

以眼動路徑探討多義圖形的辨識歷程

林銘煌* 王靜儀**

國立交通大學應用藝術研究所

* ludwiglin@mail.nctu.edu.tw

** catincar@gmail.com

摘要

基於選擇性注意力的理論，為了探討多義圖形的構圖和辨識比對模式的關係，本研究以眼動儀為工具，三幅曖昧圖形和三幅圖地反轉圖形為刺激物，紀錄眼球運動的參數，再藉由質化研究中開放編碼和主軸編碼的程序，把數據與圖形經計算、核對、分類、分層等步驟，提出在多義圖形構圖方面影響辨識的概念，包括：主要區域、次要區域，關鍵特徵和輔助特徵。在解讀兩組圖形的辨識歷程後，歸類五種比對模式，包括：辨識主要區域、主要區域與次要區域相互核對、辨識關鍵區域，看不出目標物和看不到目標物。雖然，此兩組圖形在構圖方面的「欺瞞技巧」不同，使受測者的「搜尋途徑」不同，但「比對行為」無明顯不同。最後，提出多義圖形的搜索與辨識歷程，解釋在心智驅駛（由上而下）與視覺驅使（由下而上）作用下，如何判讀圖形。而在圖形構圖布局的技巧原則亦有所剖析，可提供創作多義圖形之參考。

關鍵詞：錯視、多義圖形、完形理論、選擇性注意力、眼動儀、紮根理論

論文引用：林銘煌、王靜儀（2012）。以眼動路徑探討多義圖形的辨識歷程。《設計學報》，17（2），49-72。

一、研究背景與動機

「錯視」圖形是繪畫及平面設計的一種表現手法，其中，「多義圖形」是利用巧妙的構圖，把多重意象融於一體，呈現獨特效果，吸引觀者的目光。著名例子有布拉格的宮廷畫家－左傑倍·阿爾欽博托（Giuseppe Arcimboldo, 1527-1593）將蔬菜、水果、花卉、昆蟲，動物和常見的物品組成怪異荒誕的人物像，在視覺方面產生多元的解釋。荷蘭版畫家－艾薛爾（Maurits Cornelis Escher, 1898-1972）運用複雜的數理概念，創作許多錯視圖形，例如「Three Worlds」中，可看到遍地落葉、水面倒影的圖像，當圖畫上下顛倒，還會出現三棵枝椏彎曲的樹和滿天葉片紛飛的第三種景象。超現實主義畫家－達利（Salvador Dali, 1904-1989）也以類似手法，運用模稜兩可的特性，巧妙配置前景與背景，使畫面多了一張人臉。近代日本平面設計師－福田繁雄（Shigeo Fukuda, 1932 -）更利用圖地反轉的錯視原理，創作其海報設計，以黑色和白色部份分別呈現男生和女士的腿。近年來，國內設計研究對「錯視」圖形研究不少，大多集中在錯覺對「知覺和行為」的影響（Sun & Fu, 2010；傅銘傳、林品章，2009；傅銘傳、孫慶文，2010；

傅銘傳、孫慶文、林品章，2010；陳建雄、簡佑宏，2004）。其中，多義圖形的研究較少，大致可分兩類，分別著重於「錯視」原理與特性（陳盈秀、劉說芳，2010；張子涵、黃雅卿，2010；陳惠珠，2009；李根在、康台生，2000；李佳珍、蘇茂生、張柏舟，1999），以及探討視覺失衡於設計創造方面的視覺效果（陳惠珠、李慧芳，2010；陳美蓉、張恬君，2001；蘇麗琴、林右正，2001；郭美琦、張柏舟，2000）。本研究則欲探索：（1）為什麼觀看多義圖形時，有些人只能看到其中的一部分，而看不到其他的部分？（2）是否因為辨識歷程與比對的東西不同之故？（3）相對的，以設計的角度來看，是否圖形的構圖技巧影響人們的注意力，並左右人們的解讀？本研究嘗試以眼動儀為工具，配合紮根理論的方法，來紀錄、剖析、推論其間的道理。

二、文獻探討

2-1 錯視與多義圖形

「錯視」指眼睛的錯覺，一種將外在刺激的大小、形狀、顏色和明暗等關係，明顯的判斷錯誤，或是產生矛盾的現象。日本心理學者—今井省吾（1984 / 沙興亞譯，1988）在《錯視圖形》中認為：「錯視不是知覺上的錯誤」而是一種顯著的視覺分歧現象。陳俊宏、楊東民（1998）將錯視圖形歸類成：「幾何學錯視」和「多義圖形」兩大類，其中，多義圖形即借用圖像曖昧不明的矇騙技巧，讓觀者產生新奇、模稜兩可的矛盾感受，表達視覺的創意。本研究即以「多義圖形」為例，進行研究。今井省吾（1984 / 沙興亞譯，1988）定義：多義圖形是在同一圖形中可能會產生兩種看法的圖形。其起源可追溯到十世紀左右的西方手寫書，大寫字母的文字設計以兩個站立的人之間傳遞一隻小鹿，即代表英文字母「H」（楊清田，1992）。認知心理學家 Neisser（1967）曾提及，兩個英文字「THE CAT」，會使人讀成「這隻貓」，模稜兩可的符號—「A」，分別解讀成字母—「H」與「A」。除了受空間脈絡影響之外，不同的兩件事物若是合而為一，也可形成了曖昧效果，例如心理學家波林（Edwin Garrigues Boring, 1886-1968）的「老婦與少女」，模稜兩可的圖像，使人一下子看到少女，一會兒又可看到老婦人。而中國民間傳統年畫也有此類構圖，例如「六子爭頭」中雖然只有三個孩童的頭、手和大腿，卻可解讀出六個人的姿態，都帶給觀看者新奇的想像空間。

2-2 形狀辨視與選擇性注意力

當外界刺激進入眼睛之後，要對其形象作判斷，就必須將之與其類別作正確的聯結，即形狀辨識（pattern recognition）。辨識觸及了人類心智的學習與記憶，即過去的知識，一些在人們記憶中有系統、有組織的知識結構，稱為：「認知基模」（schema）（陳學志、鄭昭明，1991；Solso, 1994），用來比較、類推與判斷外界刺激。由於，每個人的記憶、經驗與學習環境不同，故解讀訊息的結果會有所差異。視知覺具有積極、主動、選擇、補充，構成作用，具有高度選擇力，不是被動的接受。當觀看者接收到的視覺資訊模糊、曖昧不清時，視知覺便會把混亂的刺激組織起來，賦予秩序，而雜亂的意象，有些整理成圖形，有些變成背景，即朝想像的圖形去解讀、搜尋、比對，傾向判斷此類資訊為記憶中所熟悉的物體。此時「注意力」則過濾掉不重要的刺激，只針對少部分相關的刺激作進一步認知處理或反應，即「選擇性注意力」（selective attention），其關鍵是「犧牲對某些事物的處理，以有效的處理其他的事物」（鄭昭明，1997）。就行為資料來看，過去被認為不太可能會受主觀意識所影響的純粹視覺現象，例如

亮度偵測、運動後效 (motion aftereffect)、圖形後效 (figure aftereffect)、亮度判斷、長度判斷，多義圖形 (ambiguous figure) 以及部分錯覺現象等，會被注意力所影響 (Chaudhuri, 1990; Posner, Snyder, & Davidson, 1980; Theeuwes, Kramer, & Atchley, 1999; Tsal, 1994; Yeh, Chen, De Valois, & De Valois, 1996)。認知學家 Richard L. Gregory 指出，知覺是種假設 (perceptions are hypotheses)，當視網膜觀察到含糊不清、多義性的圖像，可能會打開無窮盡的解釋 (Gregory, 1997, p. 10)。他表示多義性 (ambiguity) 對認知研究非常有用，當輸入眼睛的訊息不變之下，認知卻有許多變化，是深入探討認知的絕佳素材。多義性允許人們把經由眼睛從下而上帶來的訊息效應 (effects of bottom-up signals) 和從上而下的知識與假設 (top-down knowledge and assumptions) 區分開來 (Gregory, 1997, p. 206)，多義性對追求視覺確定性的經驗主義者可能是件壞事；但對於把知覺視為是聰明創作溫床的人卻是件好事，即可透過操作視覺刺激，讓有限的圖形同時卻可展現多種可能的內容。Richard 即以 Necker 提出立方體輪廓翻動的現象 (necker cube)，深入解釋同一刺激卻可產生不同深度空間的幻覺 (Gregory, 1997, pp. 227-230)。例如，圖 1 是 Richard 由視覺推測出的心智概念圖，由眼睛 (由下而上) 及其他感覺而來的訊息，經由生理途徑加以處理，並對該物的知識 (由上而下) 及一般法則 (旁側路徑，例如完形法則或透視法則) 加以解讀，其輸出行為的成功或失敗可回饋修正原有的知識或發展新知識，而感覺信號 (sensory signals) 應該帶著感覺傳遞出當下的情況 (Gregory, 1997, p. 251)。此心智概念圖主要解釋完型理論實驗和深度空間實驗所架構的，在此基礎之下，本研究探討的重點放在圖中下半部灰色區域的運作機制，認為針對多義圖形刻意對視知覺「矇騙」，製造多重解讀的效應，應該可幫助人們深入了解接收和辨識訊息的運作機制。

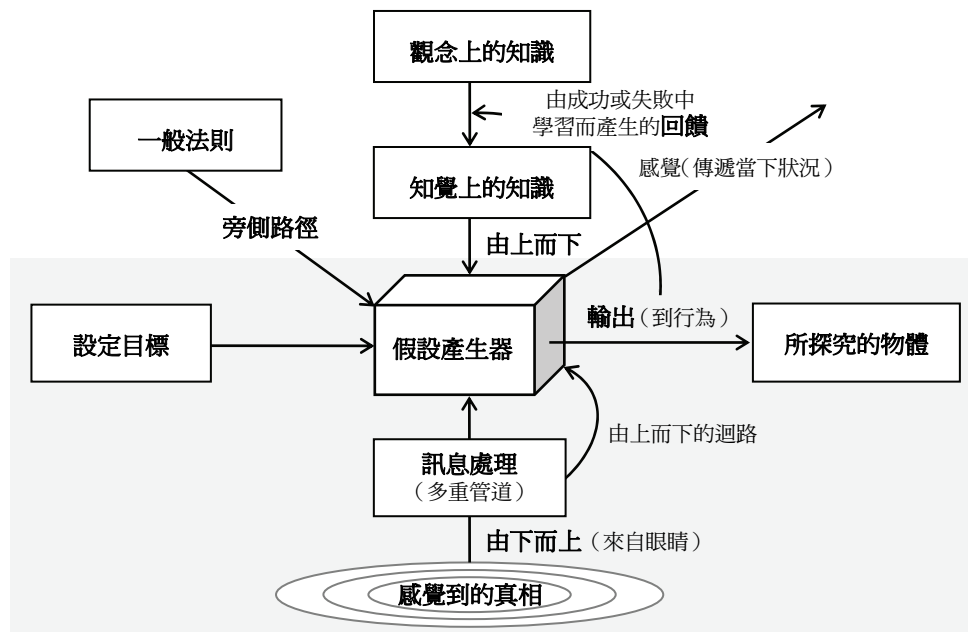


圖 1. 視覺推測出的心智示意圖 (譯自 Gregory, 1997, p. 251)

2-3 藝術相關的眼動研究

人們從外在環境中，先由眼睛接收到的訊息，再由視神經傳到大腦，再藉著大腦的組織，及運算的過程，用人們所看到的資訊解釋外界的事物。眼睛觀看事物時，由於，大部分視網膜的解像力 (resolving power) 很差，所以，需要藉由眼球的轉動才能看清楚物體，使目標物正好落在兩眼敏感的中央視窩部位 (foveal vision)，涵蓋範圍僅約 1-2 度視角。觀看過程中，眼睛不是規律的停留在畫面，而是在短暫停

