

構圖方向與立體影像深度知覺關係探討

Studying the Depth Perceptual Relationship Between Composition Directionality and 3D Image

黃雅玲 Ya-Ling Huang

崑山科技大學視覺傳達設計系 講師

Lecturer/Dept. of Visual Communication Design

Kun Shan University of Technology



摘 要

本研究為瞭解立體影像的構圖方向性，利用八種方向之刺激物構圖，針對 50 名科技大學設計學院的學生，進行立體影像方向性之試驗。其試驗結果以多變量分析及卡方檢定進行結果分析各刺激物之立體影像之方向性。研究結果顯示，深度視覺區域與相關知覺研究結果大致相同，構圖的中央位置通常在視覺深度區域的辨識性較強，當刺激物圖形分別安排為 0 度、45 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度與 315 度等八張具方向性的刺激物圖形，透過 50 位受測者的觀看後發現，當構圖加入方向性的因素後，立體影像的表現是十分容易被觀看出來的，顯示具方向性的構圖為立體影像表現上極為重要的考慮因素，這也將成為未來相關視覺應用教學上有所必要注意的構圖因素。

關鍵字：立體影像、構圖、方向性、深度視覺

Abstract

This study attempts to understand the compositional directionality of 3D images. It is done by using stimulus compositions with eight types of directionality to test the 3D image direction perceptions of 50 design students at AH University of Technology. The results were analyzed via ANOVA assays and Chi-Square test assays to determine the 3D image directionality of each types. The findings indicate that the zone of depth perception was generally the same as that found in other relevant perceptual research. The central position in a composition was usually strongly identifiable in the zone of depth perception. When eight stimulus images with respective directionality of 0 degree, 45 degree, 90 degree, 135 degree, 180 degree degree, 225 degree, 270 degree, and 315 degree were shown to the 50 respondents, it was found that the 3D image was easy to perceive when directional elements were added to the composition. This suggests that when directional compositions are expressed as 3D images, the directionality becomes an important factor in perceiving the 3D image. Based on the study's conclusion, future teaching of relevant visual applications may need to place more attention on directionality as an aspect of composition.

Keywords: 3D images, compositions, directionality, depth perception

研究動機

立體影像發展的軌跡呈現了現今影像發展的趨勢，然而在視覺應用相關領域的教學仍以平面影像規範為主，主要因素是現有的圖像表現原則，受到幾何透視學所發展出的空間、立體表現法則的影響，立體感的構圖原則得以建立出來（陳秋瑾，1989）。然而透過幾何透視學所表現出的「模擬」立體影像，並不代表可以表現出真正具三次元空間的立體影像，立體影像應是具有深度視覺的表現特徵，觀者會因其觀看角度或構圖因素的影響，對於立體影像的深度產生不同深度視覺範圍的差異，但因現今在視覺藝術教育中，仍多以平面影像教學為主，立體影像這部分相關的研究才剛開始建立，屬於立體影像特質的表現原則仍有待建立，以便未來提供視覺應用教育之教學原則，才能讓立體影像的發展由科學家們進行開發成像的各種媒材，得以在視覺應用的基礎下，有更完整的表現邏輯與方法。

自從 1838 年 Wheatston 利用兩片獨立的觀片箱，找出操作立體影像的方式後，即開啓了立體影像的發展年代，隨著立體影像成像的「秘密」被 Wheatston 破解後，二十世紀初，立體影像的成像技術上，隨即因應立體影像的印刷需求，發展出光柵欄（lenticules）的技術，讓立體影像與印刷技術進行結合（謝俊國，2003）。Julesz 博士在六零年代開始，利用電腦運算的方式發展出隨機點立體圖（random dot stereograms），立體影像的呈現跨出傳統立體攝影形式。同一時期，許多科學家不斷的加入立體影像相關研究，例如紅藍立體鏡（anaglyphs）的發明，開始了立體影像與視訊影像結合的機會。也由 Wheatston 立體鏡系統開始，發展出許多不同的立體影像呈現技術，六零年代的虛擬實境（virtual reality）研究便是從這基礎開始（Briggs，2001；Benton，2001）。六零年代末一直到九零年代，立體影像的發展有了重大突破，這個重大突破開始於 Dennis Gabor 從電子顯微鏡中發現了具三次元影像開始，Gabor 發展出所謂的全像術（hologram），這可以說是影像呈現三次元表現的最佳媒材（Benton，2001；Benyon，1997；Popper，1993）。立體影像的發展從二十世紀中期開始即不斷的進行，直到今日科學家們對於立體影像的表現，已從過去利用觀看媒介產生虛擬影像應用的虛擬實境（virtual reality），開始朝向結合實體物件與虛擬影像間的表現，這種更為貼近真實影像的應用被稱為擴增實境（augmented reality），美國麻省理工學院與華盛頓大學的媒體實驗室均將立體影像的表現、應用與感受等發展視為未來影像表現的新趨勢

(Benton, 2001), 由此可見, 立體影像在未來影像表現的發展上將是非常重要的
一環。

反觀視覺藝術領域對於立體影像相關的研究, 一直到近年來才逐漸受到視
覺藝術教育與相關視覺設計者的重視, 這將是視覺藝術教育中需急起直追的部分
(Manovich, 2001)。三維視覺化 (three-dimensional visualization) 是空間能力
之中相當重要的一種能力, 這是一種能將平面的圖形表徵, 轉換為立體圖形的能
力。而這樣的空間推演能力對許多不同學科的學習上扮演重要的角色。三維視覺
化能力的建立是可以藉由學習來增強 (Saunderson, 1973; DeBono, 1976; Lord,
1985; Rochford, 1987; Tuckey et al., 1991)。利用立體影像幫助學生學習三維
空間的立體結構圖, 是一種有效的教學方法, 在許多教學中常利用三維的立體圖
來協助教學, 但在教育領域的專家指出, 若是利用立體模型進行教具製作其最大
的缺點便是搬運不便, 且往往因立體模型體積過大或製作費時費工, 並無法有效
的利用, 這些研究均指出, 克服傳統立體模型的最佳媒介便是使用立體影像的表
現, 但立體影像的表現則有待相關視覺應用領域的人進行進一步發展 (Chang,
1976; Gelbard, 1976; Hayman, 1977; Trindade, Fiolhais & Almeida, 2002),
例如, 立體影像的表現如何適時的、適當的表現等, 則有賴視覺設計者或視覺設
計教育者建立有效的表現原則。日本商品學研究學會於 2000 年發表了關於未來
設計趨勢報告, 其中提到二十一世紀將架構於二十世紀所發展的知識上, 在二十
一世紀, 這些知識將幫助設計者找到並喚醒可能遺忘已久的知覺, 並將知覺的特
性用於設計當中 (商品學研究會, 2002), 這亦將成為未來重要的設計趨勢。

視覺當中的立體視覺 (stereo vision) 或稱之為深度知覺, 一直是人類存在的
的視覺本能 (張春興, 1995)。在文藝復興時期開始發展的幾何透視學成為視覺
圖像表現空間的方式後, 人們利用光線、陰影與透視點呈現空間概念, 似乎成為
影像深度與立體表現的唯一形式。然而事實上, 影像可稱為是一個二次元空間的
表現, 它並未呈現出真正自然的視覺狀況, 三次元空間的知覺透過立體鏡
(stereoscope), 利用雙眼視差 (binocular disparity) 進行結合 (張春興, 1995),
才能見到真正擬真的深度視覺影像, 這個部份將是探討立體影像表現時最重要
的一個開端。

如此看來, 過去在視覺藝術相關教育當中, 單純的以二次元影像範圍所呈現
出的平面影像表現規則, 並不全然適用於具三次元空間影像呈現的立體影像當
中, 如何建立三次元影像表現時所需考慮的相關因素, 並成為未來視覺教育教學

當中，成爲立體影像表現的一些原則，則成爲延續各種立體影像成像研究後，最迫切需要建立的部分。

黃雅玲與伊彬（2004）的研究中指出，不同的構圖方式，對於深度視覺辨識區域的確造成影響。因此在本研究中將進一步探討構圖中的方向性處理，對於立體影像深度知覺的關係，找出構圖中方向性對於立體影像表現上的影響，以便由構圖因素爲起點，建立立體影像表現上更完整的法則。

