

# 立體深度的注意力攫取效果

許涵琇、陶振超

## 摘要

立體深度上的高對比是否能攫取注意力，目前瞭解仍有限。實驗一請實驗參與者從四個字母中搜尋目標物，操弄目標物或其他一個字母（干擾物）的立體深度。實驗二請實驗參與者閱讀新聞網頁，操弄網頁右側網路廣告的立體深度。兩個實驗結果顯示，正像差（出現在螢幕後），負像差（出現在螢幕前）置入干擾物會對主要任務有負面效果：實驗一拖長找到目標物的反應時間，實驗二降低對新聞內文的記憶。眼動模式發現正像差較早被看到，但負像差有較強的重複攫取注意力與攫取後維持注意力。結論指出立體深度會攫取注意力，但記憶效果不佳。

- ◎ 關鍵字：立體深度、雙眼像差、視覺突出假設、眼球追蹤、注意力攫取
- ◎ 本文作者許涵琇為交通大學傳播研究所學生；陶振超為交通大學傳播與科技學系副教授。
- ◎ 通訊作者陶振超，聯絡方式：E-mail：taoc@mail.nctu.edu.tw；  
電話：03-5131540；通訊處：302新竹縣竹北市六家五路一段1號交通大學傳播與科技學系
- ◎ 收稿日期：2016/05/30 接受日期：2016/09/26

## Attentional capture by stereoscopic depth

Han-Shiou Hsu, Chen-Chao Tao

### Abstract

Whether high contrast in stereoscopic depth can capture attention is not yet fully understood. Experiment 1 asked participants to search for a target letter among three non-target letters. The depth of either the target letter or one of the non-target letters was manipulated. Experiment 2 asked participants to read online news. The depth of a display ads on the right side of online news was manipulated. The results showed that compared with positive disparity (the object appearing in front of the screen), negative disparity (the object appearing behind the screen) had negative effects on the performance of the primary task: it took longer to find the target letter in Experiment 1; news memory was worse in Experiment 2. Eye movement pattern found that negative disparity resulted in high revisit and sustained attention. It is concluded that negative disparity elicits stronger attentional capture than positive disparity.

⊙ Keywords: Attentional capture, Binocular disparity, eye tracking, Stereoscopic depth, Visual saliency hypothesis

⊙ Han-Shiou Hsu is a master student in the Institution of Communication Studies at National Chiao Tung University. The second author, Chen-Chao Tao, is corresponding author and Associate Professor, Department of Communication and Technology, National Chiao Tung University.

⊙ E-mail: taoc@mail.nctu.edu.tw; Telephone: (03) 5131540; Address: Department of Communication and Technology, National Chiao Tung University, No.1, Sec. 1, Liujia 5th Rd., Zhubei City, Hsinchu County 302, Taiwan (R.O.C.)

⊙ Received: 2016/05/30 Accepted: 2016/09/26

## 壹、前言

人們生活在立體的世界中，但如何透過媒體重製立體的世界，讓人們有同樣的感受，一直是個挑戰。從1838年Wheatstone發明靜態立體顯示器、1844年Brewster以光學稜鏡為基礎的立體顯示器、1980年代發展出頭戴式立體顯示器（head-mounted display），到近年興起的立體電視、虛擬實境（Benzie et al., 2007; Wade & Ono, 1985），負面效果的討論一直不斷（Howarth, 2011）。其中的關鍵，在於對人類立體視覺的更多瞭解，以發展符合人類視覺系統的媒介訊息。

注意力攫取，是注意力在二維平面研究的重要議題，但在立體空間研究討論的卻非常少。研究者首先關心注意力能否在立體深度上配置與轉換（Andersen, Ni, Bian, & Kang, 2011; Arnott & Shedden, 2000; Atchley, Kramer, Andersen, & Theeuwes, 1997; Downing & Pinker, 1985; Gawryszewski, Riggio, Rizzolatti, & Umiltà, 1987; Ghirardelli & Folk, 1996），確認立體深度是否時須考慮的物理特徵。或是透過眼動追蹤，比較人們在處理二維平面與立體空間的注意力歷程是否不同（Hakkinen, Kawai, Takatalo, Mitsuya, & Nyman, 2010; Huynh-Thu & Schiatti, 2011; Iijima, Komagata, Kiryu, Bando, & Hasegawa, 2012; Jansen, Onat, & Konig, 2009; Lang et al., 2012; Solimini, 2013; Yano & Yuyama, 1991）。立體深度的注意力攫取過程是一個重要但被忽略的議題。

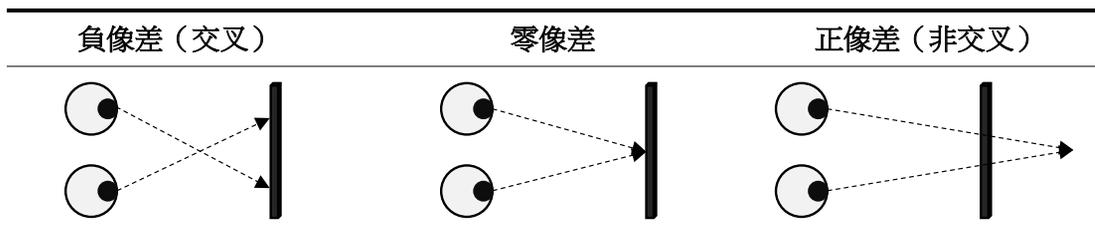
本文根據視覺突出假設（visual salience hypothesis），檢視立體深度上的高對比是否驅動自動處理機制（automatic processing），引發注意力攫取。以下首先說明立體視覺。其次，討論注意力在立體深度上的配置與轉換，及透過眼動追蹤比較人們處理立體與二維影像的異同。接著，探討立體深度上的高對比形成奇特特徵引發注意力攫取，並採用眼動追蹤進行兩個實驗。實驗一探索不同立體深度在注意力攫取上的強弱是否不同，實驗二應用實驗一的結果到網路廣告上，檢視具立體深度的網路廣告是否能產生較佳的廣告記憶。最後，從眼動模式釐清立體深度的注意力攫取過程，並提出未來可能的研究方向。

## 貳、立體視覺

我們觀看某一物體時，雙眼會以5-6公分水平分開的角度同時觀看物體，因此左、右眼的視網膜上會產生兩個從不同角度觀看的成像，再透過視覺神經系統將兩個成像傳入大腦，產生人眼觀看的立體視覺（stereoscopic vision）（Howard, 2002）。左、右眼在不同位置導致在兩眼視網膜的成像有偏移現象，形成同一物體在兩眼的成像有距離差異（Jansen et al., 2009），此距離差異是人眼判斷物體遠近最重要的依據—雙眼像差（binocular disparity）（Wismeijer, Erkelens, van Ee, & Wexler, 2010）。因此，雙眼像差使人感知立體深度。

立體顯示器呈現的立體畫面（stereoscopic image），即是將人眼可感知到的立體深度顯示在螢幕上。其模擬雙眼像差，以物體偏移的方式製作左、右兩眼畫面，再搭配立體眼鏡讓左眼看左眼畫面、右眼看右眼畫面，欺騙人類大腦產生立體深度資訊，讓畫面中的物體出現於螢幕前或後（Lang et al., 2012）。立體畫面的雙眼像差分為負像差（negative disparity）、零像差（zero disparity）、正像差（positive disparity）（Finlayson, Remington, & Grove, 2012）（見圖一）。以立體顯示器的螢幕平面為基準，負像差指畫面中的物體出現於螢幕前，雙眼的凝視點在螢幕前，雙眼視軸在螢幕前交叉，又稱為交叉像差（crossed disparity）；相反的，正像差指畫面中的物體出現於螢幕後，雙眼的凝視點在螢幕後，雙眼視軸在螢幕前未交叉、在螢幕後交叉，又稱為未交叉像差（uncrossed disparity）；零像差指物體出現於螢幕上，雙眼的凝視點在螢幕上，雙眼視軸在螢幕上交叉，一般二維畫面亦為零像差（Jansen et al., 2009; Ohzawa, Deangelis, & Freeman, 1990）。

圖一：雙眼像差類型與凝視點位置



## 參、立體深度與注意力

### 一、注意力在不同立體深度的配置與轉換

注意力在立體空間中，是否能在不同立體深度配置與轉換，是立體視覺研究早期關注的焦點。此類研究多採用Posner線索典範（cueing paradigm）（Chica, Martin-Arevalo, Botta, & Lupianez, 2014; Posner, 1980），實驗參與者凝視畫面中央，以最快的速度對出現在畫面周邊的目標物做出回應。並操弄中央線索，在目標物出現之前，實驗參與者凝視的畫面中央會出現一個指示目標物可能出現位置的線索；或操弄周邊線索，在目標物出現之前，畫面周邊會出現一個指示目標物可能出現位置的線索。若線索與目標物出現的位置一致，稱為有效線索；若線索與目標物出現的位置不一致，稱為無效線索；若線索指向所有位置，或沒有指向任何位置，稱為中性線索。有效線索協助人們找到目標物做出回應，縮短回應時間；無效線索妨礙人們找到目標物做出回應，延長回應時間。例如，Downing與Pinker（1985）將空間線索典範應用在真實的立體空間，有八盞燈散佈在空間中兩個不同立體深度，分別位於空間中央的前後。實驗參與者先凝視空間中央，接著在空間中央出現指示目標物可能出現位置的線索，最後以最快的速度對亮起來的一盞燈做出回應。結果發現，與空間線索典範在二維平面的研究相同，在無效線索回應目標物所花的時間高於有效線索，證實注意力能在不同立體深度配置與轉換。更有趣的是，注意力從較遠立體深度轉換到較近立體深度所花的時間（趨近自己），比從較近立體深度轉換到較遠立體深度所花的時間（遠離自己）要短（另見Gawryszewski et al., 1987），形成觀察者中心（viewer-centered）注意力不對稱（Arnott & Shedden, 2000）。將空間線索典範應用在模擬、人造的立體空間，也有相似結果。He與Nakayama（1995）的實驗三在立體空間中呈現六個物體，排列為上下兩行、每行各三個，並分別位於正、負不同像差。實驗開始時，在空間中央零像差處會出現線索，指示目標物可能出現在上面一行或下面一行；接著實驗參與者對目標物做出回應。結果發現，在無效線索回應目標物所花的時間高於有效線索，與在二維平面、真實立體空間的研究相同，注意力可配置在特定表面。