留後，快速的移動到下一個停留位置。當眼睛凝視在某一個特徵時，相關的訊息傳到腦部進行分析，然後視覺焦點再被指引到其他疑惑的地方，直到索然無味為止 (Solso, 1994)。眼球短暫停留與快速移動的特性，分別被定義為：凝視 (fixation) 與掃視 (saccade)。當眼球凝視時，視覺訊息在網膜上的成像比較穩定，且有較充裕的時間 (平均約二百五十毫秒) 對訊息作進一步處理，而掃視則不能。掃視代表眼球的移動從上一個凝視點到下一個凝視點，所以，如果凝視次數是十，則掃視次數就是九。一般的眼球運動研究，主要的參數有：(1) 凝視時間 (fixation times)：凝視時，在一定的區域內，眼球呈現暫時靜止，所佔用的時間，單位以毫秒 (ms) 計算。(2) 凝視個數 (number of fixation)：是凝視的個數。(3) 凝視點的順序 (sequence of fixation points)：凝視點先後之間的順序關係，而連續的凝視順序構成掃描路徑 (scanpath)。(4) 凝視點間隔或距離 (inter fixation distances or interval between fixations)：凝視點間的距離。(5) 瞳孔大小 (pupil size)：瞳孔大小的變化可衡量心智活動敏感程度 (Bucks & Walrath, 1992)，其大小可反映心智負荷 (mental loading)，心智負荷越重，瞳孔愈大 (Kahneman & Beatty, 1966; Kahneman & Wright, 1971; Granholm, Asarnow, Sarkin, & Dykes, 1996)。

而眼球運動在藝術方面的研究，則常以掃描路徑、凝視點和凝視時間為指標。Norton 和 Stark (1971) 曾執行一系列實驗，以掃描路徑描述在看東西時重覆的凝視和眼動，並用「特徵圈」(feature ring，由圖形的次特徵串連而成) 的概念解釋眼球搜尋模式。他們認為不同的人看同一東西和同一個人看不同東西，應該可以從不同形式的變化中，找出「理想的綜合掃描路徑」(idiosyncretic scanpath)，如同銷售員在許多城市販售東西一般，在了解問題後，會選擇最有效的路徑，或者至少是「最佳猜測」的路徑。在後繼的實驗中 (Stark & Ellis, 1981)，掃描路徑呈現非常接近封閉的環狀輪轉的形式，達到最節省的搜尋路徑。或以 X 光片和漫畫為刺激物，證明和看藝術作品時一樣，專家比非專家的眼動更有效率 (Nodine & Kundel, 1987)，並在其所提出的搜尋模式中，把掃描範圍分為：整體物件辨識 (holistic object recognition) 和局部特徵分析 (local feature analysis)。另外，Molnar (1981) 的研究，把巴黎藝術系學生分為兩組，觀看藝術作品，並回答作品的含意或美學性質。結果顯示兩組的掃描路徑相似，只有些許不同，推論背景相似之故。當進一步比較其凝視時間發現，美學性質組比含意性質組的凝視時間來得長；對含意組來說，需要檢視畫中許多不同的區塊，不允許長時間逗留。為了瞭解凝視和眼動背後的原因，Molnar (1981) 用區域為基礎來分析，而不以凝視點來分析。另一實驗中，莫內 (Manet) 畫作 Olympia 也依構圖劃分為：頭和胸部、左手和腿部、侍女，腳和貓等五個區域，結果顯示觀者的注意力在於頭和胸部，而在受測者達到二十五位後，即使在較長的觀看時間下，仍保持穩定的結果。近期 Josephson 和 Holmes (2004) 的研究，把網頁範例劃分四個區塊，以瀏覽區塊的順序和距離，觀察網頁搜尋時年齡的差異性，結果出乎意料之外，年紀大的成年人能夠快速準確的找到資訊，而小孩、年輕人和一般成年人並無如預期的有效率，並且無太大差異。在 Molnar 和 Ratsikas (1987) 後續的研究中，亦發現巴洛克藝術比古典藝術的平均凝視短六十毫秒，推論不同風格和時期的藝術作品會產生不同的眼動和凝視，而愈複雜的圖形產生愈短的凝視。Nodine、Locher 和 Krupinski (1987) 以一組構圖、平衡，和對稱不同的繪畫為刺激物，發現有藝術訓練的人比沒有藝術訓練的人花較多時間在多方面的搜索。藉用在生理方面因凝視產生的盲點現象，Cater (2002) 指定受測者執行某一觀看任務時，故意降低圖片凝視點以外的解晰度，結果證明，沒有一個受測者發現此改變，但是，自由觀看者則都發現了。在應用眼動數據方面，Santella 和 DeCarlo (2002) 利用提問不同問題所紀錄的眼動資料，疊加在原刺激圖上，達到凝視區域畫面清晰，其他部分模糊的效果；並推估，可藉此方式，因應不同需求，引導觀者的注意力到期許的區域。在另一實驗中 (Santella & DeCarlo, 2004)，則改變同一圖形在不同區塊的描繪精細度，證明和藝術家繪圖的技巧相同，可利用控制圖形細膩度，操控觀看的區域和理解力。

三、研究方法與步驟

3-1 受測者與刺激圖片

隨機抽樣三十名大學生為受測者，平均年齡二十一歲，男性二十二位，女性八位，皆無視覺障礙及眼部相關疾病，視力均經過校正，配戴眼鏡或隱形眼鏡不影響實驗結果。本研究挑選六張具有臉部特徵的錯視多義圖形，圖片依不同類別，分成兩組實驗，如表 1 所示。每張圖片依比例修正至符合 800 x 600 電腦螢幕大小，圖形之外襯有 50%灰階背景。實驗一「曖昧圖形」，每張圖片含有兩種解讀，分別是：(1)「兔或鴨」，其身形和頭部在畫面比例約為 1:1。(2)「少女與老婦」在整體上兩者所佔的面積一樣，但臉部面積約為 1:2，畫面上少女的左耳是老婦的左眼，少女的項鍊是老婦的嘴巴。(3)「鹿或鳥」整體所佔的比例是鹿與鳥約為 3:1，但鹿是以一個常態正面迎人的角度，而鳥則低著頭，是個較不常見的姿勢。實驗二「圖地反轉」，前兩圖為基本範例，第一組圖地比例比較接近，但線條較第二組來得複雜，第三組圖則多了複合肖像和色彩的變數，而且人物與燭台較前兩圖具象、有立體感。

表 1. 兩組刺激圖片

實驗一 曖昧圖形				
		①兔或鴨，作者不明	②女孩或老婦，Boring (1930)	③鹿或鳥，山口正博
測試項目	命題	兔子，鴨子	女孩，老婦	鹿，鳥
	面積	頭與身體比例皆 1:1	臉部比例 1:2	整體比例 3:1
	姿勢	兩側臉相背	兩側臉重疊	體態各異 (鹿轉身，鳥低頭)
	背景	無背景	有配飾 (頭巾，羽毛，衣服) 與命題相鄰	有背景 (樹幹，樹枝，枯葉) 與 命題相融
實驗二 圖地反轉				
		④魯賓之壺 A, E. Rubin	⑤魯賓之壺 B, E. Rubin	⑥對望的老人，作者不明
測試項目	命題	燭台 a, 男臉 X 2	燭台 b, 女臉 X 2	燭台 c, 老公公和老婆婆的臉， 其餘三個人
	面積	比例 1:1	比例 1:2	比例 1:4:2
	姿勢	兩側臉相望、距離較遠	兩側臉相望、距離近	複合肖像，兩側臉相望、距離近
	形式	線條鋸齒，人物具象	線條流暢，人物抽象	線條精細，人物寫實
	色彩	黑白	黑白	彩色

3-2 眼動儀設備與實驗程序

本實驗使用加拿大 SR Research 的 EyeLink II 頭盔式眼動儀，配戴於受測者頭部。由十七吋的電腦螢幕播放刺激圖片，螢幕四個角落黏附紅外線發射器作為基本座標。頭盔上裝有三個微型攝影機，每秒掃描二百五十次，當受測者觀看實驗圖片過程中，攝影機將眼動訊息傳回電腦，精算瞳孔移動的位置，並紀錄眼動資料。實驗室內光源保持穩定，受測者眼睛至螢幕的觀看距離保持在六十公分左右，視角約

28×22 度。在配戴眼動追蹤儀之頭套後，進行「眼球校正」工作，設定眼球追蹤器（camera setup），以確認瞳孔位置和螢幕相對位置正確。在確定校正（calibration）、確認（validation）與眼球漂浮（drift correction）設定無誤之後，進入正式實驗。實驗中每一圖片出現三次（除了最後一張圖出現四次），每次觀看圖案時間為十五秒，每次任務不同，如表 2 所示，受測者聽到指示後，開始辨識螢幕所呈現的圖片，待播放結束後，對所需辨識的圖案誠實回答有看見或沒有看見。以第一張「兔或鴨」的圖片為例，第一次搜索，沒有設定目標物（無需回答）；第二次搜索，目標物是「兔子」（需回答）；而第三次搜索，目標物是「鴨子」（需回答）。

表 2. 實驗中搜索的目標物與次序

提問搜索的目標物次序	實驗一：曖昧圖形			實驗二：圖地反轉		
	兔或鴨	少女或老婦	鹿或鳥	魯賓之壺A	魯賓之壺B	對望的老人
第一次	無目標物	無目標物	無目標物	無目標物	無目標物	無目標物
第二次	兔子	少女	鹿	燭台 (a)	燭台 (b)	燭台 (c)
第三次	鴨子	老婦	鳥	人臉 (a)	人臉 (b)	人臉 (c)
第四次						三個人

3-3 內容分析法與紮根理論

通常眼動的研究都以量化的分析方式進行，但如文獻中藝術方面的研究則不盡然如此，本研究採用內容分析法的策略，一種混合量化和質性研究的方式。原本內容分析法處理的是書寫的文本素材，其中，最簡單、純粹的就是對文本進行編碼，再計算所有編碼出現的頻次，增加研究量化的色彩和客觀性。另外，為了顯現其連貫性，類目系統都以上級架構和次級架構來建構編碼，並在句法學和語意學兩個層面重新建構再現，進行有根據的推測。內容分析法的優點是對文本單位進行統計處理，減少大量文本的複雜度，系統化分類與計算文本單位，可萃取出扼要的描述（Martin & George, 2000）。內容分析法應用的範圍很廣，早期的研究已擴展到許多文化產物（Gerbner, 1969）的應用方面。針對本研究關心的議題，分析的參數集中在凝視時間、掃視次數和掃描路徑。按理來說，凝視時間愈久或掃視次數愈多的區域，即是受測者最感興趣的區域，而凝視點的順序則充分紀錄了眼睛觀看物件的路徑。在資料方面，雖然，凝視和掃描路徑不同於文字，但本研究引用紮根理論（grounded theory）（Strauss & Corbin, 1998/吳芝儀、廖梅花譯，2001）的精神，將眼動的掃視歷程轉換成「開放編碼」（open coding）和「主軸編碼」（axial coding），以歸納資料、繪製樹狀圖建構理論。開放編碼在於界定資料中所發現的概念，藉著資料的逐行、逐句、逐段分析，將相關的概念以更抽象、更高層次的概念加以群組、發展成類別，建立樹狀節點，歸類成主軸編碼。近年來，紮根理論開始應用於設計研究領域（Boztepe, 2007; Lee & Cassidy, 2007; Schadewitz, 2009; Wong, 2010），不論是探討跨文化遠距合作設計學習（Schadewitz, 2009），探索隱喻式燈具設計個案的語意式操作脈絡（鄭仕弘、林盛宏、林銘煌，2010），或結合焦點團體訪談和集群分析的方式，來調查包裝可尋性及其設計差異的區辨要素（王韋堯、周穆謙，2010）都有所斬獲。本研究將眼動搜索的原始資料剝絲抽繭，進行開放編碼，擷取共同的掃視路徑規律，再與其他編碼比對與分類歸納出主軸編碼，解讀人們讀圖的模式。

3-4 眼動數據處理

實驗完畢後，首先，以眼動分析軟體 Eye Link Data Viewer 處理眼動資料，將兩組實驗眼動的軌跡和視覺凝視點等結果與原圖疊合，可大致看出眼動軌跡的分布。以第七位受測者（s7）觀看曖昧圖形第一張圖片的第二題並辨識出兔子為例，圖 2（a）左側欄位顯示眼動數據，右側是疊合後的眼動結果，如圖