文獻探討

立體影像原理探討

立體視覺的構成是多樣且複雜的，當中包含了視覺知覺與光影、色彩、大小等等諸多的因素與關係（孟慶茂、常建華，2000）。人類的視覺之所以看到立體的世界，除了因爲視網膜映像之外，雙眼結構在感知物體的過程中，透過單眼線索與雙眼線索的視覺過程，讓我們感知出物體或空間的深度。在三度空間當中，藉由左、右各一的眼睛來觀看與感知影像不同的距離與角度，進而利用雙眼融合的效果，讓左、右眼所個別感知的物件於大腦進行影像的融合，這是深度視覺產生的基本原理。這個看到物體深度與空間的過程便稱爲立體視覺（stereo vision）（Brewster，1856）。對於深度空間甚至於立體影像的觀看主要來自於兩種視覺知覺線索—單眼線索（monocular cues）與雙眼線索（binocular cues）（張春興，1995），單眼線索中如線性透視、大小線索、重疊線索、明暗線索等等，事實上便是文藝復興時期發展出的幾何透視學的基本依據（陳秋瑾，1989，Nakayama & Shimojo，1990），也因爲幾何透視學的表現原則，在近 300 年來，視覺藝術的表現原則亦脫離不出單眼線索下的立體感表現。真正將雙眼線索中的輻輳原理與雙眼像差（binocular parallax）運用至真正具有深度表現的立體影像始於 18 世紀末，科學家 Wheatston 發明了利用立體鏡觀看圖片後，立體影像的發展才有了重要的開始（Darrah，1997）。

早在 1958 年 Panumarea 的研究中即發現雙眼視覺中產生單一影像時，刺激物並不一定落在視網膜的絕對對應點上，只要是刺激物落在視網膜的對應點周圍即可行程單獨的影像，這個對應的視覺區域便稱爲潘諾區（孟慶茂、常建華，2000）。通過立體鏡即可說明潘諾區的存在，也就是說，兩眼看到的是個別的單像而不是

雙像，當兩圖像間的差別不大時，雙眼融合的現象便會產生，進而出現了立體知覺的視覺結果。(孟慶茂、常建華，2000)。立體視覺通常存在或發生於以雙眼觀看立體的物件，對於平面影像來說，雙眼像差被當作在二度空間中建立深度幻覺表現的基礎，其原理是，模擬兩眼距離拍攝出的兩張畫面，使雙眼僅能看到相對應的圖片時，觀者便彷彿從平面的圖像中看到了第三度空間(張春興，1995；Nakayama & Shimoho，1990；Häkinen & Nyman，1996)。透過相關的研究顯示，經由雙眼視覺的融合後，平面圖像或影像的中央區域，也就是視覺的正前方為深度視覺較為明顯的範圍(Anderson & Nakayama，1994；王欣平等 1997)，對於多義性或無透視概念的重複性圖像(ambiguous wallpaper patterns)，雙眼視覺的融合出現於兩眼的中間範圍，並突出或凹陷於背景當中(Julesz & Chang，1996；Anderson & Nakayama，1994)，這樣的研究成果也為立體影像的視覺設計應用建立的清晰的知覺理論系統。然而有趣的是，透過視覺表現的操弄，立體影像中最具深度的立體視覺區域是可以透過構圖的改變而有別於過去心理學家的研究，這也為立體影像在視覺設計或視覺藝術領域的研究中開啓了一道門，這代表著，若是視覺藝術或視覺設計教育中加入的立體影像的研究，立體影像的表現將會突破過去科學技術性的研究，將會在美學或視覺應用原則下加入了更多視覺表現的生命力。

既然立體視覺為人類的本能，立體視覺與視覺應用在結合上如何發展與彙整出具有邏輯或原則等相關的使用原則，是值得視覺藝術與設計教育領域中探討與嘗試的主題。

構圖與立體影像的關聯性探討

在黃雅玲與伊彬(2004)針對多義空間圖像與受測者觀察立體影像成像的視覺區域研究中，顯示出一個不同於過去心理學家的研究成果：構圖的操作與改變，將使得受測者對於畫面當中，深度視覺效果較強烈的區域位置受到改變。該研究中，從 Anderson & Nakayama (1994) 及 Julesz & Chang (1996) 研究中所提到的多義性或無透視概念的重複性圖像進行研究，以 M. C. Escher 的作品中加強多義性或無透視概念的重複性圖像等具創作理念之圖像，作為研究的圖像樣本，這樣的樣本選擇不同於過去 Anderson 等人研究中以單純隨機點或單一幾何圖形的排列使用。黃雅玲與伊彬的結果顯示，多義性或無透視概念的重複性圖像、多面體系列與過去研究成果相似，畫面的中央區域對受測者顯示出較強烈的深度視

覺的感受。而相對性空間系列（多空間或多透視系列，以修雷德（Schröder）階梯圖形為主的表現）的構圖中，顯示出不同的構圖方式，受測者對於深度視覺區域的位置部分亦有不同的反應。

陳俊宏、陳力豪、李傳房（2003）在針對背景漸層角度的改變對於前景立體感知覺程度的研究成果指出，當背景輝度漸變角度改變時，會影響前景圖形的立體知覺，特別是背景漸層角度在0度、90度、180度及270度的條件下，也就是前景以水平或垂直的方式放置，立體知覺更容易產生。由於此研究針對的是在二次元範圍中觀看二次元影像對於三次元錯覺的表現，研究的重點在探討「立體感」的關係，並非進行三次元影像的表現與研究，也就是說尚未利用三次元的立體影像進行設測者的影像觀察，仍需探討當背景漸層角度以立體影像成像方式成像時，結果是否不同於二次元平面影像的觀察。

綜合陳俊宏等人（2003）與黃雅玲與伊彬（2004）的研究結論中顯示出，視覺構圖的形式的確影響了觀者對於多義性圖像深度視覺區域範圍的不同，多義性構圖加入了立體視覺的觀看造成更加多義性的辨識，透過構圖的表現，視覺設計者可以利用此一特性進行立體圖像的表現，甚至在探討錯視圖形時，可利用此一概念發展經過視覺操弄所呈現出來的立體影像之視覺趣味性，或避免使用不適合的立體影像構圖表現。這對於立體影像在視覺設計領域上的應用是一個十分重要的研究結果，但也須再進一步探討，相關構圖表現中對於立體影像在成像效果上的影像因素。

構圖探討

構圖對於圖像的表現上是具有非常重要的地位，它代表的是視覺形式間的和諧（congruence）的表現，而良好的形式設計，可以強有力的表達出觀者所感知的意義和價值。在**美感經驗**（Maquet, 1986/2003）一書中，作者藉由人類學者的角度來探討構圖所代表的意義，正說明了構圖的因素為圖像表現不可忽略的一環。在眾多的構圖概念中，如何在平面的範圍中呈現出三次元的空間表現，也是平面造形領域探討的重點，日本朝倉直巳教授在他有關造形的著作中，為平面造形中如合呈現三次元的方式建立了許多相關的原則，在他的研究中提到，利用斜線、斜投影的方式，疏密的利用，向一點集中，放射狀，包絡線，大小型態與遠近的組合，重疊等構圖關係，另外色彩與質感的表現亦有關聯（朝倉直巳，？/1993）。在朝倉教授的研究中亦說明這些表現法為三次元幻象，這符合過去心理

學研究中所歸納出來中的單眼線索對於立體視覺的構成關係。

Nicholls & Kennedy (1992) 的研究中發現，對於圖像的表達來看，就年幼的兒童是以刺激物的「特徵」來進行圖像表達的準則，但較年的兒童或成人則是以刺激物相關的幾何概念，如刺激物的「方向」或「角度」等作為圖像表達的依據，「方向」的概念對於視覺應用來說是一種最要的表達線索。此外，平面造形的領域中，方向的運用亦可為畫面構圖帶來不同空間次元的視覺感受，線條長度的使用亦可充分發揮方向的功能。不同的方向性構圖亦可以引發觀者不同的情感反應，如垂直方向具有穩重、嚴肅、硬直、權威等特質表現，水平具有安定、寂靜的效果，而傾斜方向則可表現出不安定、不確實，及運動、富有變化等效果，在造形的表達中具有重要的地位（林品章，1994）。

