 4 | 各項基本資料對應組間之單因子變異數分析

| 受測時間 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F | 顯著性 |
|-----------|--------|-----|--------|--------|------|
| 裝置其色彩豐富程度 | 2.770 | 2 | 1.385 | 1.745 | .185 |
| 顏色變化 | .103 | 2 | .052 | .038 | .963 |
| 色彩順暢程度 | 1.097 | 2 | .549 | .465 | .631 |
| 動態效果 | 3.028 | 2 | 1.514 | .936 | .399 |
| 動態表現清楚程度 | 1.218 | 2 | .609 | .397 | .674 |
| 愉快的程度 | 3.215 | 2 | 1.607 | 1.632 | .206 |
| 驚喜程度 | 3.362 | 2 | 1.681 | 1.089 | .344 |
| 動感程度 | .305 | 2 | .152 | .080 | .923 |
| 滿意度 | 5.574 | 2 | 2.787 | 1.869 | .165 |
| 距離 | 平方和 | 自由度 | 均方 | F | 顯著性 |
| 裝置其色彩豐富程度 | 1.981 | 2 | .991 | 1.224 | .303 |
| 顏色變化 | 10.329 | 2 | 5.164 | 4.477 | .016 |
| 色彩順暢程度 | 2.378 | 2 | 1.189 | 1.030 | .365 |
| 動態效果 | 28.001 | 2 | 14.001 | 12.518 | .000 |
| 動態表現清楚程度 | 16.597 | 2 | 8.298 | 6.766 | .003 |
| 愉快的程度 | 4.392 | 2 | 2.196 | 2.285 | .112 |
| 驚喜程度 | 19.093 | 2 | 9.547 | 7.770 | .001 |
| 動感程度 | 22.577 | 2 | 11.289 | 7.759 | .001 |
| 滿意度 | 12.518 | 2 | 6.259 | 4.630 | .014 |

再以 Duncan 法進行事後檢定可看出有幾項數據可被運算出同質子集，但依舊並無明顯差異。如年齡因素與所有題項的對應中，與色彩順暢程度上有些微差異（表 5）。在身高因素對應驚喜程度題項上，也和身高與其他題項對應有較明顯的不同，但在表 6 中可看見子集 1 顯著性達 1。推測是因為在本次實驗中，身高 181 以上的樣本數僅有 3 人，樣本數不足而導致此檢測結果。

表 5 | 年齡因素對應色彩順暢程度

| | | 色彩順暢程度 | | |
|----|-------|--------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 年齡 | 19-22 | 16 | 3.63 | |
| | 26-30 | 5 | 3.80 | 3.80 |
| | 41-50 | 13 | 4.31 | 4.31 |
| | 31-40 | 9 | 4.56 | 4.56 |
| | 23-25 | 10 | | 4.80 |
| | 顯著性 | | .079 | .059 |

表 6 | 身高因素對應驚喜程度

| | | 驚喜程度 | | |
|----|---------|------|-------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 身高 | 181 以上 | 3 | 2.33 | |
| | 151-170 | 30 | | 4.17 |
| | 171-180 | 18 | | 4.22 |
| | 131-150 | 2 | | 4.50 |
| | 顯著性 | | 1.000 | .703 |

在距離因素的對應上，雖然在單因子變異數分析中有多項題目顯示有顯著性，但以 Duncan 法進行事後檢定卻並未顯示顯著性（表 7 至表 12），本研究嘗試以 Scheffe 再次進行事後檢定，雖顯著性有些許不同，但結果仍並無明顯（ p 值 $< .05$ ）（表 13 至表 16）。對此，推測是因為樣本數不足以至於樣本間差異並不清楚，或是組別間的差異量不足導致此結果。雖事後檢定未達顯著性，但根據檢定結果仍可以看出，距離刺激物 3 公尺內的受測者相較於距離刺激物 10 公尺外的受測者而言，所感受到的動態與色彩效果相對較低的趨勢。

表 7 | 距離因素對應顏色變化

| Duncan 法 | | 顏色變化 | | |
|----------|--------|------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.61 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.13 | 4.13 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.59 |
| | 顯著性 | | .213 | .265 |

表 8 | 距離因素對應動態效果

| Duncan 法 | | 動態效果 | | |
|----------|--------|------|------|-------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.32 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.13 | |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.94 |
| | 顯著性 | | .053 | 1.000 |

表 9 | 距離因素對應動態表現清楚程度

| Duncan 法 | | 動態表現清楚程度 | | |
|----------|--------|----------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.57 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.00 | 4.00 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.82 |
| | 顯著性 | | .317 | .058 |

表 10 | 距離因素對應驚喜程度

| Duncan 法 | | 驚喜程度 | | |
|----------|--------|------|-------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.54 | |
| | 10 公尺內 | 8 | | 4.50 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.82 |
| | 顯著性 | | 1.000 | .449 |

表 11 | 距離因素對應動感程度

| Duncan 法 | | 動感程度 | | |
|----------|--------|------|-------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.29 | |
| | 10 公尺內 | 8 | | 4.25 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.71 |
| | 顯著性 | | 1.000 | .328 |

表 12 | 距離因素對應滿意度

| Duncan 法 | | 滿意度 | | |
|----------|--------|-----|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.75 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.38 | 4.38 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.82 |
| | 顯著性 | | .166 | .318 |

表 13 | 距離因素對應動態效果

| Scheffe 法 | | 動態效果 | | |
|-----------|--------|------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.32 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.13 | 4.13 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.94 |
| | 顯著性 | | .150 | .141 |