2 (b) 的數字是停留的時間，單位毫秒，圓圈是觀看位置，圓圈愈大表示停留時間越長，箭頭線是眼動軌跡。第二步，在軟體中將眼動數據經軟體計算轉換為：聚光效果，如圖 2 (c)，圖中視覺停留時間愈久的部位愈亮。此例中最亮的地方在兔眼附近的區域，初步顯示「兔臉」是注視的焦點。實驗過程中可能因流汗、眼睛疲勞、慣性的肢體動作，例如搖頭等因素，使掃視路徑與圖案相對應的位置產生偏移，故剔除無效樣本後，各組真正有效樣本人數，如表 3 所列。

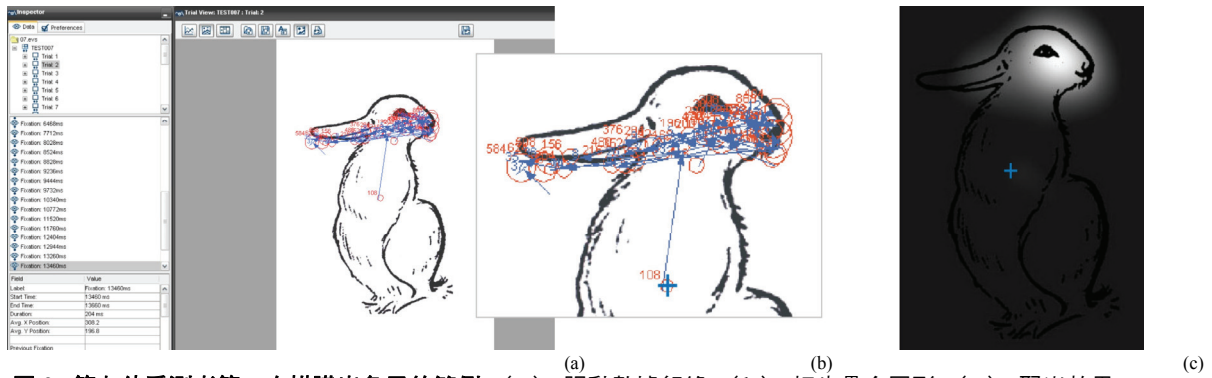


圖 2. 第七位受測者第二次辨識出兔子的範例：(a) 眼動數據紀錄；(b) 初步疊合圖形；(c) 聚光效果。

表 3. 辨識兩組多義圖形的結果 (單位：人數)

實例一 曖昧圖形	搜索 目標	辨識 成功	辨識 失敗	受測有效 樣本人數	實例二 圖地反轉	搜索目標	辨識 成功	辨識 失敗	受測有效 樣本人數
①兔或鴨	兔子	24	0	24	④魯賓之壺 A	燭台 a	26	0	26
	鴨子	20	1	21		男臉	16	3	19
②少女或老婦	少女	17	3	20	⑤魯賓之壺 B	燭台 b	26	0	26
	老婦	5	16	21		女臉	18	2	20
③鹿或鳥	鹿	22	0	22	⑥對望的老人	燭台 c	5	14	19
	鳥	17	9	26		老公公與老 婆婆的臉	19	6	25
						其餘三個人	23	1	24

第三步，定義研究重點區域 (interested area)，編碼 A~G，分別對應兔子和鴨子的特徵部位，如圖 3 (a)。一旦眼睛掃視到此類被劃分的區域，自然產生相對應的長條圖，如圖 3 (b)，橫軸是時間，縱軸是眼球座落在圖中的 X 和 Y 座標位置，若眼睛在同一區域停滯愈久，此一長條狀的圖形長度愈長。本研究以人工編寫兔子的掃視順序：由圖中央第一個起始點開始後 (十字圖形)，接著，視線移動到兔胸 (D)、兔眼 (A)、兔嘴 (B)、兔眼 (A)，兔耳 (C) 等，依此類推，最後停留在兔眼 (A)。

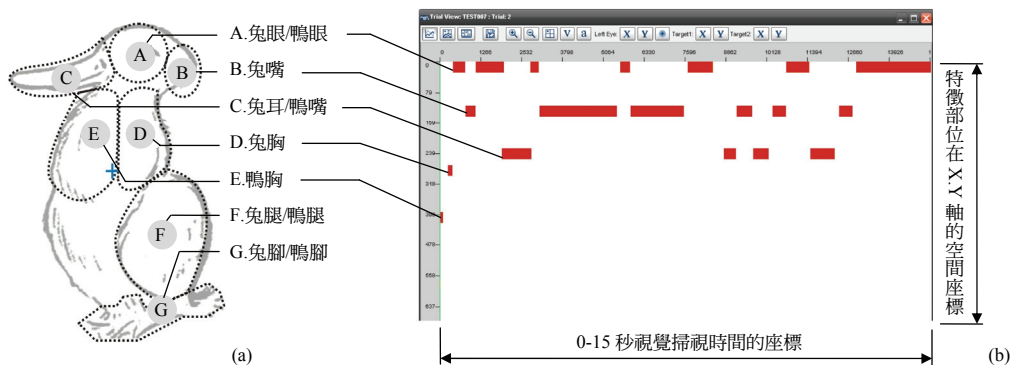


圖 3. 曖昧圖形組兔子的特徵編碼與紀錄：(a) 定義兔子的研究重點區域；(b) 軟體會依掃視的先後順序自然產生橫向的長條圖。

3-5 掃描路徑的開放編碼與主軸編碼

本研究再依紮根理論，運用質化軟體 QSR NVivo 7，將辨識兔子的掃視結果，依順序排列逐字謄稿進行編碼及歸組。以軟體中的自由節點 (free nodes) 進行「開放編碼」，重點在於界定資料中所發現的概念以更抽象、更高層次加以群組，發展類別的分析歷程 (Strauss & Corbin, 1998 / 吳芝儀、廖梅花, 2001)。過程中，盡量由原始資料中擷取出共同的掃視路徑，依照其關聯性命名節點 (in vivo 原則)，再以軟體中的樹狀節點 (tree nodes) 進行「主軸編碼」，將類別與次類別進行合理化連結的歷程，形成樹狀結構並分別命名 (鄭仕弘、林盛宏、林銘煌, 2010)。其節點的命名原則，例如第八位受測者 (s08) 辨識兔子的掃視順序是：「...兔眼、兔耳、兔眼、兔耳、兔眼、兔嘴...」，眼動路徑在兔眼、兔耳兩者間不斷來回重複，開放性編碼為：「兔眼、兔耳兩部位相互核對」模式；相同原則，第七位受測者 (s07) 是：「...兔眼、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔耳、兔眼...」，則開放性編碼成：「兔眼、兔嘴兩部位相互核對」模式；而第二位受測者 (s02) 是：「...兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔眼...」，可看出眼動路徑在兔眼、兔嘴、兔耳三者間不斷來回重複，且佔絕大多數時間，因此，開放性編碼命名為：「兔眼、兔嘴、兔耳三部位相互核對」模式。之後，再透過不斷和其他編碼比對與分類，最後，在進行主軸編碼時，此類編碼歸納於「專注於臉」之下。表 4 為辨識得出「兔子」的編碼成果，有「專注於臉」及「臉與身體相互核對」兩種搜索途徑，節點出處人數 (references) 分別為：22 (5+4+13) 與 2，此一結果表示大部分的人是屬於「專注於臉」的模式。

表 4. 辨識出兔子的開放性編碼與主軸編碼結果 (Nvivo)

編號 ^a	節點名稱		節點出處的人數 ^b	重要的節點出處之文本 ^c
	主軸編碼	開放性編碼		
Y1	專注於臉	兔眼、兔耳兩部位相互核對	5	(s08) ...兔眼、兔耳、兔眼、兔耳、兔眼、兔嘴... (s10) ...兔眼、兔耳、兔眼、兔耳、兔眼、兔嘴、兔眼... (s11) ...兔耳、兔眼、兔胸、兔腿、兔眼、兔耳、兔眼... (s26) ...兔腿、兔腳、兔眼、兔耳、兔眼、兔耳... (s07) ...兔眼、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔耳、兔眼...
		兔眼、兔嘴兩部位相互核對	4	(s13) ...兔耳、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼... (s19) ...兔眼、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼... (s21) ...兔眼、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔胸...
		兔眼、兔嘴、兔耳三部位相互核對	13	(s02) ...兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔眼... (s04) ...兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔嘴、兔眼、兔耳... (s06) ...兔眼、兔耳、兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔眼...
Y5	臉與身體相互核對		2	(s30) ...兔眼、兔耳、兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔嘴、兔耳、兔眼... (s01) ...兔胸、兔腳、兔腿、兔胸、兔腿、兔胸、兔眼、兔耳、兔嘴、兔眼、兔胸、兔腿、鴨胸、兔胸、兔耳、兔眼、兔腿、兔胸... (s15) ...鴨胸、兔胸、兔腿、兔腳、兔腿、兔胸、鴨胸、兔腿、兔腳、兔腿、兔腳、兔腿、鴨胸、兔耳、兔眼、兔耳、兔眼、兔耳、兔眼...
節點出處的數量總合			24	

^a 開頭字母為 Y 和 N 的編號，分別以：辨識出圖像和無法辨識圖像的結果作分組。

^b 節點 (nodes) 出處的總人數 (references) 依遞減來排序；S01 代表第一位受測者，S02 代表第二位受測者，以此類推。

^c 文本的內容詳細記錄辨識圖形的掃視順序，並擷取其中足以代表該節點之重要文本。

3-6 繪製辨識圖像的搜索途徑圖

接續上例，將「專注於臉」的主軸範疇，挑選出一位典型的範例，以簡圖呈現掃視脈絡，如圖 4(a)，數字圓圈代表掃視的順序，字母是兔子的特徵部位，箭頭線是眼動移動的軌跡，以便清楚了解各個特徵部位之間的掃視的先後次序關係。最後，依據此圖繪製辨識兔子的搜索重點圖，如圖 4(b)，並計算出所有辨識出兔子前三個重要的特徵部位平均的掃視次數和凝視時間 (ms)。

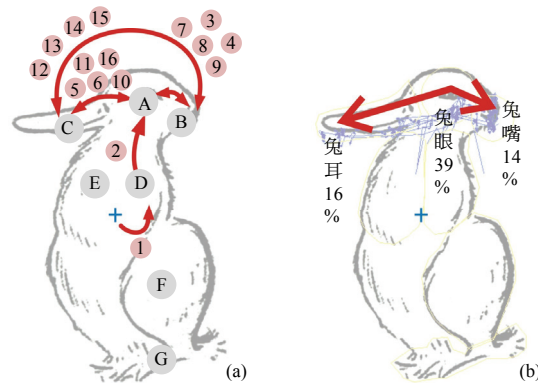


圖4. 辨識兔子圖像的搜索模式：(a) 「專注於臉」辨識模式的視覺掃視脈絡簡圖；
(b) 「專注於臉」辨識模式的搜索重點圖。

四、實驗一「曖昧圖形」結果與分析

經由上述辨識兔子的實驗例子可知，對於同張圖，因誘導搜索的目標不同，使受測者觀看的行為產生不同結果，以下將詳細剖析實驗中圖形辨識的搜索和比對歷程。

4-1 辨識「兔或鴨」的搜索模式

辨識得出「兔子」圖形的人，其視覺搜索模式經編碼程序後歸納成兩類，第一類為：「專注於臉」的模式，如圖 5(a1)，以「兔眼」為中心，分別在「兔耳」和「兔嘴」來回觀看（有二十二人，平均掃視次數以兔眼，兔耳以及兔嘴最高，分別佔觀看面積的 39%、16%、14%，平均凝視時間各為：4054、1771、1962 ms）。另一類為：「臉與身體相互核對」模式，如圖 5(a2)，因第一眼先掃視到「兔胸」，視線暫留在身體部位，接著換到「兔臉」，最後，來回比對臉與身體特徵才辨認出兔子（有兩人，平均掃視次數以兔眼，兔腿以及兔胸最高，分別佔觀看面積的 27%、22%、12%，平均凝視時間各為：3116、2798、1036 ms）。辨識得出「鴨子」圖像的人同樣可分成兩種模式，第一類：是「專注於臉」模式，範圍多侷限在「鴨嘴」和「鴨眼」兩部位，如圖 5(b1)（有十六人，平均掃視次數以鴨嘴，鴨眼，鴨胸最高，分別佔觀看面積的 29%、14%、14%，平均凝視時間各為：2685、1232、953 ms）。另一類為：「臉與身體相互核對」模式有四人，如下頁圖 5(b2)（平均掃視次數以鴨胸，鴨嘴以及鴨腿最高，分別佔觀看面積的 21%、15%、12%，平均凝視時間各為：2353、2412、971ms）。辨識不出「鴨子」圖像的有一人編碼為：「看不到臉」的模式，如圖 5(b3)，只注意到兔腿、鴨胸、兔胸等身體部位，沒有看到鴨嘴和鴨眼等臉部特徵（平均掃視次數以鴨胸，鴨腿以及兔胸最高，分別佔觀看面積的 26%、26%、19%，平均凝視時間各為：3596、3340、2168 ms）。