這些的構圖原則中均以二次元影像呈現範圍為主，提到的均是如何在二次元的影像範圍中進行三次元的「擬真」表現，然而，三次元的立體影像之所以具三次元的向度，與二次元影像的差異在於觀看者能真實的看到立體影像的 x 軸、 y 軸與 Z 軸的影像關係，因此在某些二次元影像中所探討的三次元「擬真法」在三次元的構圖中便不再是主要的重點了（Benyon, 1997）。根據「多義空間圖像中立體深度視覺區域研究」結論可以發現，構圖的關係將影響到受測者是否能清楚的觀看的具深度視覺的影像（黃雅玲、伊彬，2004），如何藉由構圖的輔助，讓立體影像的呈現效果，透過視覺藝術表現的操弄獲得更強烈的深度視覺效果，將是未來視覺藝術教育當中所必須進一步探討的部分。

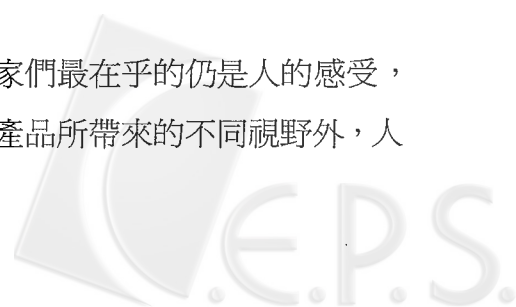
研究假設

本研究延續「多義空間圖像中立體深度視覺區域研究」結論，訂定研究假設：

- 1.不同的構圖方向將影響受測者對於立體影像深度知覺區域範圍的改變。
- 2.具方向性的構圖安排有助於立體影像視覺效果的產生。
- 3.是否曾有過立體影像的觀看經驗與立體影像的辨識無關。

研究預期貢獻

不論科技的發展將有多大的改變與進展，科學家們最在乎的仍是人的感受，身為視覺設計領域的一份子，除了要了解各種科技產品所帶來的不同視野外，人



類的本能仍是設計過程中不可輕忽的一部份。立體影像向來是視覺知覺中重要的一部分，然而對於影像的表現與相關教學當中，仍是以平面影像為主，忽略立體影像具有空間的多次元面向，及視覺深度表現的特質與表現方式，本研究將以構圖的原則出發，探討在具方向性的構圖下，如何善用立體影像的深度視覺表現的特質，呈現出最佳的立體影像表現，這些研究將對於未來視覺藝術教育的發展上能突破過去單一的二次元影像的思維，或三次元影像於二次元上的發展，而能真正的由三次元的空間影像角度來思考視覺藝術與視覺教育的規劃，及立體影像在視覺應中的定位。

研究方法

刺激物設計

在各種構圖元素中，若考慮方向性的搭配或表現時，除了利用單一物體的方向性操作外，漸變(gradation)的表現與方向性的構圖亦可產生有趣的視覺效果。因為漸變的構圖形式可以造成畫面具有律動感，亦可表現出動態的視覺效果，漸變構圖加上方向性的構圖處理將產生出強烈的律動效果。本研究刺激物樣本的製作中，將以線構成的漸變形式為刺激物樣本畫面之主要表現方式，利用不同角度的方向性與構圖方向上的變化。為考慮立體影像的成像因素中線與面的組合為其必要條件，刺激物樣本的製作以具有面的表現之漸變構圖為主。

本研究之刺激物樣本將以最具有安定性的調和數列(harmonic progression)進行漸變形式的安排，利用單純線條的表現呈現出構圖的方向性安排，在200 mm × 200 mm的範圍中以30 mm的單位進行調和級數的變化。以每45度為一單位進行方向性的分配，分別設定為0度、45度、90度、135度、180度、225度、270度與315度等八張具方向性的刺激物圖形，利用繪圖軟體(photoshop)進行刺激物圖像的製作，之後將有所繪製的圖片縮小至70 mm × 70 mm大小之白色列印紙列印，並依立體鏡觀看方式排列，每一個刺激物圖形表現如圖一所示。

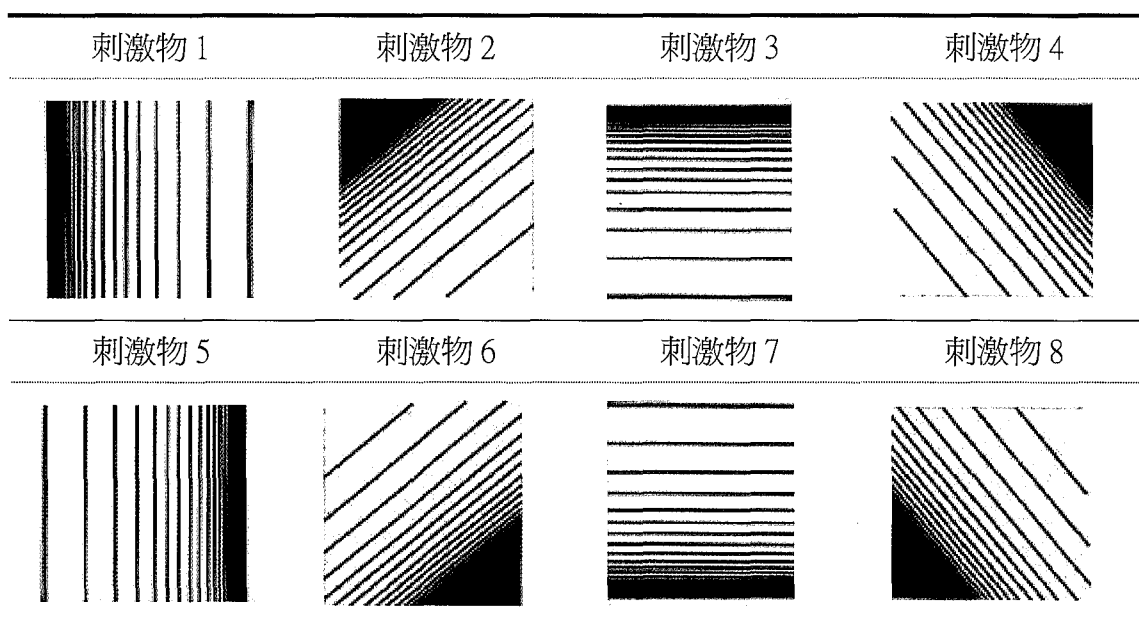


圖 1 刺激物圖形設計

研究設備

刺激物圖片以電腦繪圖軟體（photosho 軟體）繪製樣本圖，將兩相同圖片以 6 度角進行兩影像角度差的移動，以讓兩圖片的中心點相距 7 公分地位置並列放置，利用雷射印表機（HP Laser Jet1200）列印出來。

受測者在光線充足的室內，進行獨立受測，以避免其他不必要的干擾。受測者依隨機的方式觀看這八張刺激物圖片，讓受測者觀看這八張圖片後於問卷中作答。問卷中的圖片依均等份方式畫出九宮格的區塊，並在問卷中畫出八個向度的箭頭（見圖 2），讓受測者觀看刺激物後判別八張刺激物中每一張刺激物圖片的立體影像方向的分配為何，以便進行深度視覺區域的判別，供受測者觀看樣本圖後進行深度視覺區域的勾選。刺激物圖片的觀看透過立體鏡進行，受測者可經由立體鏡觀看到各刺激物圖片的線條，將依不同的方向設定產生出具有深度視覺效果的三次元影像，也就是說此影像將可以看出線條高度與視覺角度間的變化。