近來研究發現，立體深度對注意力配置與轉換的影響，因三個因素而改變。首先

是知覺負載（perceptual load），立體深度的影響只在高知覺負載時出現，在低知覺負載時會消失（Atchley et al., 1997）。例如，Iavecchia與Folk（1994）操弄Posner線索典範的中央線索，Ghirardelli與Folk（1996）則是操弄Posner線索典範的周邊線索，與Posner線索典範應用在二維平面時比較，都發現平面線索影響回應時間，但立體深度線索不影響回應時間。Atchley等人（1997）認為這是因為上述兩個研究的刺激物皆屬於低知覺負載，不需要精確的注意力配置，所以注意力並沒有依照線索的指示在立體深度上轉換而能一眼就看到目標。Atchley等人（1997）在刺激物中增加干擾物，並操弄目標物—干擾物之間的相似性：相似性越低，目標物與干擾物之間的區隔越大，知覺負載越低；相似性越高，目標物與干擾物之間的區隔越小，知覺負載越高。結果發現，立體深度線索在低知覺負載的狀況沒有影響回應時間，但在高知覺負載的狀況影響回應時間。第二，進行結合搜尋（conjunctive search）時，也就是根據兩個物理特徵（如形狀與顏色）搜尋特定物體時，根據特徵整合理論（feature integration theory）人們將採取序列處理（serial processing），因此若刺激物上物體越多，找到特定物體所需要的時間就越長。但這兩個物理特徵中若有一個是雙眼像差形成的立體深度，其對搜尋的影響很小，人們可採取平行處理（parallel processing），找到特定物體所需的時間不受物體數量影響（Nakayama & Silverman, 1986）。第三，物體為基（object-based）的注意力，可以降低或排除立體深度的影響（Atchley & Kramer, 2001）。

## 二、人處理立體與二維影像是否不同？眼球運動分析

比較人處理立體與二維影像時的注意力分布有無不同，多以立體顯示器直接呈現3D或2D影像，並藉由眼球追蹤技術，記錄觀看立體與二維影像時的眼球運動。立體顯示器可分為偏光式顯示器（polarized display）與快門式顯示器（shutter display）兩大類型。實驗參與者在實驗中會搭配偏光式（polarized glasses）或快門式（shutter glasses）的立體眼鏡。立體影像的確會造成眼球運動的改變，但研究尚未有一致結果。Jansen等人（2009）讓實驗參與者觀看立體與二維圖片（二維圖片為立體圖片的左眼畫面）。結果發現凝視點數量較多、跳視速度變快、跳視距離縮短、凝視點散佈的區域較大。Huynh-Thu與Schiatti（2011）讓實驗參與者觀看立體與二維無聲影像，

包含卡通、體育賽事、現場音樂會、廣告以及電影預告片等。結果發現在觀看立體影像時，眼球運動的凝視點數量較少（平均凝視頻率較低）、跳視速度變快（平均跳視速度較高）、跳視距離較大（平均跳視幅度較大），並且平均凝視時間較低。

另外，過去文獻指出畫面含有演員或人臉的畫面時，凝視點會較容易集中在這些區域。Hakkinen、Kawai、Takatalo、Mitsuya與Nyman（2010）請實驗參與者觀看電影的立體與二維版本各六分鐘，結果發現相較於二維電影中凝視點較多集中在演員或人臉，立體電影中凝視點分佈在較多不同的物體上。另外，首次凝視時間（time to first fixation）分析顯示，在立體電影中實驗參與者較常先看具立體深度的物體，而非演員或人臉；首次凝視點（first fixation）分析也顯示，立體電影中首次凝視點出現在演員或人臉的比例低於二維電影。此結果與過去凝視點多在演員或人臉的結果不同，說明具立體深度的物體比演員或人臉更容易捕捉注意力。

然而，令人驚訝的是在立體深度方面，Lang等人（2012）透過凝視點的分佈（fixation distribution）比較立體與平面影像在注意力分布上的不同。結果發現不論是立體或二維影像，凝視點皆會散佈在整個景深（depth of field，影像中最近與最遠物體間的距離）。Jansen等人（2009）則發現不論是立體或二維影像，實驗參與者皆先看最靠近自己的物體，接著越看越遠。以眼球運動檢視人如何處理立體與二維影像，目前仍在初始階段，是未來重要的研究議題。

## 肆、立體深度與注意力攫取

### 一、奇特特徵引發注意力攫取

哪些特徵可以引導注意力，一直是注意力研究中的重要議題。視覺突出假設認為，視域中高對比的視覺特徵會以由下而上、刺激物驅動的方式吸引注意力，形成注意力攫取（Theeuwes, 1992, 2010）。即使這項高對比的視覺特徵，與人們當下正在執行的任務無關，仍能獲得注意力、甚至中斷當下正在執行的任務。此注意力配置的過程不受意識控制，即其啟動不是由人的意向主動引發，啟動後人的意向也無法終止。例如，Theeuwes（1992）操弄顏色（綠色／紅色）與形狀（圓形／方形），請實驗參

與者從一群綠色的方塊中找出唯一一個綠色的圓形（決定目標物的標準為形狀），此時若出現一個紅色的方形（干擾物操弄顏色），則紅色的方形會攫取注意力。另外，也請實驗參與者從一群紅色的圓形中找出唯一一個綠色的圓形（決定目標物的標準為顏色），此時若出現一個紅色的方形（干擾物操弄形狀），則紅色的方形會攫取注意力。因此，搜尋目標是形狀，干擾物操弄顏色上的高對比會吸引注意力；搜尋目標是顏色，干擾物操弄形狀上的高對比會吸引注意力。

這項高對比的視覺特徵被稱為奇特（*novelty*）特徵，具有該特徵的物體在視域中跳出（*pop-out*）而容易攫取注意力（陶振超，2011）。奇特特徵主要分為靜態不連續（*static discontinuities*）與動態不連續（*dynamic discontinuities*）兩種（Folk, Remington, & Wright, 1994）。前者指視域中某一物體的物理特徵（如形狀、顏色、亮度等），與其他物體的物理特徵有顯著差異，並且這樣的差異不會隨著時間而改變；後者指視域中某一物體的物理特徵會隨著時間而改變，如突現、突逝、閃爍、或運動等。奇特特徵所引發的注意力配置，是以由下而上、刺激物驅動的方式優先分配注意力給具奇特特徵的物體，稱為自動處理機制（*automatic processing*）（Lang, 2000）。

## 二、立體深度作為一種奇特特徵

人經由雙眼像差所感知到的立體深度，是否形成靜態不連續而成為奇特特徵，進一步引發自動處理機制吸引注意力，目前討論很有限。Nakayama與Silverman（1986）發現如果目標物與周邊干擾物在立體深度上有高對比，目標物能很快被發現，即使視域中的干擾物數量增加，找到目標物所需的時間仍然不變，依舊很快被發現。立體深度上的高對比似乎是奇特特徵，能優先獲得注意力。大多數研究發現，在螢幕前的負像差（即交叉像差）比在螢幕後的正像差（即非交叉像差）有較強的注意力攫取。例如Andersen與Kramer（1993）發現干擾物在螢幕前（負像差）比在螢幕後（正像差）產生較大的干擾。O'Toole與Walker（1997）採用隨機點立體圖（*random-dot stereograms*），發現當目標物與干擾物皆位於螢幕前（負像差）但彼此在立體深度上有差異、皆位於螢幕後（正像差）但彼此在立體深度上有差異、或一前一後等三種狀況，立體深度上的高對比都無助於搜尋目標物，當視域中的干擾物數量越多，找

到目標物所需的時間越久。只有當目標物位於螢幕前（負像差）、干擾物在螢幕上（零像差）時，找到目標物所需的時間，才不受視域中物體總數的影響，都能以同樣快速的時間找到（另見Steinman, 1987）。然而，少數研究有不一樣的發現，認為在螢幕後的正像差比在螢幕前的負像差有較強的注意力攫取。例如，Andersen（1990）請實驗參與者對螢幕中央的目標物做出回應，忽略旁邊的干擾物。實驗同時操弄干擾物的立體深度，檢視立體深度是否為奇特特徵，攫取注意力而干擾對目標物的處理。結果發現，在螢幕後（正像差）比在螢幕前（負像差）有較強的注意力攫取；並且當在立體深度上干擾物距離目標物越遠時，干擾物對目標物處理的干擾越少。另外，Theeuwes、Atchley與Kramer（1998）發現當目標物與干擾物位於不同立體深度，只有當干擾物具有與目標物一樣的搜尋特徵時，位於不同深度的干擾物才能攫取注意力。因此，Wolfe與Horowitz（2004）將立體深度分類為「可能是」奇特特徵，而非「絕對是」。

為釐清上述差異，本文進行兩個實驗，比較不同立體深度在注意力攫取上的強弱。實驗一檢視具負像差的物體，是否比具正像差的物體，有較強的注意力攫取，並反映在對目標物的反應時間與眼動指標。實驗二根據實驗一的發現，將立體深度應用在網路廣告上，以零像差（二維平面）網路廣告為控制組，與具正負像差的網路廣告比較，是否後者因有較強的注意力攫取而產生較佳的廣告記憶。

## 伍、實驗一

實驗一檢視立體深度能否驅動注意力配置。雖然現有實證研究的結果仍不一致，但大多發現負像差（在螢幕前）比正像差（在螢幕後）能產生較強的注意力攫取。例如，Andersen與Kramer（1993）採用偏光式顯示器，目標物一定在螢幕中央（零像差），操弄干擾物的立體深度從負像差（-6.8、-3.4、-1.7）、零像差、到正像差（1.7、3.4、6.8）共七種，結果發現負像差對搜尋目標物的干擾最大，接著依序遞減，正像差最小。Jansen等人（2009）在森林中拍攝立體圖片，並製作成自然、粉紅、及白噪音（white noise）三種版本，比較去掉高階場景資訊後，剩下的低階立體深度是否仍能攫取注意力。結果發現在螢幕前、靠近觀察者（負像差）的物體，比在

螢幕後、遠離觀察者（正像差）的物體，更早被看到，立體深度上的高對比確實是奇特特徵。Lang等人（2012）比較八十名實驗參與者瀏覽六百張立體與二維圖片的視線軌跡（scanpath），發現立體深度確實是奇特特徵、能預測眼球運動（另見Wang, Perreira Da Silva, Le Callet, & Ricordel, 2013）。