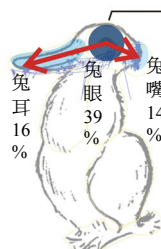
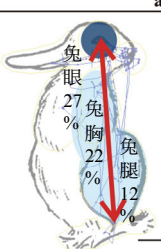
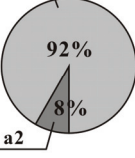

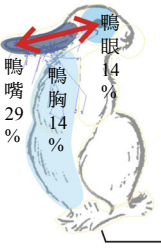
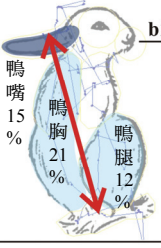
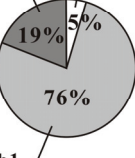

曖昧圖形一	搜索模式與百分比			辨識方面的區域劃分			
	辨識兔子 						
①兔或鴨				(a1) 專注於臉	(a2) 臉與身體相互核對	I	
辨識鴨子							
					(b1) 專注於臉	(b2) 臉與身體相互核對	II
							(b3) 看不到臉

圖5. 辨識兔子和鴨子的搜索模式

4-2 辨識「少女或老婦」的搜索模式

辨識「少女」可歸納為兩類，第一類同樣是「專注於臉」的模式，如下頁圖 6 (a1) (有七人，平均掃視次數以頭髮，眼睛以及耳朵最高，分別佔觀看面積 31%、27%、14%，平均凝視時間各為：2287、3403、1455 ms)。另一類「臉與配飾相互核對」，如圖 6 (a2)，辨識範圍由五官擴展至頭髮、頭巾、圍巾等區域 (有十人，平均掃視次數以頭髮，頭巾以及眼睛最高，分別佔觀看面積 24%、17%、16%，平均凝視時間為：2438、1345、2120 ms)。辨識不出「少女」的有三人，被歸納為：「看臉不是臉」模式，如圖 6 (a4)，其注意力大多集中在面積較大的「頭巾」部位，雖有停留在臉部，但比例低，有看沒有懂 (平均掃視次數以頭巾，頭髮以及羽毛最高，分別佔觀看面積 48%、31%、3%，平均凝視時間各為：6062、3829、212 ms)。辨識得出「老婦」的只有五人，為「專注於臉」模式，如圖 6 (b1) (平均掃視次數以左眼，頭髮以及嘴巴最高，分別佔觀看面積 30%、18%、17%，平均凝視時間為：4004、1905、2258 ms)。辨識不出「老婦」的人有二種模式，第一種為：「看不到臉」的模式，如：圖 6 (b3) (有六人，平均掃視次數以頭巾，頭髮以及圖右側的圍巾最高，分別為：67%、23%、3%，平均凝視時間為：6492、3062、363 ms)。另一種是「看臉不是臉」模式，如圖 6 (b4) (有十人，平均掃視次數以頭巾，頭髮以及左眼最高，分別佔觀看面積 43%、20%、6%，平均凝視時間為：5451、2504、726 ms)。

4-3 辨識「鹿或鳥」的搜索模式

辨識「鹿」可歸納為三類，第一類為「專注於臉」模式，如圖 7 (a1) (有三人，平均掃視次數以鹿嘴，鹿眼以及圖右側的鹿角最高，分別佔觀看面積 42%、24%、8%，平均凝視時間為：3239、1885、732 ms)。第二類為：「臉與其他部位及環境相互核對」，因環境干擾，需仰賴週遭脈絡辨識出「鹿」，如圖 7 (a2)，藉著鄰近的鹿角、鹿嘴及鹿眼等部位辨認出鹿 (有七人，平均掃視次數以鹿嘴，圖右側的鹿角以及鹿眼最高，分別佔觀看面積 28%、14%、10%，平均凝視時間為：2509、1632、1093 ms)。第三類為：「專注於鹿角」模式，受面積影響，大部分辨識得出「鹿」的人屬之，如圖 7 (a3) (有十

二人，平均掃視次數以圖右側的鹿角，鹿嘴及圖左側的鹿角最高，分別佔觀看面積 30%、16%、14%，平均凝視時間為：2232、1365、1371 ms）。辨識「鳥」的比對模式可歸納為三類，第一類為：「專注於臉」模式，如圖 7 (b1)，以「眼睛」為重心，路徑從「眼睛到身體」或「眼睛到翅膀」來回觀看（有十一人，平均掃視次數以眼睛，身體以及翅膀最高，分別佔觀看面積 30%、16%、14%，平均凝視時間為：3423、1429、628 ms）。第二類為：「臉與其他部位及環境相互核對」的模式同樣受環境干擾，需仰賴週遭脈絡，辨識出「鳥」，如圖 7 (b2)，掃視到鄰近的翅膀、尾巴等部位來辨認出鳥（有六人，平均掃視次數以眼睛，尾巴以及身體最高，分別佔觀看面積 19%、14%、11%，平均凝視時間為：2399、3389、1337 ms）。辨識不出「鳥」的人，亦出現「看鳥不是鳥」的模式，如圖 7 (b4)，路徑從鹿耳到鄰近的樹葉，再到鳥的尾巴、翅膀，甚至鹿角，環境與主題混為一體來看，有看沒有到（有九人，平均掃視次數以鹿耳，鳥的身體以及翅膀最高，分別佔觀看面積 14%、13%、12%，平均凝視時間為：1823、1556、1629 ms）。

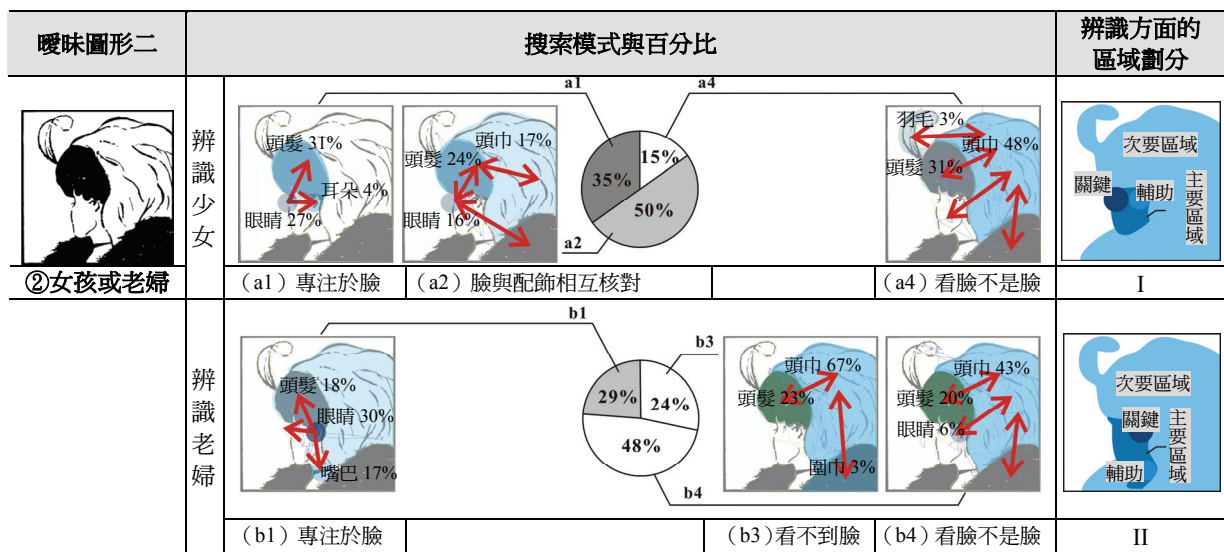


圖6. 辨識少女和老婦的搜索模式

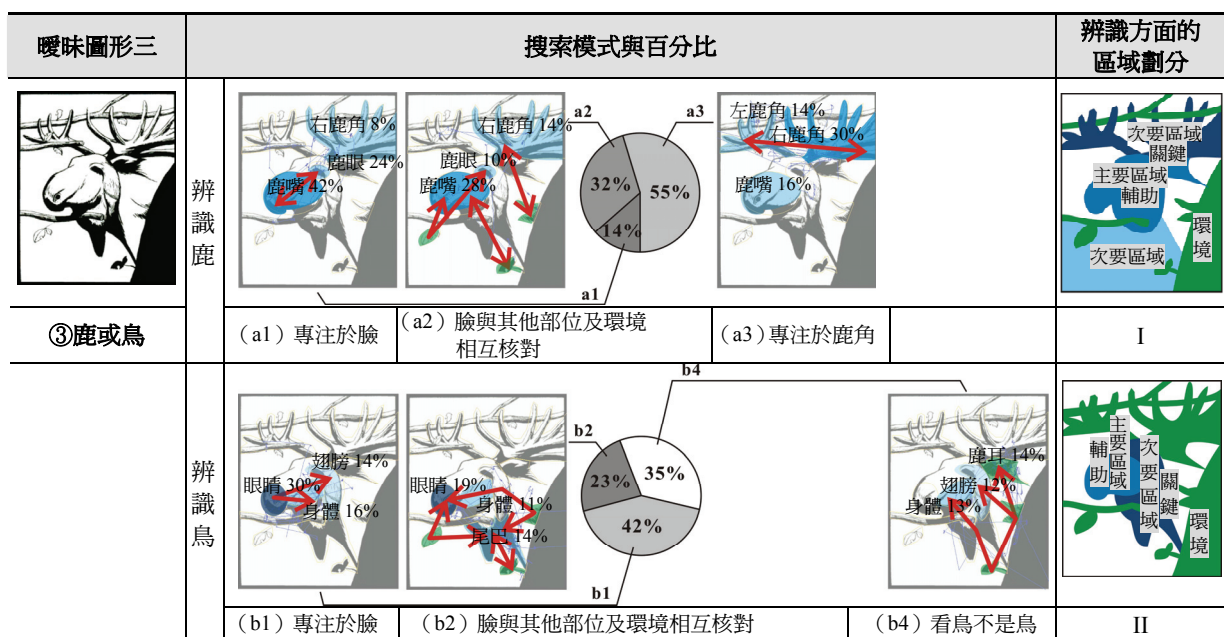


圖7. 辨識鹿和鳥的搜索模式

4-4 曖昧圖形辨識模式的綜合比較

綜合以上三組曖昧圖形之編碼成果，如表 5 所示，各節點出處的人數總量共有一百三十四個，可辨識出圖像的搜索模式可歸納成五種，而無法辨識圖像的搜索模式可歸納成三種。結果發現：(1) 在「兔或鴨」辨識任務中，人們可以把全部輪廓視為辨識的整體，臉部視為視覺的「重心」(center of gravity) (Kaufman & Richards, 1969)，其中 92% 和 76% 的人，僅以臉部就可判斷兔子和鴨子，而 8% 和 19% 的人，則仍需靠其它區域來判斷。而在臉部中，兔子的眼睛、鴨子的嘴巴受偵測到的次數最多，比起其他特徵相對地重要。

表 5. 實例一：曖昧圖形的編碼成果 (Nvivo)