表 14 | 距離因素對應動態表現清楚程度

| Scheffe 法 | | 動態表現清楚程度 | | |
|-----------|--------|----------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.57 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.00 | 4.00 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.82 |
| | 顯著性 | | .603 | .162 |

表 15 | 距離因素對應驚喜程度

| Scheffe 法 | | 驚喜程度 | | |
|-----------|--------|------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.54 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.50 | 4.50 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.82 |
| | 顯著性 | | .085 | .749 |

表 16 | 距離因素對應動感程度

| Scheffe 法 | | 動感程度 | | |
|-----------|--------|------|------|------|
| | | N | 子集 1 | 子集 2 |
| 距離 | 3 公尺內 | 28 | 3.29 | |
| | 10 公尺內 | 8 | 4.25 | 4.25 |
| | 10 公尺外 | 17 | | 4.71 |
| | 顯著性 | | .123 | .617 |

⑤ 結論

大型戶外裝置通常受限於環境條件限制與預算的範圍，故多以靜態形式進行表現，而在現有條件下創造出令人耳目一新的作品，是長期執行實務案例中亟欲突破的挑戰。本研究旨在探究觀眾對於大型裝置之動態視覺位移與動態表現的感受，企圖嘗試較大面積之尺寸、原先技法之色彩原理、實際材質的應用表現，探討觀者對無遮罩疊紋應用於大型裝置上是否能產生動態效果，以及相關效果對於觀者產生的知覺回饋。經問卷調查結果可以看出，受測者對於大尺寸裝置上使用無遮罩疊紋之動態表現效果反應是良好的；在問卷其他建議與回饋的部分也有收到正向回饋，如：「很有特色 希望可以見到更多提升市容的作品」、「覺得這次的聖誕樹非常的新穎，跟其他地方的聖誕樹型態不太一樣，希望團隊可以繼續在聖誕樹上嘗試更多不同的視覺型態，很期待！」、「這顆聖誕樹有別以往手法，使白天與晚上都呈現不一樣的風味，真的很特別，為台南增添風采。」、「白天的聖誕樹有銀樹的感覺，再加上走動時能感受的色彩的彩色動態感，真的好酷！希望明年的越來越酷！」。當然也有其他回饋如：「近看好看遠看有點單調無味」、「近看有點黯淡」等。而根據問卷統計結果中顯示，距離刺激物 10 公尺外的受測者所感受到的動態與色彩效果相對較高的趨勢。並且受測者對於聖誕樹的色彩、動態、滿意度的感受平均落於四分左右，顯示受測者對於聖誕樹感受偏向正向。

整合色彩邊際效應、周邊飄移錯覺，的確能有效地讓動態影像成像對於觀者產生顯著成效，但是觀看距離或許也需要相對的拉遠才能讓觀者獲得更佳的改善。本次研究結果讓受測者有正向回饋以及感到驚喜與期待外，亦對於節省資源有一定的作用。使用無遮罩疊紋應用至大型城市裝置中，可以於不增加其他動能的前提下，跳脫現有框架進階呈現視覺動態效果，突破疊紋動畫在色彩運用表現與實物操作技術尺度之展現。透過本研究成果整合視覺設計原理與大尺度應用探討，期待未來能夠更進一步探討無遮罩疊紋應用於大型裝置時是否可以產生傳統疊紋般圖像上的變化，進而擴展視覺設計的發展範疇，更使其具有廣泛的市場應用性，也能夠成為產業應用上的新契機。

⑥ 誌謝

本研究特別感謝國科會專題研究計畫（NSTC:111-2410-H-224-028）、臺南市政府觀光旅遊局在研究中給予極力的協助與支持。

參考文獻

- Berthier, A. (1896). Fonctionnement d'une photographie en relief à réseau ligné. *Le Cosmos*, mai 1896, p. 229.
- Fraser, A., & Wilcox, K. J. (1979). Perception of illusory movement. *Nature*, 281(5732), 565-566.
- Gustafsson, M. G. (2000). Surpassing the lateral resolution limit by a factor of two using structured illumination microscopy. *Journal of Microscopy*, 198(2), 82-87.
- Kitaoka, A. (2002). 北岡明佳の錯視のページ. Retrieved March 15, 2023, from <https://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/#allpage>
- Kitaoka, A. (2003). Rotating snakes. Retrieved from <https://www.psy.ritsumei.ac.jp/akitaoka/rotsnakee.html>
- Kitaoka, A., & Ashida, H. (2003). Phenomenal characteristics of the peripheral drift illusion. *Vision*, 15(4), 261-262.
- Kitaoka, A. (2006). The effect of color on the optimized fraser-wilcox illusion. *The 9th L'ORE'AL Art and Science of Color Prize*, 1-16.
- Oster, G., & Nishijima, Y. (1963). Moiré patterns. *Scientific American*, 208(5), 54-63. Retrieved February 3, 2023, from <http://www.jstor.org/stable/24936147>
- 王雲霞、吳衛（2013）。北岡明佳運動錯視作品的表現方式。《包裝學報》，5(4)，52-55。
- 黃雅玲、范姜沛妤（2022）。色彩運用於無遮罩式疊紋動態效果之研究。2022 ICWVCD 視覺傳達設計國際研討會。
- 郭芷廷（2021）。「顯像」- 點構成疊紋動畫創作研究（未發表的碩士論文）。國立雲林科技大學視覺傳達設計系碩士論文，雲林縣。
- 黃詩珮（2005）。錯視圖形構成視覺動態之研究（未發表的碩士論文）。崑山科技大學碩士論文，臺南市。