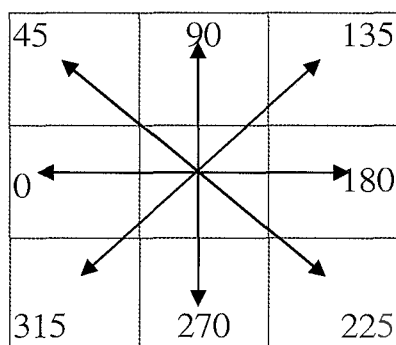


圖 2 問卷中各刺激物圖形之方向判別區域圖

受測對象

本研究受測對象以某科技大學設計學院 50 名學生，其中男生 18 名，女生 32 名。視力以正常或經矯正過後的視力為主，矯正後視力為 0.7-1.0 以上。

統計方法

本研究結果利用統計軟體 SPSS 10.0.7 (2000) 中的多變量分析檢來了解刺激物反應是否受到性別、慣用手、視力、經驗等因子影響，之後並利用卡方檢定進行測定各刺激物中是否有明顯的方向性，卡方檢定中假設每一張刺激物圖形對於受測者在方向性的辨識上的機會均等（出現機率為 1/8）。

結果

受試者 50 人中，男 18 人、女 32 人，其中有 31 人曾有觀看或製作立體影像經驗、有 19 人無立體影像觀看或製作經驗。41 人慣用手為右手、9 人慣用手為左手。視力正常或經矯正後 0.9 以上者 41 人、矯正後視力於 0.6-0.9 有 9 人。經多變量分析後發現除視力因素外，性別、慣用手、經驗與刺激物之方向性並無顯著差異，也就是說，深度視覺區域不會受到性別、慣用手、經驗等因子的影響。但經統計發現，受測者的視力對於刺激物立體影像辨識具有顯著性差異（ $p = 0.004$ ， $p < .01$ ），分析視力結果狀況可能與受測者具有散光等因素有關，但本研究關於正常視力以外部分的樣本數不足，矯正後視力不到 0.9 以上者僅有 9 人，因此視力狀況是否真會影像立體影像的辨識，可以待下一次研究中進行深入的研究，進一步來探討視力的好壞是否會影響立體影像成像上的辨識。

此外，在以往的研究中顯示，受測者的慣用手會對立體視覺辨識上產生差異（黃雅玲、伊彬，2004），雖然說本次的研究中發現，慣用手對於立體影像的深度辨識區域並無顯著性影響，但由於兩次的研究中所使用的刺激物複雜度並不相同，以致難以比較，經由慣用手與立體影像認知的差異之相關研究仍可待日後進行更進一步的探討。

本研究結果經過卡方檢定後得知，八張各具不同向度之方向性的構圖對於受測者而言均產生顯著性差異（ $p < .01$ ），將所彙整資料利用次數分配表進行受測者對於刺激物方向性的辨識分配，受測者對於刺激物 1 的方向辨識分佈以 0 度為主，占受測者人數的 64%，另外有 14% 的受測者認為可以看的出立體影像，但

是無法辨識出立體影像之方向性（圖 3）。刺激物 2 的方向性辨識以 45 度為主，占受測者人數的 72%，其中有 14% 的受測者認為可以看的出立體影像，但是無法辨識出立體影像之方向性（圖 4）。受測者中有 76% 辨識刺激物 3 的方向性辨識為 90 度，有 12% 的受測者認為可以看的出立體影像，但是無法辨識出立體影像之方向性（圖 5）。刺激物 4 中有 64% 辨識為 135 度，有 10% 認為方向性為 315 度，有 12% 的受測者認為可以看的出立體影像，但是無法辨識出立體影像之方向性（圖 6）。刺激物 5 中有 54% 的受測者認為方向為 180 度，有 16% 的受測者認為可以看的出立體影像，但是無法辨識出立體影像之方向性。值得注意的是，受試者對於刺激物 5 有 10% 的受測者無法看出立體影像（圖 7）。刺激物 6 中有 68% 的受測者認為方向為 225 度，有 10% 認為是 45 度（圖 8），刺激物 7 中有 72% 的受測者認為方向為 270 度，有 12% 的受測者認為可以看的出立體影像，但是無法辨識出立體影像之方向性（圖 9）。刺激物 8 中有 78% 的受測者認為方向為 315 度（圖 10）。由次數分析可以清楚的看出，八張刺激物對受測者而言均非常容易看出每個刺激物在具有方向性構圖下的立體深度視覺效果。

除刺激物 4 與刺激物 8 外，其他刺激物均可顯示立體影像之效果與清楚的方向性（圖 11）。統計結果顯示刺激物 4 ($p = .008$) 與刺激物 8 ($p = 0.046$)，雖有較高比例的受測者無法辨識出方向性，但仍可辨識出立體影像的深度。刺激物 4 與刺激物 8 相較其他刺激物較不容易辨識出方向性之可能原因為，刺激物 4 與刺激物 8 的構圖方向正好為斜對角狀態，有可能是刺激物獨立的辨別上較易產生方向的混淆而導致這個狀況，就次數非配圖來看，刺激物 2 與刺激物 6 同為斜對角關係也出現類似不易辨識方向性的狀態，這是否意味著 135 度與 315 度，以及 45 度與 225 度對於受測者的方向辨識會產生辨識上的關係或干擾，這便有待進一步的探討，以便進行立體影像在方向性的表現或觀察者辨識在方向或角度上有更進一步的了解。