根據以上討論，立體深度是奇特特徵，尤其在螢幕前（負像差）比在螢幕後（正像差）有較強的注意力攫取，會較早被看到。因此，提出以下假設，

假設一：負像差物體的首次凝視時間，會比正像差物體短。也就是說，負像差物體會較早被看到。

負像差比正像差更早被看到，是否會因置入目標物或干擾物而有不同，較少被討論。根據視覺突出假設，奇特特徵是在視覺與環境剛接觸的前注意歷程（preattentive processing）被處理（Theeuwes, 1992）。這個階段的特色是所有物理特徵同時被處理（稱為平行處理），意識尚未介入，所以立體深度置入目標物或干擾物沒有差異。但也可能在沒有眼睛凝視的狀況下，配置注意力處理周邊資訊（稱內隱注意力）（Findlay & Gilchrist, 2003），使得一旦發現是目標物，尤其具負像差較容易被發現，會快速移動眼睛過去；一旦發現是干擾物，尤其具負像差較容易被發現，會立刻阻止眼睛過去。如此，立體深度與置入位置對何時被看到有交互作用。因此，提出以下研究問題，

研究問題一：目標物與干擾物的首次凝視時間是否不同？

研究問題二：立體深度（負像差或正像差）及置入位置（目標物或干擾物）對首次凝視時間是否有交互作用？

接著，操弄目標物與干擾物的立體深度，會影響對目標物做出回應的時間。當立體深度置入目標物、干擾物在螢幕上（零像差）時，目標物在螢幕前方（負像差），會攫取注意力而優先被看到，比目標物在螢幕後（正像差），加快人們對目標物做出回應；當立體深度置入干擾物、目標物在螢幕上（零像差）時，干擾物在螢幕前（負相差），會攫取注意力而優先被看到，比干擾物在螢幕後（正像差），減慢人們對目標物做出回應。因此，提出以下假設，

假設二：立體深度與置入位置對目標物的回應時間有交互作用。

假設二a：置入目標物時，負像差（目標物在螢幕前）的回應時間比正像差（目

標物在螢幕後)的回應時間短。

假設二b：置入干擾物時，負像差(干擾物在螢幕前)的回應時間比正像差(干擾物在螢幕後)的回應時間長。

假設三：立體深度與置入位置對目標物的首次凝視時間有交互作用。

假設三a：置入目標物時，對目標物的首次凝視時間，負像差(目標物在螢幕前)比正像差(目標物在螢幕後)短。

假設三b：置入干擾物時，對目標物的首次凝視時間，負像差(干擾物在螢幕前)比正像差(干擾物在螢幕後)長。

最後，很少研究檢視立體深度是否能重複攫取注意力，及攫取後維持注意力。重複攫取注意力，指立體深度作為奇特特徵，眼睛凝視並離開後，又重複凝視立體深度。攫取後維持注意力，指立體深度作為奇特特徵，眼睛凝視後持續停留在立體深度上。負像差因比正像差更能攫取注意力，在重複攫取注意力及攫取後維持注意力上的表現是否較佳。目標物因與任務相關，是否在這兩項的表現比干擾物更佳。另外，立體深度與置入位置是否對重複攫取注意力及攫取後維持注意力有交互作用。因此，提出以下研究問題，

研究問題三a：負像差與正像差在重複攫取注意力上有無不同？

研究問題三b：目標物與干擾物在重複攫取注意力上有無不同？

研究問題三c：立體深度與置入位置對重複攫取注意力有無交互作用？

研究問題四a：負像差與正像差在攫取後維持注意力上有無不同？

研究問題四b：目標物與干擾物在攫取後維持注意力上有無不同？

研究問題四c：立體深度與置入位置對攫取後維持注意力有無交互作用？

## 一、實驗設計

本實驗採用2(立體深度)×2(置入位置)×48(試驗)三因子組內設計。第一個操弄變因是立體深度，分為負像差與正像差兩種。第二個操弄變因是置入位置，分為目標物與干擾物兩種。實驗狀況總共有四種組合：(1)負像差目標物；(2)正像差目標物；(3)負像差干擾物；(4)正像差干擾物。第三個操弄變因是試驗，為

重複因子，代表以上四種實驗狀況，每種皆有48次試驗。

## 二、實驗參與者

總共58名正常視力或矯正後具正常視力的實驗參與者。眼球追蹤部分，未成功取樣者於眼動指標分析時排除。實驗參與者獲得禮金。

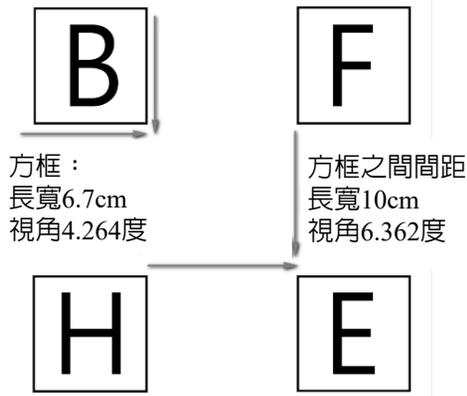
## 三、實驗設備

實驗素材透過ASUS VG23A偏光式立體顯示器呈現，解晰度1920×1080像素，實驗過程中實驗參與者需配戴偏光眼鏡。眼動資料記錄透過Tobii TX300 (Tobii Technology, 2011)，抽樣頻率為300Hz。實驗程序控制與回應時間的測量、紀錄，採用E-Prime軟體 (2.0版)。

## 四、實驗素材

每一次試驗 (trial) 由凝視點畫面、刺激物、試驗結果、及黑畫面組成，皆為1920×1080像素。凝視點畫面為黑色十字，呈現在背景為白色的畫面中央。刺激物由四個內含英文字母的方框組成，英文字母與方框皆為黑色，背景為白色，以田字形呈現在畫面中央 (見圖二)。英文字母選用類似8的F、S、B、E與H，其中F與S為目標物，實驗參與者需做出不同回應；B、E與H為干擾物。每個實驗狀況有48次試驗，其中由F為目標物，B、E、H為干擾物，總共有24總排列組合方式，形成24個刺激物頁面；由S為目標物，B、E、H為干擾物，總共有24總排列組合方式，形成24個刺激物頁面。方框為6.7公分的正方形，四個方框中心到畫面中心的距離皆相等，方框之間的距離則為10公分。英文字母與方框皆為12 pt。方框的視角為4.264°，方框之間的視角為6.362°。立體畫面透過Stereo Photo Maker軟體 (Suto, 2014) 製作，將兩張相同的左右眼畫面水平位移±20像素，形成負像差與正像差的刺激物。

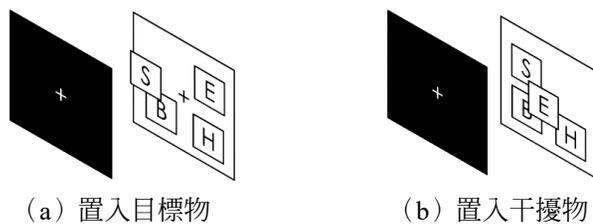
圖二：刺激物（其中F為目標物，B、E與H為干擾物）



### 五、自變項

實驗素材透過ASUS VG23A偏光式立體顯示器呈現，解晰度1920×1080像素，實驗過程中實驗參與者需配戴偏光眼鏡。眼動資料記錄透過Tobii TX300（Tobii Technology, 2011），抽樣頻率為300Hz。實驗程序控制與回應時間的測量、紀錄，採用E-Prime軟體（2.0版）。

圖三：負像差置入目標物（a）或干擾物（b）



### 六、依變項

**回應時間。**回應時間指刺激物出現到實驗參與者對目標物做出回應所花的時間。回應時間越短，代表越快對目標物做出回應；回應時間越長，代表越慢對目標物做出回應。

**眼動指標。**針對「具立體深度物體」與「目標物」兩個區域，透過Tobii Studio軟體（3.2版），計算首次凝視時間、注視次數、及總凝視時間等三項指標。首次凝視時間代表注意力攫取，越短反映眼睛越早看到這個區域，注意力攫取越強。注視次數代表重複攫取注意力，越高反映眼睛不斷重複回來看這個區域，重複攫取注意力越強。總凝視時間代表攫取後維持注意力，越長反映眼睛停留在這個區域越久，攫取後維持注意力越強。

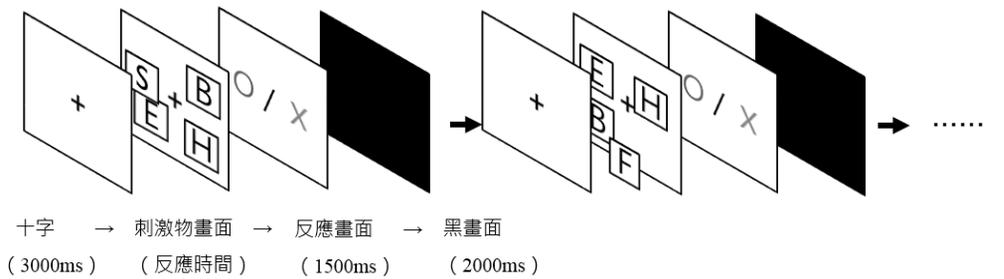
## 七、實驗程序

每次實驗僅由一名實驗參與者進行。實驗參與者抵達實驗室後，先完成知情同意書。其次，進行立體視力檢測。每位實驗參與者皆須達到Randot Stereo Test的70秒角。之後，請實驗參與者坐在螢幕前約65公分處，完成眼動儀9點校正，即可開始實驗。

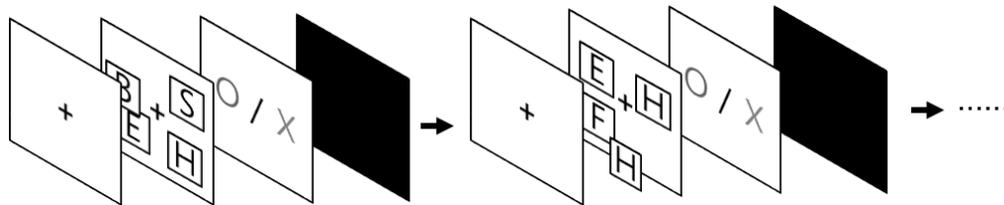
實驗參與者總共要完成四個實驗狀況（負像差置入目標物、負像差置入干擾物、正像差置入目標物、正像差置入干擾物）。實驗任務要求實驗參與者以最快速度找到目標物，並根據字母按下對應的按鈕：目標物為F，按下綠色鍵；目標物為S，按下紅色鍵。若超過4秒沒有回應，會直接進入下頁。四個實驗狀況隨機排序，每個實驗狀況內的48次試驗亦隨機排序。每一個實驗狀況後休息1分鐘。實驗參與者總共要執行192次試驗。正式實驗前，實驗參與者先進行練習，以熟悉實驗程序。練習與正式實驗同，包含四個實驗狀況，每個狀況挑選2次試驗，總共8次試驗。練習結束後休息1分鐘。

每一次試驗的順序如下。首先，凝視點畫面呈現3秒，實驗參與者需凝視畫面中的十字。接著，刺激物出現，完成實驗任務。第三，呈現試驗結果1.5秒，告知答對（O）或答錯（X）。最後，出現黑畫面2秒，完成一次試驗（見圖四）。