編號 ^a	節點名稱	節點出處的人數 ^b						重要的節點出處之文本 ^c	
		總數	兔或鴨		少女或老婦		鹿或鳥		
			兔子	鴨子	少女	老婦	鹿	鳥	
Y1	專注於臉	64	22	16	7	5	3	11	(s02) 辨識兔子：...兔耳、兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔眼...
Y2	臉與其他部位及環境相互核對	13	-	-	-	-	7	6	(s28) 辨識鹿：...鹿嘴、鹿眼、右鹿角、鹿嘴、鹿嘴、樹葉一、樹葉二、右鹿角、左鹿角...
Y3	專注於鹿角	12	-	-	-	-	12	-	(s16) 辨識鹿：...鹿嘴、右鹿角、左鹿角、右鹿角、左鹿角、右鹿角、左鹿角...
Y4	臉與配飾相互核對	10	-	-	10	-	-	-	(s24) 辨識少女：...頭巾、頭髮、眼睛、項鍊、耳朵、下巴、項鍊、衣服、頭巾...
Y5	臉與身體相互核對	6	2	4	-	-	-	-	(s02) 辨識鴨子：...兔胸、鴨眼、鴨腳、鴨嘴、鴨腳...
N1	看臉不是臉	13	-	-	3	10	-	-	(s10) 辨識老婦：...左眼、頭髮、頭巾、頭髮、左眼、衣服、嘴、頭髮、左眼...
N2	看鳥不是鳥	9	-	-	-	-	-	9	(s07) 辨識鳥：...右鹿角、鹿耳、鳥尾、樹枝、鹿耳、右鹿角、鹿耳、樹葉三、鹿耳、鳥腳...
N3	看不到臉	7	-	1	-	6	-	-	(s17) 辨識鴨子：...鴨腿、兔胸、鴨胸、鴨腿、鴨腳、鴨腿、兔胸、鴨胸、鴨腳...
節點出處的數量總合		134	24	21	20	21	22	26	

^a 開頭字母為 Y 和 N 的編號，分別以：辨識出圖像和無法辨識圖像的結果作分組。

^b 節點 (nodes) 出處的總人數 (references) 依遞減來排序：S01 代表第一位受測者，S02 代表第二位受測者，以此類推。

^c 文本的內容詳細記錄辨識圖形的掃視順序，並擷取其中足以代表該節點之重要文本。

在此，如圖 5 最右方之 I 與 II，可將圖形劃分為：主要區域和次要區域，臉部為：主要區域，其他部位為：次要區域；而主要區域內又分為：關鍵特徵和輔助特徵，如：兔眼和鴨嘴分別扮演關鍵特徵，即表示關鍵特徵會隨著提問的脈絡而改變。例如，在「專注於臉」的比對模式中，辨識鴨子時，如：圖 5 (b1)，鴨嘴位置的重要性 (29%) 大於鴨眼 (14%)，而辨識兔子時，如圖 5 (a1)，在同一位置的兔耳 (16%) 的重要性則遠不及於兔眼 (39%)。又如，原本在辨識兔子時，兔嘴 (14%) 位置的輔助特徵，其重要性在辨識鴨子時即消失不見。再則，當主要區域或關鍵特徵沒有被注意到時，如圖 5 (b3)，光只有次要區域的線索無法構成有效比對，辨識不出鴨子的人其問題即在此。(2) 在「少女或老婦」辨識模式中，因圖形中臉部五官模糊且角度較不常見，不易令人知覺到少女和老婦的形象，而且頭髮因呈黑色色塊及位置接近圖形中央，易轉移觀者的注意力，再加上頭巾所佔的面積很大、線條較凌亂，消耗觀者許多無謂搜尋的時間，即次要區域有許多干擾，與「兔或鴨」相較，辨識模式雖然大致相同，但辨識成功機率變小，甚至有搜尋到臉為位置，但沒辨識出來，即「看臉不是臉」，如圖 6 (b4)。而焦點

完全沒有落在眼睛此一關鍵特徵的，即「看不到臉」，如圖 6 (b3)，結果一樣是無法辨識出老婦的存在。另外，值得注意的是少女或老婦臉部比例約為 1:2，見表一，即少女臉部較小，且關鍵特徵（左眼）和輔助特徵（左耳）比老婦臉部的關鍵特徵（左眼和右眼）和輔助特徵（嘴巴）更為接近、集中（比較圖 6 最右方之 I 與 II），這可能都是視角因素，而影響到辨識率。（3）在「鹿或鳥」辨識模式中，一樣受到背景環境干擾，觀者的注意力易分散，易造成「看鳥不是鳥」，如圖 7 (b4)。另外，不同於鴨嘴關鍵特徵出現在主要區域（比較圖 11 最右方之 I 與 II），鹿或鳥各別的關鍵特徵更容易歸類在次要區域，即鹿角、鳥的翅膀或尾巴，而不在臉部的主要區域。辨識鹿時，因關鍵特徵鹿角面積大且圖形清楚，「專注於鹿角」，如圖 7 (a3)，反而成為比例最高的搜索模式。

五、實驗二「圖地反轉」結果與分析

5-1 辨識「魯賓之壺 A」的搜索模式

所有人皆能辨識出「燭台 a」，而搜索模式可歸納為兩類，第一類為：「綜觀整體」模式，如圖 8 (a1)，受測者主要沿著主題左右來回掃視整個燭台佔有的空間，而花較少的時間於背景上（有二十二二人，平均掃視次數多寡在燭台、右背景和左背景，分別為：64%、21%、15%，平均凝視時間各為 6061、1854、1530 ms）。第二類為：「順沿輪廓」模式，只有四人屬之，如圖 8 (a2)，觀看路徑沿著燭台的輪廓進行（平均掃視次數多寡依序為：燭台、右背景和左背景，分別為：36%、33%、31%，平均凝視時間各為：3078、3778、3041 ms）。辨識「男臉」只有一類「順沿輪廓」模式，如圖 8 (b2)，觀看路徑沿著兩側臉的邊緣輪廓掃視（有十六人，平均掃視次數多寡依序為：左側臉、右側臉和中間背景，分別為：42%、40%、18%，平均凝視時間各為：4512、4439、1681 ms）。辨識不出「男臉」的人為：「看男臉不是男臉」，只有三人屬之，如圖 8 (b4)，雖然，眼睛觀看落點仍在圖像邊界，但路徑落在兩側臉和背景之間圖地來回觀看，沒有連續落於圖或地的眼動軌跡，故此暗示有看沒有懂的路徑似乎是如此（平均掃視次數依序為：右側臉、左側臉和中間背景，分別為：36%、32%、32%，平均凝視時間各為：5248、4515、3452 ms）。

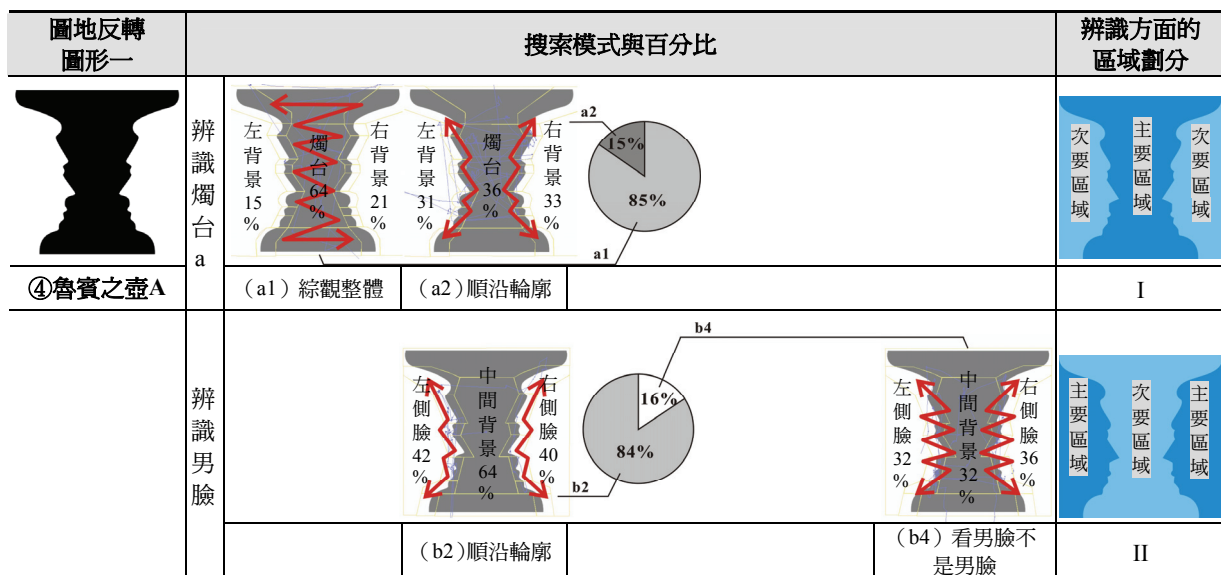


圖8. 辨識魯賓之壺A的搜索模式

5-2 辨識「魯賓之壺 B」的搜索模式

辨識得出「燭台 b」的人可分成兩類，第一類是「綜觀整體」模式，如圖 9 (a1) (有十三人，平均掃視次數多寡依序為：燭台、右背景和左背景，分別為：63%、21%、16%，平均凝視時間各為：6404、1847、1297 ms)。另一類是「順沿輪廓」模式，如圖 9 (a2)，注意力大多著重在燭台左側輪廓 (有十三人，平均掃視次數多寡依序為：燭台、右背景和左背景，分別為：42%、30%、28%，平均凝視時間各為：4049、2633、2479 ms)。辨識「女臉」搜索模式可分為三類，第一類為：「順沿輪廓」模式，如圖 9 (b2) (有九人，平均掃視次數多寡依序為：左側臉、右側臉和中間背景，分別為：55%、35%、10%，平均凝視時間各為：4511、3006、730 ms)。第二類為：「重點特徵比對」模式，如圖 9 (b3)，因兩個側臉距離較前例近，路徑以兩側臉的眼睛、嘴巴、鼻子等重要部位相互核對 (有九人，平均掃視次數多寡依序為：左側臉、右側臉和中間背景，分別為：51%、33%、16%，平均凝視時間各為：4907、3620、1452 ms)。有兩人辨識不出「女臉」，編碼為：「看女臉不是女臉」模式，如圖 9 (b4) (平均掃視次數多寡依序為：右側臉、中間背景和左側臉，分別為：41%、34%、25%，平均凝視時間各為：4422、4056、3063 ms)。


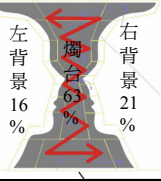
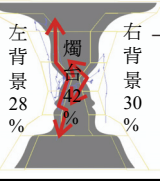
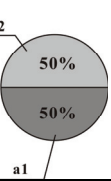

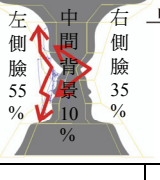
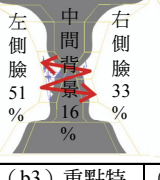
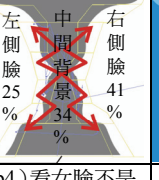
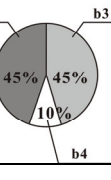

圖地反轉 圖形二	搜索模式與百分比				辨識方面的 區域劃分	
 辨識燭台 b ⑤魯賓之壺B	 左背景 16% 燭台 63% 右背景 21%	 左背景 28% 燭台 42% 右背景 30%	 a1 a2		 次要區域 主要區域 次要區域	
	(a1) 綜觀整體	(a2) 順沿輪廓				I
辨識女臉	 左側臉 55% 中間背景 10% 右側臉 35%	 左側臉 51% 中間背景 16% 右側臉 33%	 左側臉 25% 中間背景 34% 右側臉 41%	 b2 b3 b4	 主要區域 次要區域 主要區域	
		(b2) 順沿輪廓	(b3) 重點特徵比對	(b4) 看女臉不是女臉		II