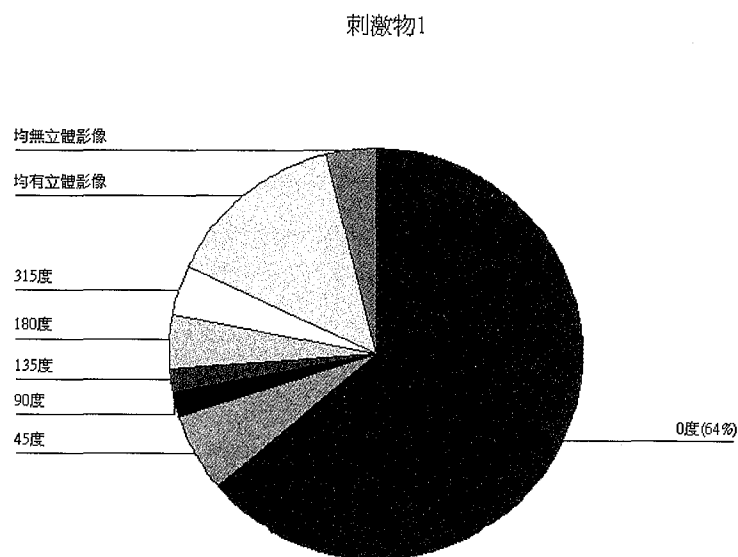


圖 3 刺激物 1 之受測者方向性辨識百分比反應

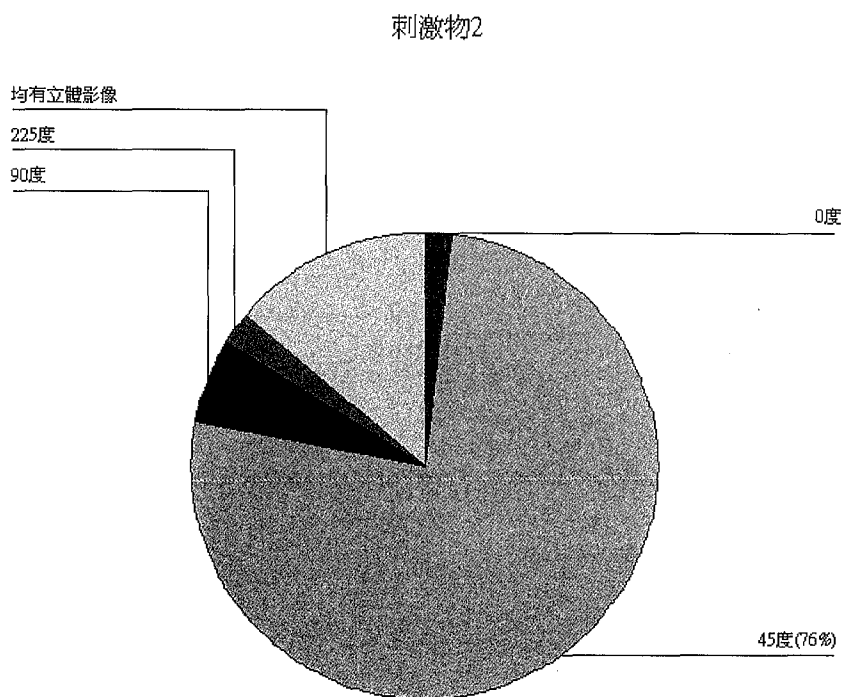


圖 4 刺激物 2 之受測者方向性辨識百分比反應

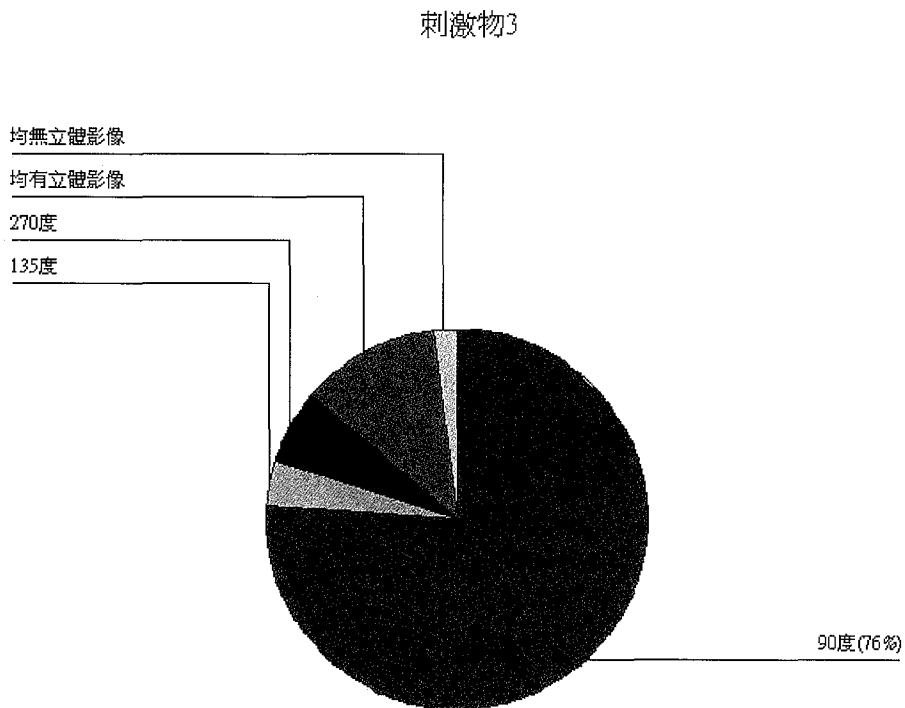


圖 5 刺激物 3 之受測者方向性辨識百分比反應

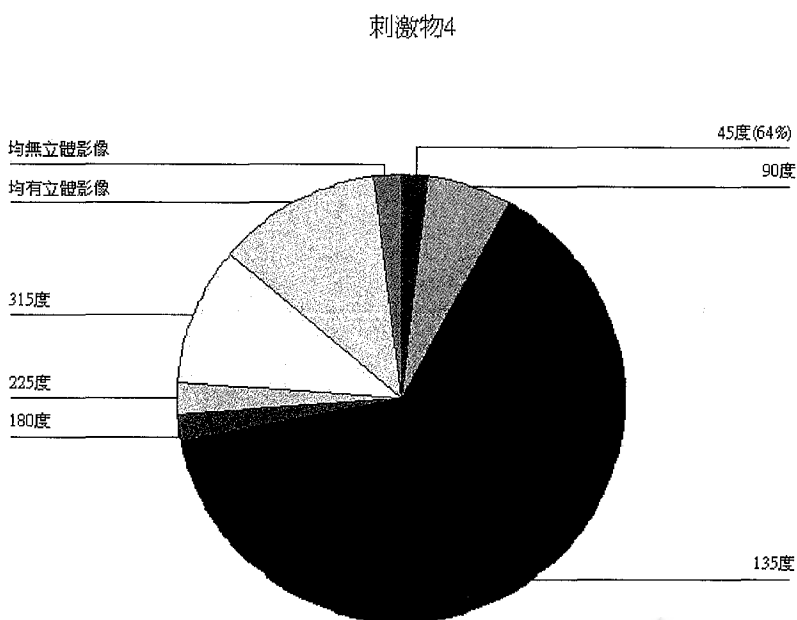


圖 6 刺激物 4 之受測者方向性辨識百分比反應



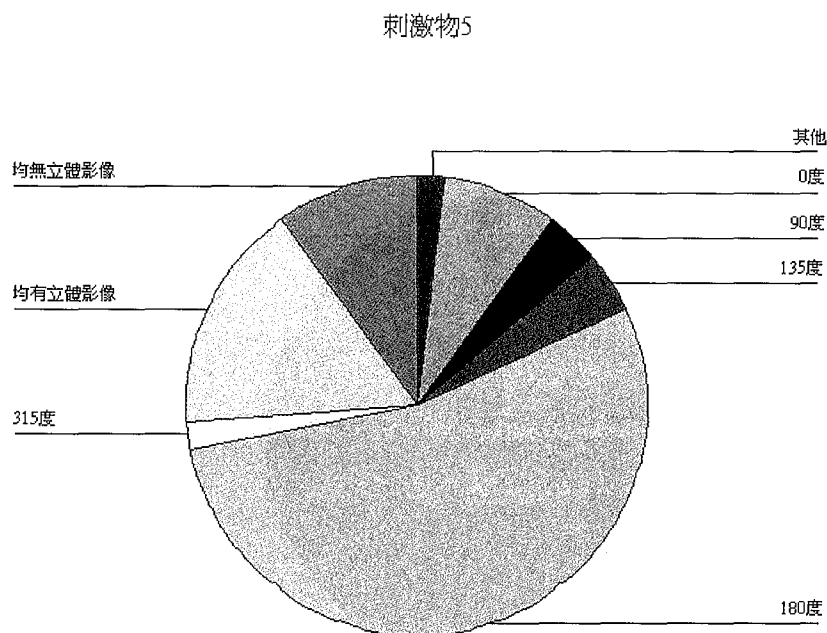


圖 7 刺激物 5 之受測者方向性辨識百分比反應

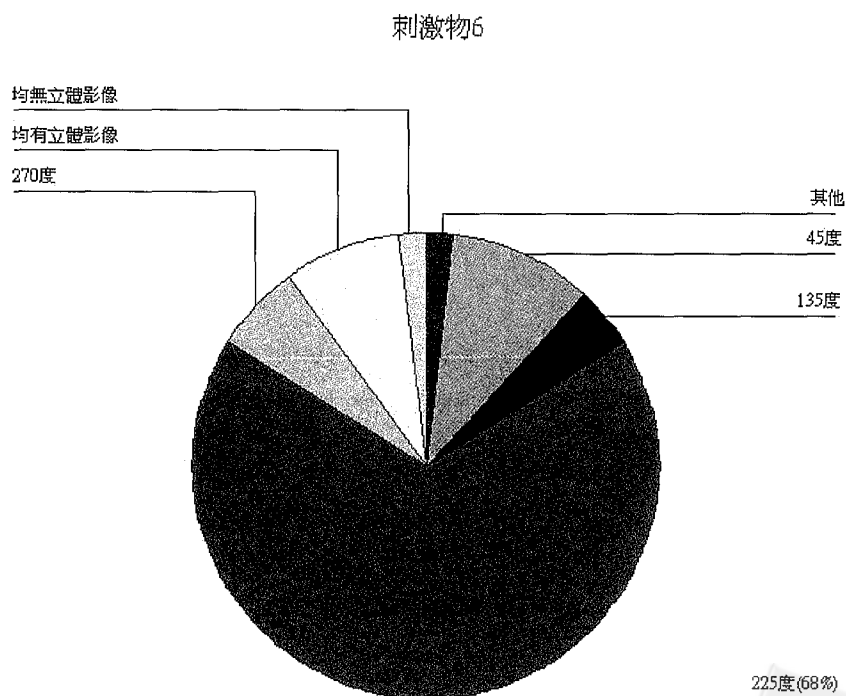


圖 8 刺激物 6 之受測者方向性辨識百分比反應



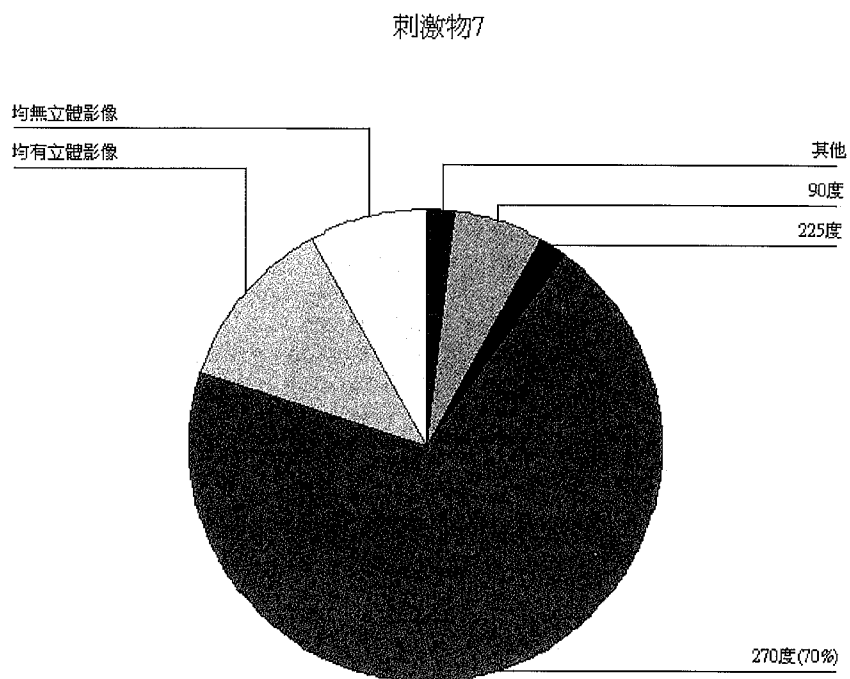


圖 9 刺激物 7 之受測者方向性辨識百分比反應

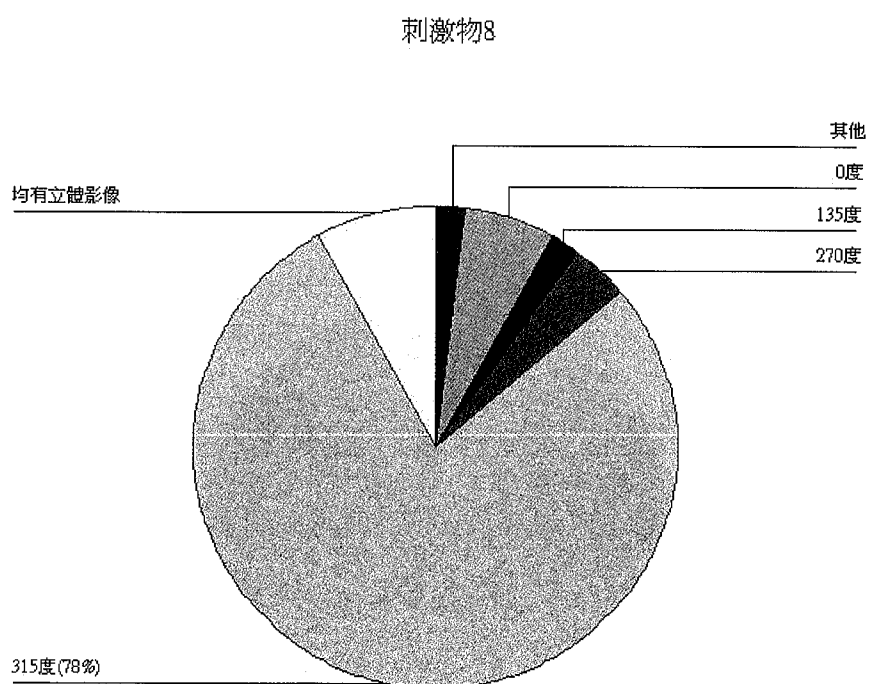


圖 10 刺激物 8 之受測者方向性辨識百分比反應