圖四：每次試驗流程圖



(a) 負像差置入目標物



(b) 負像差置入干擾物

## 八、立體視力檢測

立體視覺實驗進行前，須進行立體視力檢測，確保實驗參與者能感知實驗中使用之立體畫面的立體深度。不同立體視力檢測程序各有優劣（Cooper, Feldman, & Medlin, 1979; Duckman, 2006; Heron & Lages, 2012; Lee & McIntyre, 1996; Ohlsson et al., 2001; Simons, 1981）（見表一），考量實驗參與者為成人，及正常立體敏銳度（stereoscopic acuity）約為30-40秒角（Fielder & Moseley, 1996），本實驗採用Randot Stereotest（Stereo Optical, Chicago, IL）。其由三部分組成，檢測時須配戴偏光眼鏡。首先，幾何圖，分成上下兩個長方形，每一個長方形各有四個區塊，其中三個區塊具立體深度。上方長方形的立體深度為500秒角，下方長方形的立體深度則為250秒角。其次，動物圖，總共三行，每行有五隻動物，其中僅有一個具立體深度。這三行的立體深度依序為400秒角、200秒角、及100秒角。最後，圓圈圖，總共十組，每組有三個圓圈，其中僅有一個具立體深度。這十組的立體深度從400秒角到20秒角。Randot

Stereotest的缺點在於動物圖含單眼線索，不一定能反映基於雙眼的立體視力，但主要提供幼童使用。成人部分，幾何圖與圓圈圖可精確檢測立體視力達20秒角，符合本實驗需要。

表一：常用立體視力檢測程序

名稱	眼鏡類別	檢測內容	秒角範圍	缺點	參考文獻
Titmus	偏光	蒼蠅圖、動物圖、圓圈圖	40"-3000"	蒼蠅圖與動物圖含單眼線索	Finlayson 等人 (2012), Iavecchia 與 Folk (1994)
Frisby	裸視	幾何圖*3	150"-600" (當眼睛與檢測圖距離30公分)	眼睛與檢測圖距離影響測量	Cooper 與 Feldman (1979), Frisby、Davis 與 McMorrow (1996), Read 等人 (2016)
Lang II	裸視	大象圖、汽車圖、月亮圖	200"-600"	粗估立體視力，過於簡單無法重複使用	Huynh、Ojaimi、Robaei、Rose 與 Mitchell (2005)
TNO	紅綠	蝴蝶圖、圓盤圖、幾何圖	15"-1900"	紅綠眼鏡使過度雙眼分離，低估立體視力	Larson (1988, 1990)
Randot	偏光	幾何圖、動物圖、圓圈圖	20"-500"	動物圖含單眼線索	Lambooij、IJsselsteijn 與 Heynderickx (2011)
研究者自製	依各研究而定	與實驗相同或類似畫面	實驗畫面中最大至最小秒角	無統一標準	Arnott 與 Shedden (2000), Atchley 等人 (1997),

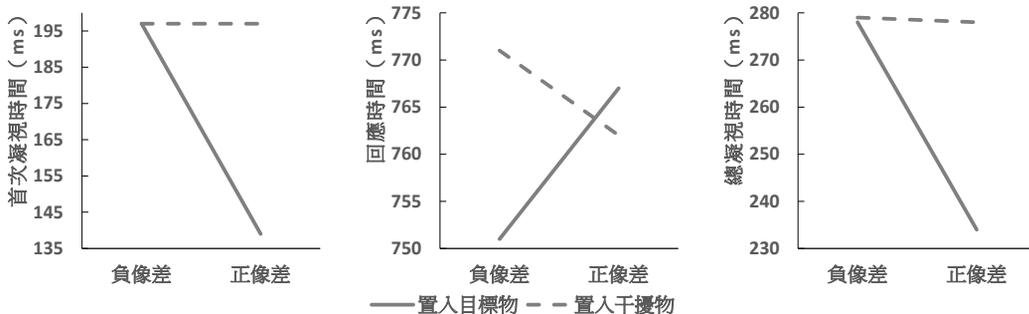
## 九、結果與分析

假設一、研究問題一及研究問題二檢視立體深度與置入位置是否影響首次凝視「具立體深度物體」的時間（以下簡稱首次凝視深度物體的時間），及是否有交互作用。二因子重複測量變異數分析顯示，立體深度有主效果 ( $F(1, 9) = 7.11, p = .026$ )，與假設一的預測相反，正像差物體 ( $M = 168ms, SD = 35ms$ ) 比負像差物體更早被看到 ( $M = 197ms, SD = 41ms$ )。置入位置有主效果 ( $F(1, 9) = 7.11, p = .026$ )（研究

問題一），目標物（ $M = 168\text{ms}$ ,  $SD = 35\text{ms}$ ）如內隱注意力預測，比干擾物更早被看到（ $M = 197\text{ms}$ ,  $SD = 41\text{ms}$ ）。交互作用顯著（ $F(1, 9) = 7.11, p = .026$ ）（研究問題二），當立體深度置入目標物時，正像差（ $M = 139\text{ms}$ ,  $SD = 32\text{ms}$ ）比負像差（ $M = 197\text{ms}$ ,  $SD = 41\text{ms}$ ）更早被看到（ $p = .026$ ）；當立體深度置入干擾物時，負像差（ $M = 197\text{ms}$ ,  $SD = 41\text{ms}$ ）與正像差（ $M = 197\text{ms}$ ,  $SD = 41\text{ms}$ ）之間沒有差異（ $p = .853$ ）（見圖五a）。

假設二預測立體深度與置入位置對目標物的回應時間有交互作用。因負像差攫取注意力比正像差強，當立體深度置入目標物時，具負像差的目標物會較快攫取注意力，使目標物較早被處理，縮短回應時間；當立體深度置入干擾物時，具負像差的干擾物會較快攫取注意力，使目標物較晚被處理，延長回應時間。二因子重複測量變異數分析顯示，立體深度（ $F(1, 55) = 0.92, p = .341$ ）與置入位置（ $F(1, 55) = 0.30, p = .588$ ）皆不影響對目標物的回應時間，但有顯著交互作用（ $F(1, 55) = 6.11, p = .017$ ）。當立體深度置入目標物時，負像差的回應時間（ $M = 751\text{ms}$ ,  $SD = 25\text{ms}$ ）比正像差（ $M = 767\text{ms}$ ,  $SD = 27\text{ms}$ ）短（ $p = .017$ ），顯示目標物因負像差而跳出、優先被處理；當立體深度置入干擾物時，負像差的回應時間（ $M = 771\text{ms}$ ,  $SD = 28\text{ms}$ ）比正像差（ $M = 762\text{ms}$ ,  $SD = 28\text{ms}$ ）長，顯示干擾物因負像差而跳出、優先被處理，使得目標物較晚被處理，但未達顯著（ $p = .098$ ）（見圖五b）。假設二獲得支持。

圖五：實驗一結果



(a) 正像差較早被凝視

(b) 具負像差的目標物加速任務完成，具負像差的干擾物減緩任務完成

(c) 負像差攫取後維持注意力較久

假設三預測立體深度與置入位置對首次凝視「目標物」的時間有交互作用。因負像差攫取注意力比正像差強，當負像差置入目標物時，眼睛直接看目標物，使目標物較快被看到；當負像差置入干擾物時，眼睛先被干擾物吸引、再去看目標物，使目標物較慢被看到。二因子重複量數變異數分析顯示，立體深度 ( $F(1, 8) = 0.19, p = .677$ ) 與置入位置 ( $F(1, 8) = 0.34, p = .575$ ) 對首次凝視目標物的時間沒有主效果，也沒有交互作用 ( $F(1, 8) = 0.26, p = .624$ )。假設三未獲支持。從數值上來看，與預測不同，當立體深度置入目標物時，負像差 ( $M = 285\text{ms}, SD = 72\text{ms}$ ) 比正像差 ( $M = 274\text{ms}, SD = 77\text{ms}$ ) 更晚被看到；當立體深度置入干擾物時，負像差 ( $M = 286\text{ms}, SD = 71\text{ms}$ ) 與正像差 ( $M = 287\text{ms}, SD = 71\text{ms}$ ) 之間沒有差異。與假設一、研究問題一及研究問題二情況類似。

研究問題三a-c探討立體深度與置入位置對「具立體深度的物體」重複攫取注意力是否有主效果與交互作用。二因子重複量數變異數分析顯示，立體深度 ( $F(1, 5) = 0.01, p = .929$ ) 與置入位置 ( $F(1, 5) = 0.01, p = .929$ ) 對重複攫取注意力（即造訪次數）沒有主效果，也沒有交互作用 ( $F(1, 5) = 0.01, p = .929$ )。從數值上來看，負像差目標物 ( $M = 1.04\text{次}, SD = 0.2\text{次}$ )、負像差干擾物 ( $M = 1.04\text{次}, SD = 0.2\text{次}$ )、正像差目標物 ( $M = 1.04\text{次}, SD = 0.2\text{次}$ )、正像差干擾物 ( $M = 1.04\text{次}, SD = 0.2\text{次}$ ) 在重複攫取注意力上皆相同。大部分皆只被看一次。

研究問題四a-c探討立體深度與置入位置對「具立體深度的物體」攫取後維持注意力是否有主效果與交互作用。二因子重複量數變異數分析顯示，立體深度有主效果 ( $F(1, 8) = 11.78, p = .009$ )，負像差物體的攫取後維持注意力（即總凝視時間） ( $M = 278\text{ms}, SD = 18\text{ms}$ ) 高於正像差物體 ( $M = 256\text{ms}, SD = 18\text{ms}$ )。置入位置有主效果 ( $F(1, 8) = 12.18, p = .008$ )，目標物的攫取後維持注意力 ( $M = 256\text{ms}, SD = 18\text{ms}$ ) 低於干擾物 ( $M = 278\text{ms}, SD = 18\text{ms}$ )。交互作用顯著 ( $F(1, 8) = 13.13, p = .007$ )，當立體深度置入目標物時，負像差目標物的攫取後維持注意力 ( $M = 278\text{ms}, SD = 18\text{ms}$ ) 高於正像差目標物 ( $M = 234\text{ms}, SD = 20\text{ms}$ ) ( $p = .008$ )；當立體深度置入干擾物時，負像差干擾物的攫取後維持注意力 ( $M = 279\text{ms}, SD = 17\text{ms}$ ) 與正像差干擾物 ( $M = 278\text{ms}, SD = 18\text{ms}$ ) 沒有不同 ( $p = .347$ )（見圖五c）。