圖9. 辨識「魯賓之壺B」的搜索模式

5-3 辨識「對望的老人」的搜索模式

辨識得出「燭台 c」的模式只有一類，為「綜觀整體」模式，如下頁圖 10 (a1) (有五人，平均掃視次數多寡依序為：燭台、左背景和右背景，分別為：36%、34%、30%，平均凝視時間各為：4617、3686、3245 ms)。辨識不出「燭台 c」的人被歸納兩類，第一類是「看不見燭台」模式，如圖 10 (a3)，其注意力大多分散在面積較大的背景區域，顯示完全找不到核心 (有十人，平均掃視次數多寡依序為：左背景、右背景和燭台，分別為：50%、37%、13%，平均凝視時間各為：5800、4401、1479 ms)。另一類為：「看燭台不是燭台」模式，如圖 10 (a4) (有四人，平均掃視次數多寡依序為：左背景、燭台和右背景，分別為：38%、33%、29%，平均凝視時間各為：4335、4046、3325 ms)，雖然，掃描路徑在畫面邊界，但仍然辨識不出燭台。辨識得出「老公公和老婆婆的臉」的人只有一類，為「重點特徵比對」，如圖 10 (b2) (有十九人，平均掃視次數多寡依序為：左側臉、右側臉和燭台，分別為：46%、44%、10%，平均凝視時間各為：5176、4771、1207 ms)。辨識不出「老公公和老婆婆的臉」的有六人，為「看老公公和老婆婆的臉不是臉」模式，如圖 10 (b4) (平均掃視次數多寡依序為：左側臉、右側臉和燭台，分別

為：48%、37%、15%，平均凝視時間各為：5935、4785、1867 ms）。辨識「其餘三個人」可歸納為三類，第一類：為「綜觀整體」模式，如圖 10（c1）（有十人，平均掃視次數多寡依序為：人物一、人物三、人物二和背景，分別為：38%、21%、21%、20%，平均凝視時間各為：4186、2756、2164、2240 ms）。第二類同樣出現「重點特徵比對」模式，如圖 10（c2），注意力多集中在人物的「眼睛」部位（有十三人，平均掃視次數多寡以人物一、人物二、人物三和背景，分別為：39%、29%、23%、9%，平均凝視時間各為 4132、3139、3396、774 ms）。辨識不出「其餘三個人」的只有一人為特例，屬「看不見其餘三個人」模式，如圖 10（c3），觀者只注意人物三的部位及其鄰近的背景，而較少看見另外對稱的兩個人（平均掃視次數多寡依序為背景、人物三、人物二和人物一，分別為：62%、34%、4%、0%，平均凝視時間各為：7524、6476、176、0 ms）。


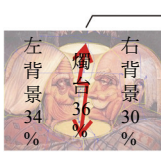

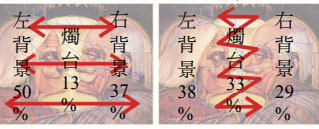
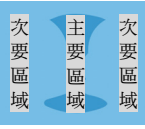
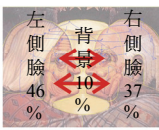
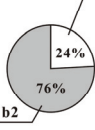
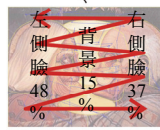

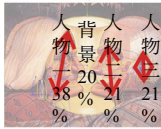

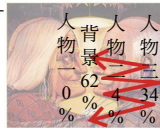
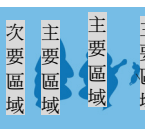
圖地反轉圖形三	搜索模式與百分比				辨識方面的區域劃分
 <p>⑥對望的老人</p>	<p>辨識燭台 c</p>  <p>(a1) 綜觀整體</p>	 <p>(a3) 看不見燭台</p>	 <p>(a4) 看燭台不是燭台</p>	 <p>I</p>	
<p>辨識老公老婆婆的臉</p>	 <p>(b2) 重點特徵比對</p>	 <p>(b4) 看老公和老婆婆的臉不是臉</p>		 <p>II</p>	
<p>辨識其餘三個人</p>	 <p>(c1) 綜觀整體</p>	 <p>(c2) 重點特徵比對</p>	 <p>(c3) 看不見其餘三個人</p>	 <p>III</p>	

圖10. 辨識「對望的老人」的搜索模式

5-4 圖地反轉圖形辨識模式的綜合比較

綜合以上三組圖地反轉圖形之編碼成果，如表 6 所示，各節點出處的人數總量共有一百五十九個，可辨識出圖像的搜索模式可歸納成三種，而無法辨識圖像的搜索模式可歸納成六種。結果發現：（1）魯賓之壺 A 與 B 在構圖方面，中間區域是燭台，左右兩側則是側臉。當燭台為命題時，中央是比對的目標區域；當男臉或女臉為命題時，兩側是比對的目標區域。實驗結果如預期，命題改變，目標區域隨之改變，而搜索時間也較背景長。實驗中，因圖地反轉，輪廓，即圖地交界處自然成為辨識關鍵的地方。（2）在辨識女臉時，可能因兩女臉距離較兩男臉近，使眼睛能直接左右來回快速觀看，故多出重點特徵比對模式，如圖 16（b3）。在比較看不見男臉和女臉的視覺掃描模式後，發現兩者極為相似；但核對資料後，察覺在看不見男臉的受測者之中，有一位受測者後來能看見女臉，此一現象可能是因為兩圖片相似，使之產生學習效應之故。（3）最後一圖為：曖昧和圖地反轉的合體，燭台 c 只有一塊主要區域、老公公和老婆婆有兩塊，而其餘三個人的有三塊。由辨識結果可知，雖然，比對的目標變多，但辨識度反而高，

辨識出燭台的人反而少，可能是其餘三個人的圖形較具體且人物小，相對地視角較小，有利於辨識。看出燭台的人最少，原因可能是受色彩的影響，且相較於具象的人臉或人物，燭台較不為受測者所熟悉，即使在之前兩張圖片都有燭台的脈絡下，還是有將近 75%的人看不出燭台。

表 6. 實例二：圖地反轉圖形的編碼成果 (Nvivo)

編號 ^a	節點名稱	總數	節點出處的人數 ^b						重要的節點出處之文本 ^c	
			魯賓之壺 A		魯賓之壺 B		對望的老人			
			燭 a	男臉	燭 b	女臉	燭 c	老公公 老婆婆		其餘三 個人
Y1	綜觀整體	50	22	-	13	-	5	-	10	(s18) 辨識燭台a：...燭台中央、燭台頂部、燭台中央、燭台頂部、燭台中央...
Y2	順沿輪廓	42	4	16	13	9	-	-	-	(s19) 辨識男臉：...左臉輪廓(上)、右臉輪廓(上)、左臉輪廓(中)、左臉輪廓(上)...
Y3	重點特徵比對	41	-	-	-	9	-	19	13	(s04) 辨識女臉：...左鼻、左嘴、左鼻、右鼻、左鼻、右鼻、背景、右鼻、左鼻...
N1	看不見燭台	10	-	-	-	-	10	-	-	(s07) 辨識燭台c：...右髮、右耳、右衣、左衣、燭台底、左衣、左耳環、左臉、左臉...
N2	看老公公和老婆婆的臉不是臉	6	-	-	-	-	-	6	-	(s09) 辨識老公公和老婆婆的臉：...背景、右衣、右髮、右耳、右髮、左髮、背景...
N3	看燭台不是燭台	4	-	-	-	-	4	-	-	(s05) 辨識燭台c：...背景、左髮、左衣、左耳環、左髮、左耳環、左髮、左耳環...
N4	看男臉不是男臉	3	-	3	-	-	-	-	-	(s05) 辨識男臉：...左嘴、左鼻、左嘴、左額、左髮、左額、右額、右鼻、背景...
N5	看女臉不是女臉	2	-	-	-	2	-	-	-	(s015) 辨識女臉：...右嘴、右巴、背景、右巴、右嘴、背景、右髮、背景、左鼻...
N6	看不見其餘三個人	1	-	-	-	-	-	-	1	(s013) 辨識其餘三個人：...人物三、背景、燭台、背景、燭台、人物三、燭台...
節點出處的數量總合		159	26	19	26	20	19	25	24	

^a 開頭字母為 Y 和 N 的編號，分別以：辨識出圖像和無法辨識圖像的結果作分組。

^b 節點 (nodes) 出處的總人數 (references) 依遞減來排序：S01 代表第一位受測者，S02 代表第二位受測者，以此類推。

^c 文本的內容詳細記錄辨識圖形的掃視順序，並擷取其中足以代表該節點之重要文本。

六、綜合討論

6-1 辨識上的區域劃分與搜尋途徑

依以上區域劃分和主軸編碼的概念，再對兩實驗作整合比較，整理出表 7。實驗一中，五種可辨識出圖像的比對行為可再歸納成三種：專注於臉歸類到辨識主要區域；臉與其他部位及環境相互核對、臉與配飾相互核對、臉與身體相互核對歸類到主要區域與次要區域相互核對；專注於鹿角歸類到辨識關鍵區域。三種無法辨識圖像的比對行為可再歸納成兩種：看不出目標物（看臉不是臉和看鳥不是鳥，眼睛都有停在關鍵區域，但看不出所以然）和看不到目標物（看不到臉，眼睛沒有停在關鍵區域）。同理，實驗二中，三種可辨識出圖像的比對行為同樣可歸納成三種，六種無法辨識圖像也可歸納成兩種。至此，受測者的「辨識與搜尋途徑」可分為：辨識主要區域、主要區域與次要區域相互核對、辨識關鍵區域等

三種模式；而看不出目標物和看不到目標物，則可歸因於無效的「群化作用」（以下將進一步解釋）所產生的結果。

表 7. 整合兩實驗的主軸編碼

	整合兩實驗的主軸編碼	曖昧圖形的主軸編碼 ^a	圖地反轉圖形的主軸編碼 ^a
可辨識 出圖像	1. 辨識主要區域	Y1 專注於臉	Y1 綜觀整體
	2. 主要區域與次要區域相互核對	Y2 臉與其他部位及環境相互核對 Y4 臉與配飾相互核對 Y5 臉與身體相互核對	Y2 順沿輪廓
	3. 辨識關鍵區域	Y3 專注於鹿角	Y3 重點特徵比對
無法辨 識圖像	4. 看不出目標物	N1 看臉不是臉	N2 看老公公和老婆婆的臉不是臉 N3 看燭台不是燭台 N4 看男臉不是男臉 N5 看女臉不是女臉
	5. 看不到目標物	N2 看鳥不是鳥	N1 看不見燭台
		N3 看不到臉	N6 看不見其餘三個人

^a 開頭字母為 Y 和 N 的編號，分別以：辨識出圖像和無法辨識圖像的結果作分組。

如進一步觀察兩實驗中的圖片，可發現在布局方面，實驗一的三組曖昧圖形的兩個主體，利用某程度上的疊合並模糊畫面中某些物件，達到一物二用的效果；實驗二的前兩組圖地反轉圖形的三個主體圖與地分明壁壘，一個居中、二個分居兩側，但面積接近；而實驗二的最後一組圖有六個主體，則採用混合前兩種構圖方式。雖然，此一曖昧圖形和圖地反轉在構圖方面的「欺瞞技巧」不同，導致受測者的「搜尋途徑」不同（中間層的主軸編碼），但再往上整合後，發現受測者的「比對行為」（最上層的主軸編碼）並無明顯不同。如此的剖析，更加小心細分了 Norton & Stark (1971) 所提出的籠統的「理想綜合掃描路徑」概念，也不同于 Nodine & Kundel (1987) 把眼球掃描範圍直接分為：整體物件辨識 (holistic object recognition) 和局部特徵分析 (local feature analysis) 來看眼球的搜尋模式。本研究認為「主要區域」、「次要區域」、「關鍵特徵」都是某種程度的局部特徵，辨識時可能只以局部特徵中的某一項和幾項為主，整體或其他物件只是「瀏覽」而已，視覺訊息的處理不一定「關心」到所有物件。完形心理學認為，人類對於任何視覺圖像的認知，是一種經過知覺系統組織後的形態與輪廓，並非所有各自獨立部份的集合。「整體是由各部份所決定，反之，各部份也由整體所決定」（Koffka, 1935 / 黎煒譯，2000）。在完形的實驗中，多以簡單的幾何學單元構成曖昧的視覺刺激，尤其，常以線條、小區塊的構成測試人們的認知，並歸納五種人們的視覺群化特性，即：接近律、相似律、連續律、閉合律、完整律（Köhler, 1959 / 李珊珊譯，1988；Solso, 1994, 頁 87-99）。然而，本實驗的視覺刺激具有較複雜文化涵義的圖像，雖然，也明顯地發現群化作用（受測者藉由眼球搜索，把各個部份接收到的視覺訊息加以整合，例如，(s02)... 兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼、兔耳、兔眼... 等重覆的眼動路徑，顯然是「群化作用」發揮效應所致，透過連結、關係化，形成小整體（局部），之後，再進入下一個小整體，然後決定彼此相互隸屬的程度，最後判讀大整體。但明顯的，在此一過程中，「部份」是有取舍的，具選擇性的，具體現象在 4-4 和 5-4 已討論。以上結果，可回覆本研究動機欲探索的前二個問題：（1）為什麼觀看多義圖形時，有些人只能看到其中的一部分，而看不到其他的部分？（2）是否因為辨識歷程與比對的東西不同之故？首先，由結果可知，因觀看時間有限，在多義圖形中，受測者依各個區域的重要性，分配觀看的比例，「選擇」只看其中值得注意的特徵區域，再稍微比對一下其他可能早已看出的區域。其次，在辨識的歷程中，隨著命題不同，主體與背景的主僕關係隨之改變，看得見圖像的人，可分辨出兩者之間的圖地關係，便能容易看出圖像；而看不見的人，比對的目標區域「不同」，看的重心部位不對，在比對過程中失焦，無法構成有效的群化作用，有看沒有懂，反而看不到重要的區塊。