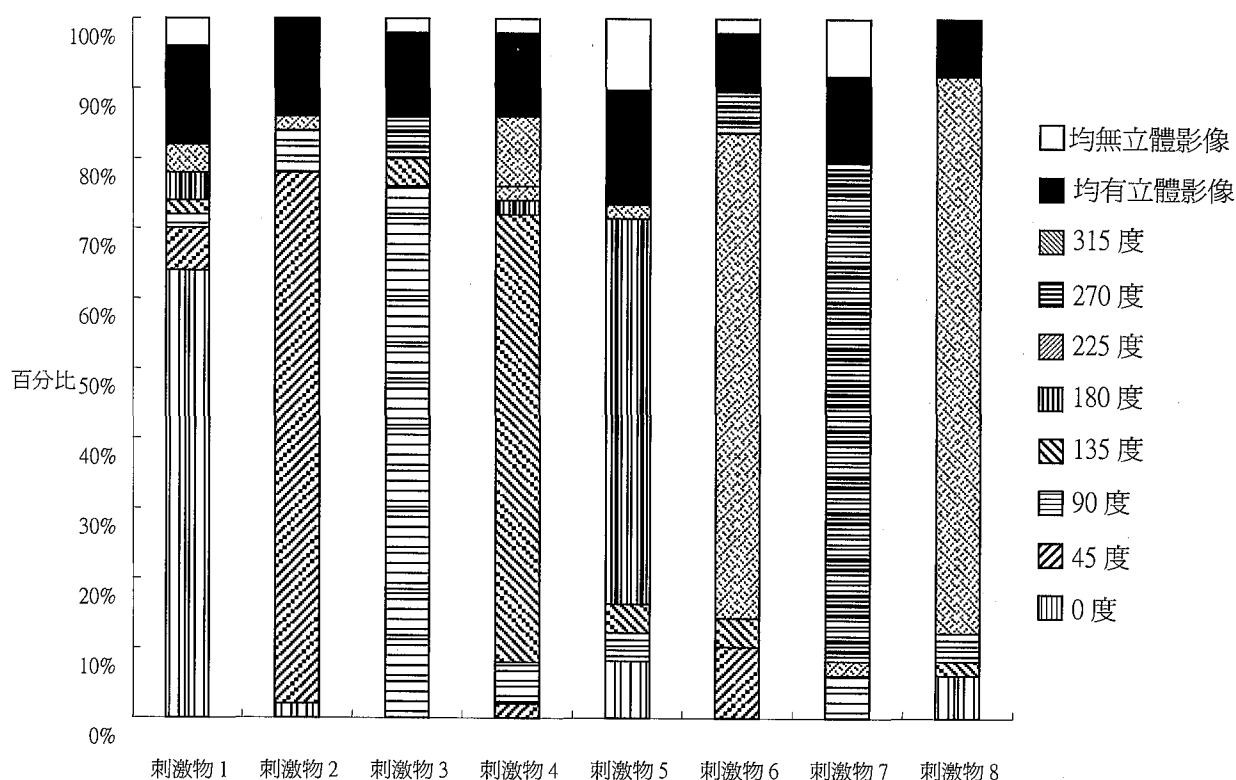


圖 11 各刺激物間方向性說明

相較於陳俊宏等人（2003）的研究中顯示，在二次元環境下顯示出三次元的影像狀態時，當背景漸層角度在 0 度、90 度、180 度及 270 度的條件下，立體知覺更容易產生比 45 度、135 度、225 度與 315 度更容易產生，在陳俊宏等（2003）的研究建議中亦建議 0 度、90 度、180 度及 270 度的背景是最適合進行立體感的表現。但本研究直接利用三次元立體影像來觀察，當構圖加入了方向性的操弄後，0 度、45 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度與 315 度等八張具方向性的刺激物圖形，對於受測者的觀察結果顯示，受測者均可清楚的辨識出立體影像深度，且立體影像的視覺區域與刺激物的方向性一致，雖然陳俊宏等（2003）的研究是以二次元範圍影像為主，但本次研究結果可以發現，利用立體影像的表現，可以減少一些表現上的限制，垂直水平或是斜角、對角等因素均不易對立體影像在空間方向性的表現產生限制，不論何種方向性構圖均可清楚呈現出立體影像的視覺效果，這對於未來視覺設計或視覺藝術的教學上為一個重要的資訊。