## 十、討論

實驗一的結果顯示，從對目標物的回應時間來看（見圖五b），當目標物為負像差（在螢幕前）、干擾物為零像差（在螢幕上）時，具負像差的目標物因攫取注意力而使目標物較早被處理，回應時間最快；當目標物為零像差（在螢幕上）、干擾物為負像差（在螢幕前）時，具負像差的干擾物因注意力攫取而使干擾物先被處理、再處理目標物，回應時間最慢。這樣的結果證實負像差確實是奇特特徵，能攫取注意力：置入目標物會加速完成任務，置入干擾物會減緩完成任務。

然而，眼動模式與預測不同。具正像差的物體，不是具負像差的物體，更早被眼睛看到（見圖五a）。干擾物，不論具負像差或正像差，因內隱注意力（配置注意力在眼睛凝視點以外的地方）預先處理而阻止眼睛往干擾物移動，都較晚被眼睛看到。一旦被眼睛看到，具負像差的物體比具正像差的物體更能在攫取後維持注意力，眼睛會停留在物體上較長（見圖五c）。干擾物也比目標會更能在攫取後維持注意力，人們似乎想釐清干擾物是什麼。因此，從眼動模式來看，負像差作為奇特特徵所產生的注意力攫取，是因為負像差會在攫取後維持注意所導致，並非較早被凝視。

## 陸、實驗二

實驗二檢視將立體深度運用在網路廣告上，是否能攫取注意力、產生較佳的網路廣告效果。根據實驗一的結果，操弄立體深度可以形成奇特特徵，尤其負像差有較強的注意力攫取，若置入網路廣告，可以獲得較多注意力，正像差網路廣告其次，完全不具立體深度的零像差網路廣告最後。更進一步，以眼球追蹤進行的廣告研究，一直認為注意力與記憶之間呈正相關（Radach, Lemmer, Vorstius, Heller, & Radach, 2003），網路廣告研究也有相同發現。例如，Goodrich（2011）請實驗參與者瀏覽文字為主或圖片為主的網頁，發現無論是文字或圖片為主的陳列式網路廣告、位於網頁左側或右側，獲得越多注意力，對網路廣告的記憶越好。Sajjacholapunt與Ball（2014）操弄網路廣告中人臉觀看的位置，對廣告效果的影響。他們設計「沒有人臉」、「有人臉且眼睛觀看使用者」、「有人臉但眼睛迴避使用者」三種網路廣告，

結果發現有人臉但眼睛迴避使用者的網路廣告獲得最多注意力，對網路廣告的記憶也最好（不同意見，見Hervet, Guerard, Tremblay, & Chtourou, 2011）。因此，負像差廣告可以產生較佳的記憶效果，正像差網路廣告其次，零像差網路廣告最後。

根據處理模式理論，人們在瀏覽網站時所採取的瀏覽模式，也會影響網路廣告效果（陶振超，2011）。網路廣告在沒有特定任務的「自由瀏覽」時，比有特定任務的「目標導向」時，可以獲得更多注意力。例如，Simola、Kuisma、Oorni、Uusitalo與Hyona（2011）要求實驗參與者進行「根據興趣瀏覽」（自由瀏覽）或「閱讀測驗」（目標導向）。結果發現，自由瀏覽時網路廣告上的被凝視的百分比、凝視次數、造訪次數（number of entries，指視線進入網路廣告的次數）、總停留時間（total dwell time，指在網路廣告上的所有凝視點之凝視時間，與所有凝視點之間跳視時間總和）高於目標導向時。Resnick與Albert（2014）要求實驗參與者進行「瞭解一下網站」（自由瀏覽）或「確認網頁中特定資訊」（目標導向）。結果發現，自由瀏覽時在網路廣告上的總停留時間高於目標導向時（不同意見，見Li & Bukovac, 1999）。另外，Pagendarm與Schaumburg（2001）請實驗參與者「依興趣探索」（自由瀏覽或「搜尋特定資訊」（目標導向）。結果發現，對網路廣告，自由瀏覽比目標導向產生較佳的廣告記憶。

基於以上討論，若將立體深度運用在網路廣告上，當人們採自由瀏覽時，負像差攫取注意力最強，正像差其次，零像差最後；當人們採目標導向時，負像差、零像差、正像差之間沒有差異。是故，提出以下假設，

假設四：瀏覽模式與網路廣告的立體深度對網路廣告的首次凝視時間有交互作用。

假設四a：自由瀏覽時，正像差、負像差與零像差網路廣告的首次凝視時間差異較大。正像差網路廣告會最早被凝視，負像差網路廣告其次，零像差網路廣告最晚被看到。

假設四b：目標導向時，正像差、負像差與零像差網路廣告的首次凝視時間差異較小。

假設五：瀏覽模式與網路廣告的立體深度對網路廣告的攫取後維持注意力有交互作用。

假設五a：自由瀏覽時，負像差、正像差與零像差網路廣告的攫取後維持注意力差異較大。負像差網路廣告攫取後維持注意力最長，正像差網路廣告其次，零像差網路廣告最短。

假設五b：目標導向時，負像差、正像差與零像差網路廣告的攫取後維持注意力差異較小。

假設六：瀏覽模式與網路廣告的立體深度對廣告記憶有交互作用。

假設六a：自由瀏覽時，負像差、正像差與零像差網路廣告在廣告記憶上差異較大。負像差網路廣告的廣告記憶最佳，正像差網路廣告其次，零像差網路廣告最後。

假設六b：目標導向時，負像差、正像差與零像差網路廣告在廣告記憶上差異較小。

實驗一發現，不同立體深度在重複攫取注意力上沒有差異。當應用在網路廣告上，是否出現一樣的結果。因此，提出以下研究問題，

研究問題五：瀏覽模式與網路廣告的立體深度對重複攫取注意力是否有交互作用？

研究問題五a：自由瀏覽時，正像差、負像差與零像差網路廣告的重複攫取注意力差異較大。負像差網路廣告被重複看最多，正像差網路廣告其次，零像差網路廣告最少。

研究問題五b：目標導向時，正像差、負像差與零像差網路廣告的重複攫取注意力差異較小。

另外，網路廣告也可能影響主要任務的表現。Simola等人（2011）請實驗參與者閱讀線上雜誌文章，並在文章的上方與右側配置陳列式網路廣告。結果發現，突現的右側網路廣告，產生最大的干擾，對線上雜誌文章的閱讀測驗表現最差。因此，若網路廣告有較強的注意力攫取，消耗較多注意力，使得分配給主要任務的注意力減少，主要任務的表現會變差（Zhang, 2000）。特別值得注意的是，與立體深度對注意力與記憶的影響相反，當主要任務需要較少注意力時（如自由瀏覽），網路廣告對主要任務的負面影響小（Burke, Hornof, Nilsen, & Gorman, 2005）。當主要任務需要較多注意力時（如目標導向），網路廣告對主要任務的負面影響變大（Pasqualotti & Baccino, 2014; Simola et al., 2011）。因此，提出以下假設，

假設七：瀏覽模式與網路廣告的立體深度對新聞記憶有交互作用。

假設七a：自由瀏覽時，負像差、正像差與零像差網路廣告在新聞記憶上差異較小。

假設七b：目標導向時，負像差、正像差與零像差網路廣告在新聞記憶上差異較大。負像差網路廣告因干擾最大，新聞記憶最差，正像差其次，零像差最佳。

## 一、實驗設計

本實驗採2（瀏覽模式）×3（立體深度）×3（新聞類別）三因子混合設計。第一個操弄變因是瀏覽模式，為組間因子，分為自由瀏覽、目標導向二種。第一個操弄變因是立體深度，為組間因子，分為負像差與正像差兩種。第三個操弄變因是新聞類別，為組間因此，分為健康、旅遊、及生活新聞三類。實驗狀況總共有四種組合：

（1）自由瀏覽負像差網路廣告；（2）自由瀏覽正像差網路廣告；（3）目標導向負像差網路廣告；（4）目標導向正像差網路廣告。每一種組合皆有健康、旅遊、及生活新聞各一篇。

## 二、實驗參與者

總共58名正常視力或矯正後具正常視力的實驗參與者，其中1名未通過立體視力檢測排除。剩下的57名實驗參與者，25名男性（44%），32名女性（56%）。平均年齡25.91歲（ $SD = 4.95$ ）。眼球追蹤部分，未成功取樣者於眼動指標分析時排除。實驗參與者獲得禮金。

## 三、實驗設備

除實驗程序控制與廣告記憶的測量，採用MediaLab與DirectRT軟體，其他與實驗一相同。

## 四、實驗素材

每一次試驗由凝視點畫面、刺激物、及黑畫面組成。凝視點畫面為黑色十字，呈現在背景為白色的畫面中央。刺激物為Yahoo!奇摩新聞（見圖六），但簡化頁面僅保留Yahoo!奇摩視覺標誌、導航列、新聞標題與內文、及右邊網路廣告。版型、字形、字體大小、與顏色也皆與Yahoo!奇摩新聞一致。總共九篇新聞，健康、旅遊、及生活新聞各三篇。在立體顯示器呈現文字時，水平位移-1像差較清晰，因此使用Stereo Photo Maker軟體（Suto, 2014），將Yahoo!奇摩視覺標誌、導航列、及新聞標題與內文，皆水平位移-1像差。每篇新聞的字數控制在500字以內。

九則網路廣告分為負像差、零像差、正像差三組，每組三則，皆為白底，各有一個從世界品牌網站（<http://www.brandsoftheworld.com>）選出、未進入台灣之企業的視覺標誌置於畫面中央。具立體深度的網路廣告透過Stereo Photo Maker軟體（Suto, 2014）製作，將兩張相同的左右眼畫面，水平位移-20像素、-1像素、+20像素，形成負像差、零像差、與正像差網路廣告。

圖六：刺激物範例



(a) 負像差網路廣告搭配生活新聞



(b) 零像差網路廣告搭配健康新聞



(c) 正像差網路廣告搭配旅遊新聞

## 五、自變項

**瀏覽模式。**藉由實驗指導與，指示實驗參與者執行兩種播同瀏覽模式。第一，自由瀏覽，請實驗參與者根據自己的興趣瀏覽及評估網頁。第二，目標導向，請實驗參與者閱讀每篇新聞，並告知在實驗最後將針對新聞進行閱讀測驗。

**立體深度。**立體深度分為負像差、零像差、正像差三種。負像差物體出現在螢幕前，零像差物體出現在螢幕上，正像差物體出現在螢幕後。

## 六、依變項

**眼動指標。**針對「網路廣告」，透過Tobii Studio軟體（3.2版），計算首次凝視時間、注視次數、及總凝視時間等三項指標。

**廣告記憶。**廣告記憶透過是非題再認（recognition）測驗進行。九個有出現在實驗中的網路廣告視覺標誌（稱為目標），各搭配一個相似、但未出現在實驗中的網路廣告視覺標誌（稱為干擾），總共十八個。實驗參與者針對每一個視覺標誌，回答是否看過。有出現在實驗中，回答有看過，稱為命中（hit）；未出現在實驗中，回答沒看過，稱為正確拒絕（correct rejection）。命中與正確拒絕的總和，作為廣告記憶。每則廣告滿分2分，最低0分。