6-2 搜索和比對的迴路

基於 Richard 的理論和針對其由視覺推測出的心智概念圖，本研究進一步提出多義圖形辨識歷程中搜索和比對訊息的運作機制。如圖 11，F1、F2、F3...Fn 表示視覺焦點，即 F1 到 Fn 此類向度為焦點移動的過程，整合前一段視覺訊息，訊息與訊息之間有橫向的連結關係，一塊、一塊將拼湊的視覺訊息逐步上傳到心智，在此，上述的群化作用發揮影響力，結合左右訊息的可能性；P0 為原本觀念上的知識，P1、P2、P3...Pn 表示知覺接收訊息後，一步步進行辨識的歷程，整合前一段知覺訊息，仔細來看，每一步辨識受前一小段視覺刺激和辨識結果的影響（例如，P2 受 F2 和 P1 的影響，P3 受 F3 和 P2 的影響）。根據 Marr (1982) 的研究，物體的辨識可區分為：早期的描述階段和後期的比對階段，在早期的階段，知覺系統使用網膜的訊息來描述物體的基本構成要素：如線條、邊緣和角度，知覺系統以此類基本要素建立了對物體的描繪。在後期的階段，知覺系統將物體的描述與儲存於視覺記憶中各類物體的形狀描述相比對，並選出最合適的配對。本研究對此設想稍加修正，認為物體的辨識隨著眼睛的搜索，移動聚焦，心中的描述和視覺上的比對以極短暫的時間序列不斷展延、變化。以「兔或鴨」圖形且「可辨識出」兔子為例：當受測者接收到尋找兔子的命題後（設定目標），觀念上的知識由上而下啟動知覺系統，驅使眼睛看圖尋找兔子，此時，受群化作用的影響（例如，兔嘴、兔眼、兔嘴、兔眼...），眼球不自主地移動搜索，在視覺驅使下，知覺快速地整合訊息，當累積到一定程度後，假設產生器產生假設，再由上而下進行心智驅使，有意識地駕馭眼睛對心中假想物進行注視、比對，不斷地眼球運動與知覺修正的迴路，一直到最終判讀為止（看到兔子）。辨識歷程中，描述和比對的分野難以區分，可知的是描述的部分可從眼動的軌跡看出端倪，比對的部分仍在腦中進行，不易呈現只能推測。在此，此文所提出來的辨識比對多義圖形的三種辨識的比對行為（旁側路徑），可以置於左上角，如同完形理論般，視為在辨識比對多義圖形脈絡下的一般法則，幫助了解假設產生器中對多義圖形解讀的「方式」和「行為」。

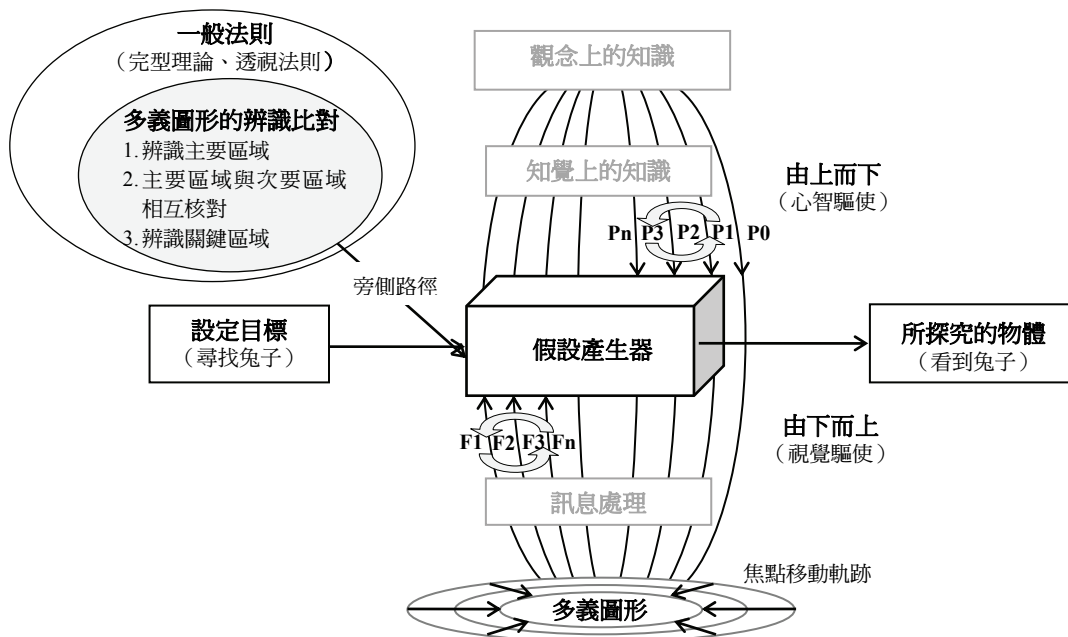


圖 11. 多義圖形的辨識與搜索歷程

物體的辨識隨著眼睛的搜索，移動聚焦，
心中的描述和視覺的比對以極短暫的時間序列不斷地延展、變化

6-3 影響圖形辨識的變數

本研究動機最後一個問題：(3) 以設計的角度來看，是否圖形的構圖技巧影響人們的注意力，並左右人們的解讀？再依據表 1 所規劃的六個可能影響辨識圖形的變項，逐一檢視，觀察到的重點整理如下：

(1) 命題：命題改變，注意的目標區域隨之改變，搜索命題的時間較背景長。以「魯賓之壺」最為明顯，當燭台為命題時，中央成為比對的目標區域；當男臉或女臉成為命題時，兩側則是比對的目標區域；(2) 面積：從表 8 可知，大多數的比對目標物佔有區域之比例與眼睛掃視到的面積比，並無相對的關係，而與是否為主要區域或關鍵特徵有關。如：老婦的臉是少女的兩倍，但此兩處掃視的比例是 40%：32%，而鹿和鳥整體面積佔比是 3：1，但此兩處掃視的比例是 75%：56%。另外，面積小的區域中關鍵特徵和輔助特徵的位置較接近、集中，使眼睛能直接左右來回快速地觀看，辨識出少女的機率明顯比老婦高（辨識機率 85%：24%）。同樣地，例如辨識女臉，兩女臉的距離較兩男臉來得近，較容易完成比對（辨識機率 90%：84%）；(3) 姿勢：視角較不常見，不易使人知覺、難以辨別，例如少女和老婦的形象，或是鹿轉頭、鳥低頭的體態，需由個別的關鍵特徵辨認；(4) 形式：圖形較具象的人臉或人物，例如辨識「魯賓之壺 A」的男臉及「對望的老人」的人物，較為受測者所熟悉，容易辨識；(5) 背景：觀者易受背景環境的干擾，注意力易分散，例如「鹿或鳥」的圖形；(6) 色彩：色彩影響辨識率，如：「對望的老人」是唯一彩色的圖，即使之前燭台已出現兩次，但看出燭台 c 的人很少，推測前刺激圖都是黑白圖之故。

表 8. 比較各組圖形中比對目標物所佔的面積比與眼睛掃視到的面積比之關係

實驗圖形	比對的目標物	比對的部位	比例	掃視到的面積比 ^a	辨識出圖像機率 ^b
①兔或鴨	兔 vs. 鴨	頭：頭 身體：身體	1：1	67%：60% 7%：21%	100%：95%
②女孩或老婦	少女 vs. 老婦	臉：臉	1：2	32%：40%	85%：24%
③鹿或鳥	鹿 vs. 鳥	整體：整體	3：1	75%：56%	100%：65%
④魯賓之壺 A	燭台 a	燭台：背景	1：1	50%：50%	100%：84%
	男臉	背景：男臉		25%：75%	
⑤魯賓之壺 B	燭台 b	燭台：背景	1：2	52%：48%	100%：90%
	女臉	背景：女臉		23%：77%	
	燭台 c			30%：48%：24%	
⑥對望的老人	老公公和老婆婆的臉	整體：整體：整體	1：4：2	10%：80%：72%	26%：76%：96%
	其餘三個人			13%：87%：62%	

^a 掃視到的面積比：計算比對目標物區域上的掃視次數佔所有掃視次數之百分比。

^b 辨識出圖像機率：參照表 3，計算辨識成功之人數佔受測有效樣本人數之百分比。

七、結論與建議

對於觀看多義圖形，因錯視效果造成看似零亂分歧的眼動軌跡，本研究應用紮根理論的分析方法，顯示眼動軌跡不是雜亂無章的，而是以一定的幾種模式，選擇最佳的猜測路徑進行辨識。搜索的區域不論是「主要區域」、「次要區域」，或「關鍵特徵」都是某種程度的局部特徵，辨識時可能只以局部特徵中的某一項和幾項為主，來進行判讀，視知覺不一定「關心」到所有的部分，即部分是有權重的，有的極為關鍵，有的則可捨棄。然而，關鍵特徵作為影響圖形辨識的重要依據，是如何產生，在此種方法論下，仍然很難提出解釋，或許未來有待其他方法，更深入地一併探討心像的面向，才能有適當的解釋。而影響辨識圖形的變項，可提供未來更進一步的細部研究。另外，本研究中因應分析，對於圖形構圖布局的原則所做的剖析，或許在未來以創作多義圖形為導向的研究中，亦可作為參考。

參考文獻

1. Backs, R. W., & Walrath, L. C. (1992). Eye movement and pupillary response indices of mental workload during visual search of symbolic displays. *Applied Ergonomics*, 23(4), 243-254.
2. Boztepe, S. (2007). Toward a framework of product development for global markets: A user-value-based approach. *Design Studies*, 28(5), 513-533.
3. Cater, K. (2002). Selective quality rendering by exploiting human inattention blindness: looking but not seeing. *Proceedings of the Eye Tracking Research and Application Symposium* (pp. 17-24). New York, NY : ACM.
4. Chaudhuri, A. (1990). Modulation of the motion aftereffect by selective attention. *Nature*, 344, 60-62.
5. Gerbner, G. (1969). The television world of violence. In D. L. Lange, R. K. Baker, & S. J. Ball (Ed.), *Mass media and violence* (Vol. XI, pp. 311-339). Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
6. Granholm, E., Asarnow, R. F., Sarkin, A. J., & Dykes, K. L. (1996). Pupillary responses index cognitive resource limitations. *Psychophysiology*, 33(4), 457-461.
7. Gregory, L. R. (1997). *Eye and brain: The psychology of seeing*. Hillsdale, NJ: Princeton University Press.
8. Josephson, S., & Holmes, M. (2004). Age differences in visual search for information on web pages. *Proceedings of the Eye Tracking Research and Application Symposium* (pp. 62-62). New York, NY: ACM Press.
9. Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-1585.
10. Kahneman, D., & Wright, P. (1971). Changes of pupil size and rehearsal strategies in a short-term memory task. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 23(2), 187-196.
11. Kaufman, L., & Richards, W. (1969). Spontaneous fixation tendencies for visual forms. *Perception and Psychophysics*, 5, 85-88.
12. Koffka, K. (2000)。格式塔心理學原理(Principle of gestalt psychology)(黎煒譯)。台北：昭明。(原作 1935 年出版)
Koffka, K. (2000). *Principle of gestalt psychology* (Li, W., Trans.). Taipei: Jhao Ming. (Original work published 1935) [in Chinese, semantic translation]
13. Köhler, W. (1988)。完形心理學(Gestalt psychology)(李珊珊譯)。台北：桂冠。(原作 1959 年出版)
Köhler, W. (1988). *Gestalt psychology* (Lee, S. S., Trans.). Taipei: Guei Guan. (Original work published 1959) [in Chinese, semantic translation]
14. Lee, C. K., & Cassidy, T. (2007). Principles of design leadership for industrial design teams in Taiwan. *Design Studies*, 28(4), 437-462.
15. Marr, D. (1982). *Vision*. San Francisco, CA: Freeman.
16. Martin, W. B., & George, G. (2000). *Qualitative researching with text, image and sound: A practical handbook*. London, England: Sage.
17. Molnar, F. (1981). About the role of Visual exploration in aesthetics. In Day, I. H. (Ed.), *Advances in intrinsic motivation and aesthetics* (pp. 385-413). New York, NY: Plenum Press.
18. Molnar, F., & Ratsikas, D. (1987). *Some aesthetical aspects of visual exploration*. In J. K. O'Regan & A. Lévy-Sejoen (Eds.), *Eye movements: From physiology to cognition* (pp. 363-374). Amsterdam: North-Holland.

19. Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
20. Nodine, C. F., & Kundel, H. L. (1987). Perception and display in diagnostic imaging. *Radio Graphs*, 7, 1241-1250.
21. Nodine, C. F., Locher, P. J., & Krupinski, E. A. (1987). The role of formal art training on perception and aesthetic judgment of art compositions. *Leonardo*, 26, 219-227.
22. Norton, D., & Stark, L. (1971). Eye movements and visual perception. *Scientific American*, 224, 34-43.
23. Posner, M. I., Snyder, C. R. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160-174.
24. Santella, A., & DeCarlo, D. (2002). Abstracted painterly renderings using eye-tracking data. *Proceedings of the eye tracking research and application symposium* (pp. 75-82). New York, NY: ACM Press.
25. Santella, A., & DeCarlo, D. (2004). Visual interest and NPR: An evaluation and manifesto. *Proceedings of the eye tracking research and application symposium* (pp. 71-78). New York, NY: ACM Press.
26. Schadewitz, N. (2009). Design patterns for cross-cultural collaboration. *International Journal of Design*, 3(3), 37-53.
27. Solso, R. L. (1994). *Cognition and the visual arts*. Cambridge, MA: The MIT Press.
28. Stark, L., & Ellis, S. R. (1981). Scanpaths revisited: Cognitive models direct active looking. In D. Fisher, R. A. Monty, & J. Senders (Eds.). *Eye movements: Cognition and visual perception* (pp. 237-246). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
29. Strauss, A., & Corbin, J. (2001). *質性研究入門：紮根理論研究法* (Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory) (吳芝儀、廖梅花譯)。嘉義：濤石文化。(原作 1998 年出版)
Strauss, A., & Corbin, J. (2001). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory* (Wu, J. Y., & Liao, M. H., Trans.). Chiayi: Tao Shih. (Original work published 1998) [in Chinese, semantic translation]
30. Sun, V. C., & Fu, M. C. (2010). Pursuit eye movements on visual illusions. *Journal of Vision*, 10(7), 546-561.
31. Theeuwes, J., Kramer, A. F., & Atchley, P. (1999). Attentional effects on preattentive vision: Spatial precues affect the detection of simple features. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(2), 341-347.
32. Tsai, Y. (1994). Effects of attention on perception of features and figural organization. *Perception*, 23(4), 441-452.
33. Wong, J. F. (2010). The text of free-form architecture: Qualitative study of the discourse of four architects. *Design Studies*, 31(3), 237-267.
34. Yeh, S., Chen, I., De Valois, K. K., & De Valois, R. L. (1996). Figural aftereffects and spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(2), 446-460.
35. 今井省吾 (1988)。 *錯視圖形* (沙興亞譯)。台北：遠流。(原作 1984 年出版)
Jin-Jing, S. W. (1988). *Seeing is believing? Seeing is deceiving* (Sha, X. Y., Trans.). Taipei: Yuan Liou. (Original work published 1984) [in Chinese, semantic translation]
36. 王韋堯、周穆謙 (2010)。包裝可尋性及其設計差異區辨要素探索。 *設計學報*, 15 (3), 21-47。
Wang, W. Y., & Chou, M. C. (2010). An exploration into package fundability and the underlying elements

- for design differentiation. *Journal of Design*, 15(3), 21-47. [in Chinese, semantic translation]
37. 李佳珍、蘇茂生、張柏舟（1999）。複合意象圖形在平面廣告中運用與表現之研究：以海報設計為例。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學美術研究所，台北。
- Li, J. J., Sheng, S. M., & Zhang, B. Z. (1999). *The study of the applications and performances of ambiguous figures in the printed advertisements – A case study based on poster design*. Unpublished master's thesis, National Taiwan Normal University, Taipei. [in Chinese, semantic translation]
38. 李根在、康台生（2000）。複數相加創意思考法的開發與研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學設計研究所，台北。
- Lee, K. T., & Sheng, K. T. (2000). *Study and development of creative thinking of addition of plural numbers*. Unpublished master's thesis, National Taiwan Normal University, Taipei. [in Chinese, semantic translation]
39. 張子涵、黃雅卿（2010）。福田繁雄平面設計作品中運用圖地反轉之形式研究。《商業設計學報》，14，135-154。
- Chang, Z. H., & Huang, Y. C. (2010). The study of the graphic designs used reversible figure by Shigeo Fukuda. *The Journal of Commercial Design*, 14, 135-154. [in Chinese, semantic translation]
40. 郭美琦、張柏舟（2000）。影子表現在平面設計之視覺認知的研究與應用。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學設計研究所，台北。
- Kuo, M. C., & Zhang, B. Z. (2000). *The study and application of visual conception of shadow expression on graphic design*. Unpublished master's thesis, National Taiwan Normal University, Taipei. [in Chinese, semantic translation]
41. 陳俊宏、楊東民（1998）。《視覺傳達設計概論》。台北：全華。
- Chen, J. H., & Yang, D. M. (1998). *Visual design*. Taipei: Cyuan-Hua. [in Chinese, semantic translation]
42. 陳建雄、簡佑宏（2004）。視錯覺圖形對視覺認知系統與視覺引導行動控制系統之影響研究。《中國技術學院學報》，26，245-252。
- Chen, C. H., & Chien, Y. H. (2004). Research on the influence of visual illusion between visually perceived system and visually guided action system. *Journal of China University of Technology*, 26, 245-252. [in Chinese, semantic translation]
43. 陳盈秀、劉說芳（2010）。錯視原理中多義圖形表現於平面構成之研究。《商業設計學報》，14，19-36。
- Chen, Y. H., & Liu, S. F. (2010). Application of ambiguous figure of optical illusion in graphic design. *The Journal of Commercial Design*, 14, 19-36. [in Chinese, semantic translation]
44. 陳美蓉、張恬君（2001）。視覺失衡原理與設計創造之同時性。《商業設計學報》，5，123-134。
- Rong, C. M., & Chang, T. C. (2001). The principles of visual imbalance and the synchronicity of design creation. *The Journal of Commercial Design*, 5, 123-134. [in Chinese, semantic translation]
45. 陳惠珠（2009）。多義圖形之設計文法探討：以臉之上下顛倒圖形為例。《景文學報》，19（2），11-26。
- Chen, H. Z. (2009). A study on facial ambiguous figure design method. *Journal of Jin-Wen*, 19(2), 11-26. [in Chinese, semantic translation]
46. 陳惠珠、李慧芳（2010）。多義圖形設計探討及其應用於兒童圖畫書之創作與研究。未出版之碩士論文，朝陽科技大學工業設計所，台中。

- Chen, H. Z., & Lee, H. F. (2010). *An action research on designing ambiguous figure and its practical application to picture books*. Unpublished master's thesis, Chaoyang University of Technology, Taichung. [in Chinese, semantic translation]
47. 陳學志、鄭昭明 (1991)。幽默理解的認知歷程。未出版之博士論文，台灣大學心理系，台北。
Chen, X. Z., & Zheng, Z. M. (1991). *The cognitive process in humor perception*. Unpublished doctoral thesis, National Taiwan University, Taipei. [in Chinese, semantic translation]
48. 傅銘傳、林品章 (2009)。錯視圖形之追隨眼動的觀察與分析。未出版之博士論文，中原大學設計學，桃園。
Fu, M. C., & Lin, P. C. (2009). *Pursuit eye movements on visual illusions*. Unpublished doctoral thesis, Chung Yuan Christian University, Taoyuan. [in Chinese, semantic translation]
49. 傅銘傳、孫慶文 (2010)。Müller-Lyer 錯視圖形之視線軌跡觀察與分析。藝術學報，6 (2)，125-141。
Fu, M. C., & Sun, V. C. (2010). Pursuing eye movements on Müller-Lyer illusions. *Taiwan University of Arts*, 6(2), 125-141. [in Chinese, semantic translation]
50. 傅銘傳、孫慶文、林品章 (2010)。Hering 與 Wundt 錯視圖形之追隨眼動分析。設計學研究，13 (1)，63-78。
Fu, M. C., Sun, V. C., & Lin, P. C. (2010). Eye pursuing on Hering and Wundt illusions. *Journal of Design Science*, 13(1), 63-78. [in Chinese, semantic translation]
51. 楊清田 (1992)。反轉錯視原理與圖形設計研究。台北：藝風堂。
Yang, C. T. (1992). *The study on the principles of riverside illusion and graphic design*. Taipei: Yi-Fong-Tang. [in Chinese, semantic translation]
52. 鄭仕弘、林盛宏、林銘煌 (2010)。Operation follows meanings-以雙重隱喻之燈具探索語意式操作脈絡。設計學報，15 (3)，1-19。
Cheng, S. H., Lin, S. H., & Lin M. H. (2010). Operation follows meanings- A case study on the lamp design with double metaphors and motion semantics. *Journal of Design*, 15(3), 1-19. [in Chinese, semantic translation]
53. 鄭昭明 (1997)。認知心理學：理論與實踐。台北：桂冠。
Cheng, C. M. (1997). *Cognitive psychology*. Taipei: Guei-Guan. [in Chinese, semantic translation]
54. 蘇麗琴、林右正 (2001)。非邏輯性具象圖像在西洋繪畫上之視覺創意表現。未出版之碩士論文，國立屏東教育大學視覺藝術教育研究所，屏東市。
Su, L. Q., & Lin, Y. Z. (2001). *The icons of non-logical objects for the visually creative expression in western painting*. Unpublished master's thesis, National Pingtung University of Education, Pingtung. [in Chinese, semantic translation]

Exploring the Recognition Process to the Ambiguous Figures by Analyzing the Scanpath of Eye Movement

Ming-Huang Lin* Wang Ching Yi**

Institute of Applied Art, National Chiao Tung University

* ludwiglin@mail.nctu.edu.tw

** catincar@gmail.com

Abstract

In order to investigate the relationship between the compositions of ambiguous figures and recognition models under the theory of selective attention, this study takes three equivocal figures and three figure-ground figures as stimuli to carry out the eye tracking. It recodes the eye movement parameters, and applies the procedures of open coding and axial coding in a qualitative research. By the way of the computing, matching, classifying, laying data and pictures, several concepts are submitted to explain the ways of dominating recognition, including primary zone, secondary zone, key feature and secondary feature. The reorganization model is classified into five categories: identifying key areas, verifying primary and secondary zone mutually, identifying critical areas, the inability to perceive the target, and the inability to see the target. Although the "deceptive skills" on the composition are different in these two sets of graphics and lead to the variation in subjects' vision search models, subjects' recognition behaviors are not significantly different. Finally, we propose the search and recognition process to explain how it identifies a graphic between mental drive (top-down) and vision drive (bottom-up). We also analyze graphic composition which can provide the references for designing ambiguous figures.

Keywords: Visual illusion, Ambiguous Figure, Gestalt Theory, Selective Attention, Eye Tracker, Grounded Theory.