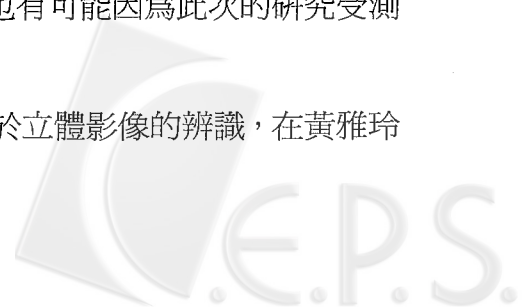
結論與討論

二次世界大戰後許多科學技術不斷的產生新變革，六零年代開始科學的發展逐漸的與視覺藝術進行結合，各種日新月異的科技為視覺媒體帶來更多元化的新視野，這也代表這視覺教育的發展需不斷的有所突破、有所更新，影像的表現一由過去的平面的模擬表現，逐漸成為三次元影像的體認 (Benton, 2001; Benyon, 1997; Briggs, 2001)。真實世界與影像之間隨著各種立體影像技術的發展，產生了「真實」與「擬真」間的想像空間，立體影像則成為真實與虛擬間的連結 (Benton, 2001)，從視覺造形的發展來看，立體影像的表現應有別於平面影像的基礎，它更需要建立一些屬於立體影像相關的知識與系統 (張博欽等, 2003)。黃雅玲與伊彬 (2004) 的研究發現，當立體影像表現透過不同的構圖操弄後，影像的深度視覺區域將突破過去心理學相關研究所提出，影像的中央區域為深度視覺最清晰的位置。本研究即針對當構圖中加入了方向性後，對立體影像的辨識能更加清楚，並能引導觀看者觀看立體影像時視覺深度區域的分佈，藉此研究了解立體影像的觀看或辨識上的影響，以便立體影像在日後的發展上有更清晰的系統建立。

多變量分析後發現，不論性別、慣用手、或是否曾有觀看或製作立體影像經驗等因素均不致影像立體影像的辨識，這代表立體影像在成像的觀看對象上並無太多的限制，只要是具有雙眼辨識的能力者均可清楚的看到立體影像，這證明了立體視覺為人類視覺本能的一部份 (Häkkinen & Nyman, 1996)。對受測者而言，觀看立體影像就像觀看自然空間一般，也證明立體影像的觀看與辨識並不會因為觀看者的個人因素有所變化 (Benyon, 1997)。這對於研究假設中所提出的立體影像的辨識與是否曾有過立體影像的觀看的經驗有關，此一假設獲得了推翻，研究結果證明立體影像的辨識與觀看者的經驗與否並無顯著的差異存在。

Tatum (2002) 提出立體影像的辨識並不如二次元影像般容易，具三次元的立體影像需透過多視角的學習才能辨識立體影像的特徵，三次元視覺化的經驗需要建立後才能進一步辨識立體影像。但本研究結果則顯示出是否曾有立體影像的觀看經驗並不影響三次元的影像辨識，此研究結果也有可能因為此次的研究受測者均為對各種影像接受度較高的大專學生所致。

此外，對於慣用手的使用是否會影像受測者對於立體影像的辨識，在黃雅玲



等人(2004)的研究中發現，慣用手可能會對於立體影像的觀看有所影響，但該研究中在 30 位受測者中左手慣用手之受測者僅有 3 人，由於實驗樣本不足並無法進行進一步的判斷。在本次的研究中，50 未受測者中有 9 位左手慣用手者，在此次的多變量分析中發現，慣用手習慣對於立體影像的辨識上並無明顯的顯著差異 ($p = .079$, $p < .05$)，所以透過本研究可確認慣用手對於立體影像的辨識並不會造成明顯的差異。如此一來在 Chang(1976)、Gelbard(1976)、Hayman(1977) 與 Tuckey 等人(1991) 研究中對於立體影像於較具上的發展建議將可在第一個外在條件下獲得具體的證實，證實立體影像在觀察與辨識上並無太多的限制。也證實 Trindade 等人(2002) 於研究中所提到的建議，立體影像在未來進一步的研究中可以突破受者者本身的性別、慣用手與經驗等因素，對於教育或教材開發上來說，立體影像是適用於各種教學教材的開發研究的。

本研究透過統計發現，視力的好壞可能造成立體影像在觀察或辨識上的一個因素，只是本研究中視力部分因受測者不足，並無法真正的探討視力狀況是否針對立體影像的辨識造成干擾或影響，這也將是未來可再進一步確認的部分。

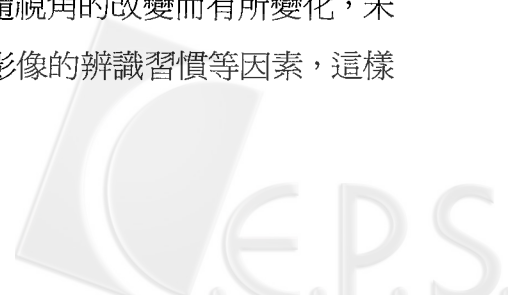
對於刺激物的表現方式，相較於陳俊宏等人(2003) 對於平面範圍中立體感知探討的研究，兩研究對於方向性的表現均利用漸變形式進行，且均將方向性角度分為 0 度、45 度、90 度、135 度、180 度、225 度、270 度與 315 度等八組，但陳俊宏等人(2003) 的研究重點為探討二次元範圍中，何種方向會讓受測者產生較具立體感的知覺感受。而本研究則利用立體影像的表現，直接利用立體影像進行受測者對於構圖方向與立體影像呈現的關係，研究結果證明，當構圖加入方向性後，原來平面上對於立體感影像的表現限制反而沒有了，受測者不僅能清楚的觀看到真正具有影像深度的立體影像，更可以隨著不同的方向性變化，更能看到構圖方向性下的立體影像，由此可知，透過構圖的操弄，立體影像的深度區域範圍不僅出現在視覺的中間區域，更可因方向性的操弄讓立體影像的成像更加的清晰、穩定。

為確實了解受測者對於觀察刺激物後是否仍有其他的感受，本研究在 50 位受測者完成觀察後，特別針對曾參與「多義空間圖像中立體深度視覺區域研究」(黃雅玲、伊彬，2004) 的 30 位受測者進行簡單的訪談，以便了解受測者在研究主題下受測者對於兩個研究間的比較或想法，在這個簡單的訪談中這 30 位的受測者均表示，由於構圖當中出現了明顯的方向性，對於視覺深度的觀察具有引導性的作用。也就是說當立體影像加入了方向性的構圖後，會造成立體影像的深

度影像效果較過去研究所觀看的樣本圖更為清楚。此結果顯示，具方向性的構圖表現有助於立體影像的成像效果。這個結果與 Anderson & Nakayama (1994)、王欣平等 (1997) 的研究結果認為立體影像多出現於雙眼中央區域的研究，顯示出不同的結果，本研究發現，當圖像表現加入了不同方向的構圖因素後，受測者的深度視覺焦點將受構圖的方向性改變而影響，深度視覺區域的焦點不再僅限於圖像的中間區域，當構圖出現了方向性時，視覺辨識上更容易產生三次元的立體影像效果，且受測者能清楚的看到具有深度空間的影像呈現，這與過去二次元平面影像僅能呈現出擬真的立體感是不同的，也證明立體影像的表現除了科學技術的發展外，加入了視覺藝術或視覺設計的表現後，可增加立體影像的辨識性與可視度。

許多的研究中均顯示若能利用立體影像的應用，將有助於教育上的學習與效果 (Chang, 1976; Gelbard, 1976; Hayman, 1977)，黃雅玲與陳建雄 (2002) 的研究中曾發現立體影像的表現有助於記憶力上的提升，且三次元的立體影像對於記憶的停留多於二次元的平面影像，如何善用立體影像的表現將建立於完的視覺教育系統當中，這也是視覺教育在科學研究發展之餘需積極加入的範疇。透過事後與受測者進行的訪談中，也確實的證明立體影像對於視覺應用上有其發展的空間，及相關知識的建立，這也有待視覺藝術教育與視覺設計教育者須積極投入更多相關的研究當中。