**新聞記憶。**新聞記憶透過選擇題再認測驗進行。每一則新聞，根據新聞內文，有兩題四選一選擇題，總共十八題。答對的百分比，作為新聞記憶，反映主要任務表現。新聞記憶越高，主要任務表現越好。

## 七、實驗程序

與實驗一相同，每次實驗僅由一名實驗參與者進行，實驗前依序完成知情同意書、立體視力檢測、及眼動儀9點校正。接著，隨機分派實驗參與者到「自由瀏覽」或「目標導向」兩個不同實驗狀況。分配到自由瀏覽的實驗參與者，依興趣瀏覽隨機排序的九則新聞網頁；分配到目標導向的實驗參與者，則仔細閱讀同樣九則隨機排序的新聞網頁。九則新聞網頁如前面說明，分成負像差、零像差、正像差三組，每組各有一篇健康、旅遊、及生活新聞。每則新聞頁面出現前，凝視點畫面先呈現3秒，實驗參與者須凝視畫面中央的凝視點；其次實驗參與者瀏覽或閱讀新聞網頁，完成任務後自行點選按鈕到下一頁；之後黑畫面呈現2秒，完成一次試驗，進入下一次試驗。正式實驗前，實驗參與者先進行練習，以熟悉實驗程序。練習有2次試驗，皆為財經新聞及零像差網路廣告。

實驗最後，先進行廣告記憶測驗。實驗參與者針對隨機出現的十八個視覺標誌，以最快的速度回答是否看過。接著進行新聞記憶測驗。實驗參與者回答隨機排序的

十八題四選一選擇題。之後填寫基本資料，致謝後結束實驗。

產生享樂感。實驗操弄超自然、生命威脅、及場景三項恐怖電影內容特徵，檢測其對情緒雙極量表、情緒單極量表、生理訊號、混合感受強度、及享樂感的影響。結果發現，超自然、生命威脅、及場景確實誘發較高的混合感受強度，並進一步產生較佳的享樂感。以下針對恐怖電影定義、混合情緒在負面事件導致正面感受中扮演的角色、及個人差異對恐怖電影觀影經驗的影響等三項議題深入討論。

## 八、結果與分析

首先進行瀏覽模式的操弄檢定。以瀏覽模式為自變項、新聞記憶為依變項，單因子變異數分析顯示，瀏覽模式有主效果 ( $F(1, 55) = 5.98, p = .018$ )。目標導向的新聞記憶 ( $M = 54\%, SD = 3\%$ ) 顯著高於自由瀏覽 ( $M = 44\%, SD = 3\%$ )，瀏覽模式的操弄成功。當實驗參與者隨意瀏覽新聞時（自由瀏覽），新聞記憶較低；當實驗參與者認真閱讀新聞時（目標導向），新聞記憶較高。

假設四檢視瀏覽模式與網路廣告的立體深度對網路廣告的首次凝視時間是否有交互作用。二因子混合設計變異數分析顯示，交互作用不顯著 ( $F(2, 74) = 0.50, p = .611$ )，不同立體深度與首次凝視網路廣告時間的關係，在兩種模式之間沒有差異，假設四不成立。瀏覽模式沒有主效果 ( $F(1, 37) = 0.16, p = .691$ )，自由瀏覽 ( $M = 12.62s, SD = 2.99s$ ) 與目標導向 ( $M = 14.25s, SD = 2.77s$ ) 時，首次凝視網路廣告時間沒有差異。但立體深度有主效果 ( $F(2, 74) = 7.89, p = .001$ )（見圖七a）。從數值上來看，正像差網路廣告 ( $M = 8.07s, SD = 2.20s$ ) 最早被看到，負像差網路廣告 ( $M = 13.42s, SD = 2.49s$ ) 其次，零像差網路廣告 ( $M = 18.82s, SD = 2.96s$ ) 最晚被看到，與實驗一的結果一致。成對比較發現，正像差網路廣告顯著早於零像差網路廣告 ( $p = .005$ )。立體深度影響網路廣告首次被看到的時間。

假設五檢視瀏覽模式與網路廣告的立體深度對網路廣告的攫取後維持注意力是否有交互作用。二因子混合設計變異數分析顯示，交互作用不顯著 ( $F(2, 74) = 0.23, p = .793$ )，不同立體深度與網路廣告的攫取後維持注意力（即總凝視時間）的關係，在

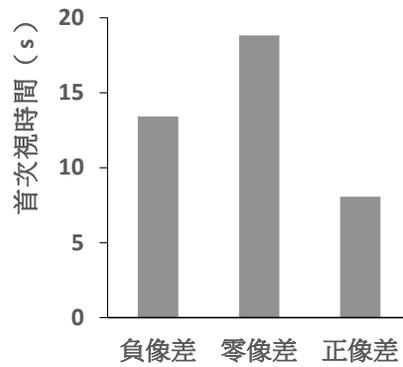
兩種模式之間沒有差異，假設五不成立。瀏覽模式 ( $F(1, 37) = 0.41, p = .528$ ) 沒有主效果，自由瀏覽 ( $M = 390\text{ms}, SD = 51\text{ms}$ ) 與目標導向 ( $M = 345\text{ms}, SD = 48\text{ms}$ ) 時，網路廣告的總凝視時間沒有差異。立體深度 ( $F(2, 74) = 1.76, p = .179$ ) 沒有主效果，負像差 ( $M = 404\text{ms}, SD = 41\text{ms}$ )、正像差 ( $M = 352\text{ms}, SD = 45\text{ms}$ )、及零像差網路廣告 ( $M = 347\text{ms}, SD = 33\text{ms}$ ) 上的總凝視時間沒有差異。

假設六檢視瀏覽模式與網路廣告的立體深度對廣告記憶是否有交互作用。二因子混合設計變異數分析顯示，交互作用不顯著 ( $F(2, 110) = 0.08, p = .920$ )，不同立體深度與廣告記憶的關係，在兩種模式之間沒有差異，假設六不成立。瀏覽模式 ( $F(1, 55) = 2.18, p = .146$ ) 沒有主效果，自由瀏覽 ( $M = 1.34\text{題}, SD = 0.05\text{題}$ ) 與目標導向 ( $M = 1.45\text{題}, SD = 0.05\text{題}$ ) 時，廣告記憶沒有差異。立體深度 ( $F(2, 110) = 0.77, p = .464$ ) 沒有主效果，負像差 ( $M = 1.37\text{題}, SD = 0.05\text{題}$ )、正像差 ( $M = 1.38\text{題}, SD = 0.05\text{題}$ )、及零像差網路廣告 ( $M = 1.44\text{題}, SD = 0.05\text{題}$ ) 在廣告記憶上沒有差異。

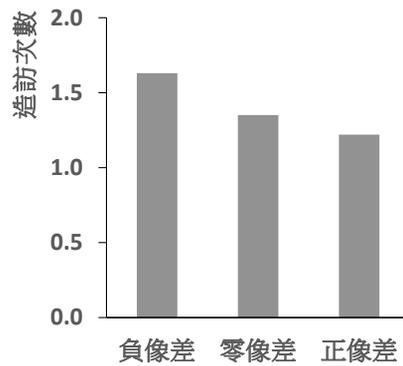
研究問題五檢視瀏覽模式與網路廣告的立體深度對重複攫取注意力是否有交互作用。二因子混合設計變異數分析顯示，交互作用不顯著 ( $F(2, 74) = 1.25, p = .293$ )，不同立體深度與重複攫取注意力（即造訪次數）的關係，在兩種模式之間沒有差異。瀏覽模式 ( $F(2, 37) = 1.28, p = .265$ ) 沒有主效果，自由瀏覽 ( $M = 1.32\text{次}, SD = 0.11\text{次}$ ) 與目標導向 ( $M = 1.49\text{次}, SD = 0.10\text{次}$ ) 時，重複攫取注意力沒有差異。但立體深度有主效果 ( $F(2, 74) = 7.67, p = .001$ )（見圖七b）。從數值上看，負像差網路 ( $M = 1.63\text{次}, SD = 0.10\text{次}$ ) 廣告重複攫取注意力最多，正像差網路廣告 ( $M = 1.35\text{次}, SD = 0.11\text{次}$ ) 其次，零像差網路廣告 ( $M = 1.22\text{次}, SD = 0.08\text{次}$ ) 最少。成對比較發現，負像差網路廣告顯著高於正像差 ( $p = .016$ ) 及零像差 ( $p < .001$ ) 網路廣告。

假設七檢視瀏覽模式與網路廣告的立體深度對新聞記憶是否有交互作用。二因子混合設計變異數分析顯示，交互作用不顯著 ( $F(2, 110) = 0.05, p = .952$ )，不同立體深度與新聞記憶的關係，在兩種模式之間沒有差異，假設七不成立。瀏覽模式已在操弄檢定時討論。立體深度有主效果 ( $F(2, 110) = 30.41, p < .001$ )（見圖七c）。從數值上看，負像差網路廣告 ( $M = 34\%, SD = 3\%$ ) 最差，正像差網路廣告 ( $M = 55\%, SD = 3\%$ ) 其次，零像差網路廣告 ( $M = 57\%, SD = 3\%$ ) 最佳。成對比較發現，負像差網路廣告顯著高於正像差 ( $p < .001$ ) 及零像差 ( $p < .001$ ) 網路廣告。

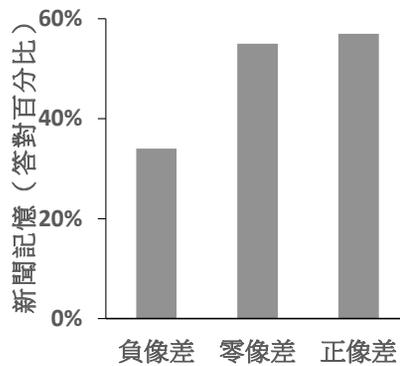
圖七：實驗二結果



(a) 正像差較早被凝視



(b) 負像差重複攫取注意力強



(c) 負像差損害主要任務最多

## 九、討論

實驗二的結果顯示，負像差網路廣告攫取注意力而導致主要任務（自由瀏覽或目標導向）受到影響、表現變差。然而，這樣的注意力攫取，並沒有使得負像差網路廣告有較佳的廣告記憶，反而與正像差、零像差沒有差異。因此，負像差確實是奇特特徵而吸引注意力，但運用在網路廣告上，人們可能實際上花較多注意力抑制其所帶來的干擾、避免將視線移過去，而非將這些注意力用在處理網路廣告上，所以不會產生較佳的廣告效果。

眼動模式部分，正像差網路廣告與實驗一相同，最早被眼睛看到（圖七a）。但負像差網路廣告，與實驗一不同，在重複攫取注意力上比正像差網路廣告強，眼睛會造訪較多次。在攫取後維持注意力上，負像差與正像差、零像差網路廣告之間沒有差異。因此，負像差皆干擾主要任務，但方式不同：實驗一是攫取後維持注意力，眼睛在具負像差的物體上停留較長；實驗二是重複攫取注意力，眼睛重複造訪負像差網路廣告多次。這樣的差異可能起因於主要任務不同：實驗一是搜尋，所需注意力較少；實驗二是閱讀，所需注意力較多。

## 柒、綜合討論

本文的兩個實驗顯示，立體深度上的高對比會攫取注意力。與正像差相較，負像差置入與主要任務無關的干擾物時，會攫取注意力，使得主要任務的完成時間變長（實驗一）、表現變差（實驗二）。因此，立體深度上的高對比可以形成奇特特徵，負像差比正像差產生較強的注意力攫取。然而，立體深度的注意力攫取過程，在眼動模式上與預測不同。更進一步，負像差攫取較多注意力，但並未產生較佳的廣告記憶；自由瀏覽時，具立體深度的網路廣告也沒有產生較佳的廣告效果。以下將針對這三項議題分別討論。

## 一、從眼動模式檢視正負像差的注意力攫取過程

立體深度的注意力攫取過程，分兩個部分。首先，負像差因有較強的注意力攫取，原本預期會較快被眼睛看到，有較短的首次凝視時間。但實驗一顯示，正像差，不是負像差，反而較快被眼睛看到。這意味由螢幕上到螢幕後從近到遠（正像差）所花時間較短，由螢幕上到螢幕前從遠到近（負像差）所花的時間較長，與大多文獻認為眼睛從近到遠（遠離自己）較慢、從遠到近（趨近自己）較快不同。僅Andersen（1990）與本文的結果相似。Andersen與Kramer（1993）指出，眼睛與螢幕之間的距離，可能是導致研究結果不一致的原因。Andersen（1990）的實驗中，眼睛與螢幕之間的距離是21.8公分；Andersen與Kramer（1993）將距離提高到141公分，就會產生與文獻一致的結果。因此，眼睛與螢幕之間的距離較短時，眼睛從近到遠較快、從遠到近較慢。本文兩個實驗眼睛與螢幕之間的距離皆為65公分，可能也較短，使得眼睛會較快看到正像差、在螢幕後的物體，較慢看到負像差、在螢幕前的物體。

第二，除了是否能最快吸引注意力，注意力攫取還可考慮「重複攫取注意力」與「攫取後維持注意力」，兩者都可能對主要任務造成負面影響。之前研究已經指出，主要任務對注意力的需求影響的網路廣告的干擾效果：主要任務需要的注意力越多，網路廣告對主要任務的干擾越大（Burke et al., 2005; Pasqualotti & Baccino, 2014; Simola et al., 2011）。實驗一的任務為從四個字母中找出目標物F或S，任務較簡單、所需注意力較少，正負像差在重複攫取注意力上沒有差異，眼睛重複造訪具正負像差物體的次數相當；但負像差攫取後維持注意力較正像差強，眼睛一旦接觸具負像差的物體，會在其上停留較久。實驗二則剛好相反，任務為瀏覽或閱讀新聞，任務較複雜、所需注意力較多，負像差在重複攫取注意力較正像差強，眼睛會重複造訪具負像差的物體較多次；但正負像差在攫取後維持注意力上沒有差異，眼睛在具正負像差物體的停留時間相當。因此，負像差因主要任務不同，對眼動模式的影響也不同。

## 二、具立體深度的網路廣告被注意，卻沒被記得

實驗二顯示，正負像差比零像差先看到（假設四）、負像差較常重複被看到（研

究問題五)、及負像差干擾新聞網頁閱讀(假設七)。但這些具立體深度的網路廣告在注意力上的優勢,並沒有轉換為記憶上的效果,正負像差廣告與零像差廣告在廣告記憶上沒有差異(假設六)。出現這樣的結果,有三個可能的原因。第一,奇特特徵本身屬於一種結構特徵(structural features),也會消耗注意力,使得分配處理內容特徵(content features)的注意力減少,減損了廣告記憶。例如,Burke等人(2005)請實驗參與者進行網路搜尋,並以訊號偵測理論(signal detection theory)分析廣告記憶。結果發現,動畫橫幅廣告的廣告記憶比靜態橫幅廣告還差。Kuisma、Simola、Uusitalo與Oorni(2010)請實驗參與者閱讀網路上的短文,也發現動畫廣告獲得較多注意力,但卻較少被記得。因此,具結構特徵的干擾物(如具立體深度的網路廣告)本身可能會消耗注意力,導致吸引較多注意力、但廣告記憶卻較差。

第二,視覺突出假設指出,立體深度上的高對比會以由下而上、刺激物驅動的方式吸引注意力。但是實驗一的研究問題一顯示,無論是負像差或正像差,目標物皆比干擾物先看到。這意味負像差即使吸引注意力,但內隱注意力(配置注意力到眼睛未凝視處)已經先處理:發現是目標物,就會加速跳視;發現是干擾物,就會阻止跳視。如此使得正負像差在部分眼動指標沒有差異的狀況下,主要任務的反應時間與表現仍有差異。可能的原因是在負像差需配置更多注意力抑制眼睛移動到干擾物,而非用來處理干擾物,使得廣告記憶沒有提升。例如,Hong、Thong與Tam(2004)同樣請實驗參與者進行網路搜尋,結果發現閃爍(flashing)的物件確實吸引注意力,但廣告記憶卻較差。他們認為有部分注意力被用來抑制閃爍造成的干擾,使得較少注意力被用來處理內容,損害了廣告記憶。

### 三、瀏覽模式不影響具立體深度網路廣告的效果

與預測不同,自由瀏覽與目標導向兩種瀏覽模式,沒有影響具立體深度的網路廣告與注意力、記憶之間的關係。也就是說,與自由瀏覽二維平面網頁時網路廣告效果較佳不同,當自由瀏覽具立體深度網路廣告的網頁時,即使沒有新聞閱讀測驗,實驗參與者也很少看網路廣告。可能的原因,在於現有的立體顯示器透過雙眼像差成像的過程,也形成了凝視像差(fixation disparity),即眼睛凝視位置與大腦感知

位置之間有距離 (Patel, Jiang, & Ogmen, 2001)，造成視覺輻輳調節衝突 (vergence-accommodation conflict)：兩隻眼睛聚焦在螢幕上 (稱為調節)，但卻同步向內或向外指向在螢幕前或後的物體 (稱為輻輳)，與在真實世界兩者一致不同 (Yano, Ide, Mitsuhashi, & Thwaites, 2002)。視覺輻輳調節衝突不僅導致視覺疲勞與不舒適，也使得辨識刺激物內容、提升立體敏銳度所需的時間增加 (Hoffman, Girshick, Akeley, & Banks, 2008)。這些疲勞與不舒適的負面使用者經驗，使得人們在自由瀏覽的狀況下，不會主動嘗試經歷；辨識刺激物內容需要較長的時間，也使得廣告記憶較差。科技的限制影響了立體深度在網路廣告上的應用，如何改變亦是未來重要的研究議題。

#### 四、研究限制與發現

本文遭遇到得最大困難，是許多樣本的眼動取樣率偏低而被排除，進行眼動指標分析的樣本數偏低。眼動儀軟體與實驗程序控制軟體在同一台電腦執行，是主要的因素，並且也可能造成刺激物呈現的延遲。另外，實驗一反應時間分佈在436到1862微秒之間，部分在時間上小於眼動分析軟體資料切割的最小單位，也導致資料被排除。未來宜將眼動儀軟體與實驗程序軟體安裝於兩台不同電腦主機進行。實驗設計上，本文眼睛與螢幕之間的距離是否較短，影響立體深度的注意力攫取過程，未來可以操弄眼睛與螢幕之間的距離並重複實驗檢視。本文僅同時比較零像差與負像差、或零像差與正像差，未來亦可在正負像差增加不同深度，評估雙眼融合 (binocular fusion) 是否亦影響立體深度的注意力攫取。

## 參考書目

- 陶振超 (2011)。〈媒介訊息如何獲得注意力：突出或相關？認知取徑媒體研究之觀點〉，《新聞學研究》，107：245-290。
- Andersen, G. J. (1990). Focused attention in three-dimensional space. *Perception & Psychophysics*, 47(2), 112-120.
- Andersen, G. J., & Kramer, A. F. (1993). Limits of focused attention in three-dimensional space. *Perception & Psychophysics*, 53(6), 658-667.
- Andersen, G. J., Ni, R., Bian, Z., & Kang, J. (2011). Limits of spatial attention in three-dimensional space and dual-task driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 43(1), 381-390.
- Arnott, S. R., & Shedden, J. M. (2000). Attention switching in depth using random-dot autostereograms: Attention gradient asymmetries. *Perception & Psychophysics*, 62(7), 1459-1473.
- Atchley, P., & Kramer, A. F. (2001). Object and space-based attentional selection in three-dimensional space. *Visual Cognition*, 8(1), 1-32.
- Atchley, P., Kramer, A. F., Andersen, G. J., & Theeuwes, J. (1997). Spatial cuing in a stereoscopic display: Evidence for a "depth-aware" attentional focus. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(4), 524-529.
- Benzie, P., Watson, J., Surman, P., Rakkolainen, L., Hopf, K., Urey, H., . . . von Kopylow, C. (2007). A survey of 3DTV displays: Techniques and technologies. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 17(11), 1647-1658.
- Burke, M., Hornof, A., Nilsen, E., & Gorman, N. (2005). High-cost banner blindness: Ads increase perceived workload, hinder visual search, and are forgotten. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 12(4), 423-445.
- Chica, A. B., Martin-Arevalo, E., Botta, F., & Lupianez, J. (2014). The spatial orienting paradigm: How to design and interpret spatial attention experiments. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 40, 35-51.