本研究結論證明：透過構圖的操弄可影響觀察者對於圖像辨識上的深度視覺區域分佈，但影響圖像構圖的因素甚多，特別是當構圖的思考加入了 x 軸、 y 軸與 z 軸不同向度的因素後，圖像的表現不再僅限於單一面向的觀看，當空間影像在多了更多向度的觀看後，視覺設計者或視覺藝術者須考慮的面向將是更多元、更寬廣，立體影像與構圖間的各種關係值得進行更深入的探討。本研究的結果即發現，當立體影像的構圖方向改變，確實可以輔助立體影像的表現效果並可更清楚的呈現出影像的方向性，這突破了過去以平面影像來探討「立體感」呈現的一些限制，如此一來，構圖的方向性不再僅是過去研究所歸納出的：垂直方向較為穩定、水平方向較為寧靜、傾斜方向較為活潑而已。當立體影像逐漸成為視覺教育的一部分時，構圖思考便需要突破過去的點、線、面關係，更須加入空間、向度、時間等的關聯，立體影像也因為影像的變化會隨視角的改變而有所變化，未來在立體影像的表現上，亦須考慮觀看者對於立體影像的辨識習慣等因素，這樣才能將立體影像做到最佳的表現狀況。



許多科學家將立體影像的開發研究視為虛擬實境 (virtual reality) 發展的一部分，因為如何真正看到如同真實立體視覺的影像，並非傳統的影像表現方式可達到的，知名的科技評論家暨 World Future Society 的主席 Briggs 2002 曾在他的文章中開門見山的提出：「*Virtual reality is not yet an everyday reality, but in the next 18 to 20 years, VR experience will be fully integrated into real life*」(2002)。Briggs 亦提到對於虛擬實境發展中最重要的就是如何呈現出立體影像，如何結合不同領域的專家，除了開發立體影像的科學技術外，如何表現與應用將是下一個階段最重要的工作。本研究在眾多立體影像研究範圍中，以視覺教育中視覺構圖原則為切入進行探討，了解利用構圖方向性的改變可為立體影像的成像帶來不同的變化，且立體影像的表現也會因為加入了具方向性的構圖引導，產生更清楚更易辨識的三次元影像。本研究結果也發現，利用視覺藝術的構圖原則的改變，的確可在最簡單的立體影像呈現方式造成更豐富的立體影像成像結果，視覺表現原則的建立將成為立體影像除了技術性發展之外，可以操控或改變的另一個重要成像因素，這對於未來立體影像在視覺藝術或視覺教育的發展上可能是一個重要的參考訊息。

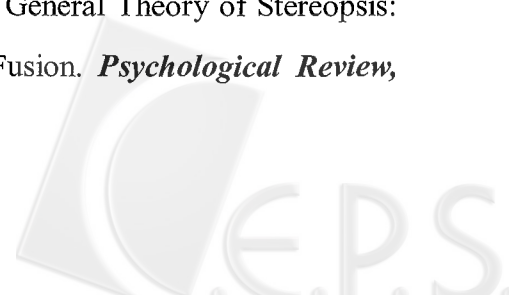
引用文獻

中文部分：

- 王欣平、林萬益、楊雅雲、沈立勝（1997）。虛擬實境中立體顯樣技術的人類視覺原理，*電腦與通訊*，56，10-17。
- 日本商品學研究會（編著）。（2000）。*設計的未來考古學*（李朝金譯）。台北：田園。
- 林品章（1994）。*商業設計*。台北：藝術家。
- 孟慶茂、常建華（2000）。*心理學實驗*。台北：心理。
- 陳秋瑾（1989）。*現代西洋繪畫的空間表現*。台北：藝風堂。
- 陳俊宏、陳力豪、李傳房（2003，5）。背景漸變角度改變對前景立體感知覺程度的影響。刊載於*中華民國設計學會第八屆設計學術研究成果研討會論文集*（頁 G-133-136）。台南：成功大學。
- 黃淑麗（1982）。視覺圖形也有頻率性。*科學月刊*，13（10），23-31。
- 黃雅玲、伊彬（2004）。多義空間圖像中立體深度視覺區域研究。*商業設計學報*，8，227-237。
- 黃雅玲、陳建雄（2002，03）。由視覺元素來探討台灣地區大專生對立體影像之認知。刊載於*掌握學術新趨勢，接軌國際化教育國際學術研討會論文集*（頁 77-85）。台北：銘傳大學。
- 張春興（1995）。*現代心理學*（再版）。台北：東華。
- 張博欽、范宜善、葉明勳、吳宜澄（2003）。多媒體數位藝術時空性質之探討——以數位動畫藝術創作。*視覺藝術*，6，101-136。
- 謝俊國（2003）。一種基於柱透鏡光柵的電腦輔助彩色立體圖片合成方法。搜尋於2003年12月20日，位在 <http://www.3d-photo.cn.gs>
- Maquet, J. (2003)。*美感經驗*（武姍姍等譯）。台北：雄獅美術。原作出版於1986。
- 朝倉直巳（1993）。*藝術設計的平面構成*（呂清夫譯）。台北：北星。（原作出版日期不詳）

英文部分：

- Anderson, B. L. and Nakayama, K. (1994). Toward a General Theory of Stereopsis: Binocular Matching, Occluding Contours, and Fusion. *Psychological Review*, 101, 414-445.



- Benton, S.A., (2001). Selected papers on Three-dimensional Displays. *SPIE Milestone*, **62**, 15-25.
- Benyon, M. (1997). The prehistory of holographic art: A personal view. *SPIE*, **3358**, 3.
- Brewster, S. D. (1856). *Stereoscope-its history, theory, and construction*. London : Land Yacht.
- Chang, C.K. (1976). Project of stereoscopic images by ordinary slide projector. *Journal of Chemical Education*, **53**, 601-605.
- Darrah, W.C. (1997). *The world of stereographs*. New York : Land Yacht.
- De Bono, E. (1976). *Teaching Thinking*. London: Temple Smith.
- Gelbard, G. (1976). How to see molecules in 3-D: A low cost device for stereoscopic view. *Journal of Chemical Education*, **53**, 792.
- Häkinen , J. & Nyman , G. (1996). Short Communication-Depth Asymmetry in da Vinci Stereopsis. *Vision Research*, **36**(23), 3815-3819.
- Julesz, B. & Chang, J. (1976).Interaction between pools of binocular disparity detectors tuned to different disparities. *Biological Cybernetics*, **22**, 107-119.
- Kurze, M. (1997). Rendering drawings for interactive haptic perception. *CHI*, **97**, 22-27.
- Lord, T.R. (1985). Enhancing the visual-spatial aptitude of students. *Journal of Research in Science Teaching*, **22**, 395-406.
- Manovich, L. (2001). *The language of new media*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Nakayama, K. & Shimojo, S. (1990). Da Vinci Stereopsis: Depth and subjective occluding contours from unpaired image points. *Vision Research*, **11**, 1811-1825.
- Nicholls, A.L., & Kennedy, J.M. (1992). Drawing development: From similarity of features to direction. *Child Development*, **63**, 227-241
- Popper, F. (1993). *Art of the electronic age*. New York: Thames & Hudson.
- Rochford, K. (1987). *Underachievement of spatially handicapped chemistry students in an academic support programme at U.C.T. in 1986*. Paper presented to staff of the department of education, Cornell University.

- Saunderson, A. (1973). The effect of a special training programme on spatial ability test performance. *Journal of College Science Teaching*, 5, 15-23.
- Trindade, J., Fiolhais, C. & Almeida, L. (2002). Science learning in virtual environments: a descriptive study. *British Journal of Educational Technology*, 33(4), 471-488.
- Tuckey ,H.P., Selvaratnam, M, & Bradly, J.D. (1991). Identification and rectification of student difficulties concerning three-dimensional structures, rotation and reflection. *Journal of Chemical Education*, 68, 460-464.