- Cooper, J., & Feldman, J. (1979). Assessing the Frisby Stereo Test under monocular viewing conditions. *Journal of the American Optometric Association*, 50(7), 807-809.
- Cooper, J., Feldman, J., & Medlin, D. (1979). Comparing stereoscopic performance of children using the Titmus, TNO, and Randot stereo tests. *Journal of the American Optometric Association*, 50(7), 821-825.
- Downing, C. J., & Pinker, S. (1985). The spatial structure of visual attention. In M. I. Posner & O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 171-187). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duckman, R. H. (2006). *Visual development, diagnosis, and treatment of the pediatric patient*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Fielder, A. R., & Moseley, M. J. (1996). Does stereopsis matter in humans? *Eye*, 10, 233-238.
- Findlay, J. M., & Gilchrist, I. D. (2003). *Active vision: The psychology of looking and seeing*. New York, NY: Oxford University Press.
- Finlayson, N. J., Remington, R. W., & Grove, P. M. (2012). The role of presentation method and depth singletons in visual search for objects moving in depth. *Journal of Vision*, 12(8), 1-9.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Wright, J. H. (1994). The structure of attentional control: Contingent attentional capture by apparent motion, abrupt onset, and color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(2), 317-329.
- Frisby, J. P., Davis, H., & McMorrow, K. (1996). An improved training procedure as a precursor to testing young children with the Frisby Stereotest. *Eye*, 10, 286-290.
- Gawryszewski, L. d. G., Riggio, L., Rizzolatti, G., & Umiltà, C. (1987). Movements of attention in the three spatial dimensions and the meaning of "neutral" cues. *Neuropsychologia*, 25(1A), 19-29.
- Ghirardelli, T. G., & Folk, C. L. (1996). Spatial cuing in a stereoscopic display: Evidence for a "depth-blind" attentional spotlight. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3(1), 81-86.
- Goodrich, K. (2011). Anarchy of effects? Exploring attention to online advertising and

- multiple outcomes. *Psychology & Marketing*, 28(4), 417-440.
- Hakkinen, J., Kawai, T., Takatalo, J., Mitsuya, R., & Nyman, G. (2010, January 18-20). *What do people look at when they watch stereoscopic movies?* Paper presented at the Stereoscopic Displays and Applications XXI, San Jose, CA.
- He, Z. J., & Nakayama, K. (1995). Visual attention to surfaces in three-dimensional space. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 92(24), 11155-11159.
- Heron, S., & Lages, M. (2012). Screening and sampling in studies of binocular vision. *Vision Research*, 62, 228-234.
- Hervet, G., Guerard, K., Tremblay, S., & Chtourou, M. S. (2011). Is banner blindness genuine? Eye tracking Internet text advertising. *Applied Cognitive Psychology*, 25(5), 708-716.
- Hoffman, D. M., Girshick, A. R., Akeley, K., & Banks, M. S. (2008). Vergence-accommodation conflicts hinder visual performance and cause visual fatigue. *Journal of Vision*, 8(3), 1-30.
- Hong, W. Y., Thong, J. Y. L., & Tam, K. Y. (2004). Does animation attract online users' attention? The effects of flash on information search performance and perceptions. *Information Systems Research*, 15(1), 60-86.
- Howard, I. P. (2002). Depth perception. In S. Yantis (Ed.), *Steven's handbook of experimental psychology* (3rd ed., Vol. I: Sensation and perception, pp. 77-120). New York, NY: Wiley.
- Howarth, P. A. (2011). Potential hazards of viewing 3-D stereoscopic television, cinema and computer games: A review. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 31(2), 111-122.
- Huynh-Thu, Q., & Schiatti, L. (2011, January 24-27). *Examination of 3D visual attention in stereoscopic video content*. Paper presented at the Human Vision and Electronic Imaging XVI, San Francisco, CA.
- Huynh, S. C., Ojaimi, E., Robaei, D., Rose, K., & Mitchell, P. (2005). Accuracy of the Lang II stereotest in screening for binocular disorders in 6-year-old children American

- Journal of Ophthalmology*, 140(6), 1130-1132.
- Iavecchia, H. P., & Folk, C. L. (1994). Shifting visual attention in stereographic displays: A time course analysis. *Human Factors*, 36(4), 606-618.
- Iijima, A., Komagata, S., Kiryu, T., Bando, T., & Hasegawa, I. (2012). Vergence eye movements signifying 3D depth perception from 2D movies. *Displays*, 33(2), 91-97.
- Jansen, L., Onat, S., & Konig, P. (2009). Influence of disparity on fixation and saccades in free viewing of natural scenes. *Journal of Vision*, 9(1), 1-19.
- Kuisma, J., Simola, J., Uusitalo, L., & Oorni, A. (2010). The effects of animation and format on the perception and memory of online advertising. *Journal of Interactive Marketing*, 24(4), 269-282.
- Lambooi, M., IJsselsteijn, W. A., & Heynderickx, I. (2011). Visual discomfort of 3D TV: Assessment methods and modeling. *Displays*, 32(4), 209-218.
- Lang, A. (2000). The limited capacity model of mediated message processing. *Journal of Communication*, 50(1), 46-70.
- Lang, C., Nguyen, T., Katti, H., Yadati, K., Kankanhalli, M., & Yan, S. (2012). Depth matters: Influence of depth cues on visual saliency. *Lecture Notes in Computer Science*, 7573, 101-115.
- Larson, W. L. (1988). Effect of TNO red-green glasses on local stereoacuity. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 65(12), 946-950.
- Larson, W. L. (1990). An investigation of the difference in stereoacuity between crossed and uncrossed disparities using Frisby and TNO tests. *Optometry and Vision Science*, 67(3), 157-161.
- Lee, J., & McIntyre, A. (1996). Clinical tests for binocular vision. *Eye*, 10, 282-285.
- Li, H. R., & Bukovac, J. L. (1999). Cognitive impact of banner ad characteristics: An experimental study. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 76(2), 341-353.
- Li, H. R., Daugherty, T., & Biocca, F. (2002). Impact of 3-D advertising on product knowledge, brand attitude, and purchase intention: The mediating role of presence. *Journal of Advertising*, 31(3), 43-57.

- Nakayama, K., & Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature*, 320(6059), 264-265.
- O'Toole, A. J., & Walker, C. L. (1997). On the preattentive accessibility of stereoscopic disparity: Evidence from visual search. *Perception & Psychophysics*, 59(2), 202-218.
- Ohlsson, J., Villarreal, G., Abrahamsson, M., Cavazos, H., Sjoström, A., & Sjostrand, J. (2001). Screening merits of the Lang II, Frisby, Randot, Titmus, and TNO stereo tests. *Journal of Aapos*, 5(5), 316-322.
- Ohzawa, I., Deangelis, G. C., & Freeman, R. D. (1990). Stereoscopic depth discrimination in the visual cortex: Neurons ideally suited as disparity detectors. *Science*, 249(4972), 1037-1041.
- Pagendam, M., & Schaumburg, H. (2001). Why are users banner-blind? The impact of navigation style on the perception of Web banners. *Journal of Digital Information*, 2(1). Retrieved from <http://journals.tdl.org/jodi/article/view/36/38>
- Pasqualotti, L., & Baccino, T. (2014). Online advertisement: How are visual strategies affected by the distance and the animation of banners? *Frontiers in Psychology*, 5, 1-11.
- Patel, S. S., Jiang, B.-C., & Ogmen, H. (2001). Vergence dynamics predict fixation disparity. *Neural Computation*, 13(7), 1495-1525.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25.
- Radach, R., Lemmer, S., Vorstius, C., Heller, D., & Radach, K. (2003). Eye movements in the processing of print advertisements. In J. Hyon, R. Radach & H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 609-632). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Read, J. C. A., Godfrey, A., Bohr, I., Simonotto, J., Galna, B., & Smulders, T. V. (2016). *Viewing 3D TV over two months produces no discernible effects on balance, coordination or eyesight*. *Ergonomics*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1080/00140139.2015.1114682>
- Resnick, M., & Albert, W. (2014). The impact of advertising location and user task on the

- emergence of banner ad blindness: An eye-tracking study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 30(3), 206-219.
- Sajjacholapunt, P., & Ball, L. J. (2014). The influence of banner advertisements on attention and memory: Human faces with averted gaze can enhance advertising effectiveness. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-16.
- Simola, J., Kuisma, J., Oorni, A., Uusitalo, L., & Hyona, J. (2011). The impact of salient advertisements on reading and attention on Web pages. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17(2), 174-190.
- Simons, K. (1981). A comparison of the Frisby, Random-dot-E, TNO, and Randot Circles stereotests in screening and office use. *Archives of Ophthalmology*, 99(3), 446-452.
- Solimini, A. G. (2013). Are there side effects to watching 3D movies? A prospective crossover observational study on visually induced motion sickness. *PLoS One*, 8(2), e56160.
- Steinman, S. B. (1987). Serial and parallel search in pattern vision? *Perception*, 16(3), 389-398.
- Suto, M. (2014). Stereo Photo Maker (Version 4.54) [Computer Program]. Retrieved from <http://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception & Psychophysics*, 51(6), 599-606.
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135(2), 77-99.
- Theeuwes, J., Atchley, P., & Kramer, A. F. (1998). Attentional control within 3-D space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(5), 1476-1485.
- Tobii Technology. (2011). *Tobii TX300 eye tracker*. Retrieved from [http://www.tobii.com/Global/Analysis/Downloads/User\\_Manuals\\_and\\_Guides/Tobii\\_TX300\\_EyeTracker\\_UserManual.pdf](http://www.tobii.com/Global/Analysis/Downloads/User_Manuals_and_Guides/Tobii_TX300_EyeTracker_UserManual.pdf)
- Wade, N. J., & Ono, H. (1985). The stereoscopic views of Wheatstone and Brewster. *Psychological Research*, 47(3), 125-133.

- Wang, J., Perreira Da Silva, M., Le Callet, P., & Ricordel, V. (2013). A computational model of stereoscopic 3D visual saliency. *IEEE Transactions on Image Processing*, 22(6), 2151 - 2165.
- Wismeijer, D. A., Erkelens, C. J., van Ee, R., & Wexler, M. (2010). Depth cue combination in spontaneous eye movements. *Journal of Vision*, 10(6).
- Wolfe, J. M., & Horowitz, T. S. (2004). What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it? *Nature Reviews Neuroscience*, 5(6), 495-501.
- Yano, S., Ide, S., Mitsuhashi, T., & Thwaites, H. (2002). A study of visual fatigue and visual comfort for 3D HDTV/HDTV images. *Displays*, 23(4), 191-201.
- Yano, S., & Yuyama, I. (1991). Stereoscopic HDTV: Experimental system and psychological effects. *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, 100(1), 14-18.
- Zhang, P. (2000). The effects of animation on information seeking performance on the World Wide Web: Securing attention or interfering with primary tasks? *Journal of the Association for Information Systems*, 1(1). Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/jais/voll/iss1/1>