

# 視覺經驗對觸覺圖像辨識與再現之 影響及語言提示角色 ——以博物館科學圖像為例

趙欣怡<sup>1</sup>

## 摘要

本研究旨在探討視覺經驗對觸覺圖像辨識的影響，並分析語言提示如何提升觸覺認知表現。以 3 組視覺經驗不同的受試者為研究對象，包括 24 名矇眼明眼者、8 名後天全盲者及 8 名先天全盲者，進行一系列觸覺認知測試。測試內容涵蓋辨識 12 款以「線條」與「實面」設計的 A4 尺寸觸覺圖像，研究分 4 個階段進行：線條圖辨識、實面圖辨識、加入類別提示及提供選項判讀，記錄受試者的正確率及反應時間。此外，針對全盲者，透過觸覺繪圖進一步分析其對觸覺圖像的理解程度。研究結果顯示，視覺經驗顯著影響觸覺辨識表現。明眼與後天全盲者憑藉視覺記憶獲得較高的辨識正確率，但需較長的反應時間；先天全盲者則在辨識過程中高度依賴語言提示，顯示輔助資訊對其理解的顯著幫助。此外，所有受試者均因觸覺資源有限，缺乏觸覺學習經驗，普遍在辨識效率與準確度上表現不足。本研究進一步指出，觸覺圖像設計需簡化圖像內容，著重輪廓與特徵的清晰表現，並加入比例尺參照及語言提示，結合多感官輔助，方能有效提升觸覺學習的成效。本研究在博物館應用層面提出具體建議，認為觸覺圖像轉譯與語言提示的整合，不僅能提升視障者的文化參與及學習權益，也為博物館多感官展示設計提供實證支持，呼籲重視視障者需求的展示轉譯方式。未來研究可進一步探討不同材質、設計與輔助方法對於觸覺認知的影響，以促進更全面的無障礙文化參與。

關鍵詞：視覺經驗、觸覺圖像辨識、語言提示、視覺障礙與全盲、博物館科學圖像

---

<sup>1</sup> E-mail: chy@nchu.edu.tw

## 緒論

「觸摸」產生人與人、人與物之間的連結，具情感傳遞與交流溝通之功能。觸覺感知除了作為視障者認識萬物最主要方式之一，同樣是一般大眾學習事物的方法。即使觸覺難以完全取代視覺，觸覺感知無法在不接觸的狀態下，如同視覺感知大量且快速取得訊息，但觸覺經驗卻能提供視覺無法呈現的真實訊息，足以豐富人類對於世界萬物的全面理解，觸覺感知探索亦促進當今社會發展科技開發技術。

長久以來，作為社會教育機構代表的博物館，以「展品」、「圖像」及「文字」作為視覺欣賞的主要內容，以「視覺資訊」參觀為中心之特性仍存在不可觸碰的禁忌。即使近年快速發展之數位影音技術及創新科技導入展示設計，甚至強調「多感官沉浸體驗」(multisensory immersive experience)，仍是強化視覺經驗帶來的身體感官及情境想像。對於仰賴視覺以外感官獲得生活訊息的視障者而言，博物館參觀經驗仍是需大量開發之文化參與機會，有待博物館積極思考如何兼顧多元感官需求之展示型態及轉譯內容。

當視障者無法以視覺感受體驗文化資訊，「聽覺」及「觸覺」則成為最主要的感官媒介，將展示內容從靜態轉為聲音，並創造與展品接觸的可能，如何突破玻璃展櫃的限制及符合展品保存與授權，以語音文字內容進行想像與思考，以及觸摸順序逐漸整合拼湊，建構出視障者對於展品之圖像認知能力，作為博物館參觀學習方法及教育路徑。

其中，視障者所需之語音內容與常態語音導覽不同，需以專業口述影像(audio description 或 descriptive service)內容針對展品視覺資訊進行描述。而觸覺則分為可觸摸原作或複製展品，複製展品類型又可分為觸覺圖(raised-line picture)、淺浮雕

(bas-relief)、立體模型(3D reproduction)等不同凸起高度或多元媒材製作之複製品。而無論是口述影像內容或可觸摸展品，皆為展品重新轉譯詮釋之方法，以非視覺觀點解讀展品，因此對於非視障者而言，也成為另一種博物館欣賞之感官模式。

就博物館而言，為推動文化平權，展品教育推廣的目的係以視覺圖像轉譯為觸覺或語音內容，作為提供給視覺障礙者理解展示作品的主要方法，將文物或畫作進行資訊平面化重新製作，以「浮雕」(relief)或「立體」(three-dimension)方式再現。而圖書館提供給視障者的資訊主要以「點字書」(Braille book)及「有聲書」(audio book)為主要資源，少有針對圖像進行觸覺化設計之教材，即使是繪本或圖畫書，仍以文字轉為點字或語音為主要方式，視障讀者難以理解書籍之圖像內容。長期下來在閱讀經驗成效上，視障者與明眼人之間產生不小的圖像認知差距。

因此，本研究針對經常提供標本物件給予觀眾觸摸之科學類博物館為探討博物館觸覺資源之起點。博物館作為校外延伸之學習場域，尤其對成人觀眾而言，更是社會教育及終生學習關鍵場所，在觸覺教材資源的提供上，理應補足或是延伸學校資源不足之處。

本研究以3組不同視覺條件受試者進行觸覺認知能力的探討：招募明眼人以矇眼方式短暫模擬失去視覺狀態；後天全盲者則視失去視力時間點決定視覺記憶影響；先天全盲者對於視覺認知則多來自觸覺及聽覺資訊轉譯。3組以不同「視覺經驗程度」參與觸覺圖像辨識能力比較，藉此提出以下研究問題：

一、視覺經驗及語音提示如何影響其觸覺認知表現？

二、觸覺圖像設計方法如何影響觸覺認知與繪圖再現？

三、觸覺之認知與學習教育如何影響

社會溝通之能力？

## 文獻回顧

### 一、社會觸覺文化趨勢

人類透過多種感官與周遭環境互動，其中視覺負責超過 80% 的資訊接收。然而，觸覺作為人體面積最大的感官受器，能感知空氣的溫溼度、物體表面質地，以及與人或物品接觸的細微變化，直接影響生理、心理和社交行為。儘管如此，觸覺在文化教育活動中的作用常被忽視，特別是在博物館參觀中，主要依賴視覺圖文資訊與聽覺導覽的輔助，如何將視覺圖像有效轉譯為可供觸摸理解的內容，是本研究的重要課題之一，涵蓋從自然到人造產物的範疇，旨在建立博物館的「觸覺文化系統」，同時反思當前視覺主導的參觀模式是否與博物館所倡導的公共性與平等性相符。

本研究提出的「觸覺文化」(tactile culture) 概念，立基於對視覺文化 (visual culture) 的反思，質疑 18 世紀以來視覺中心主義 (ocularcentrism) 如何成為現代社會的主導霸權 (Jay, 1993)。隨著視覺媒體滲透教育、文化、經濟與政治等領域，視障者在失去視力後，主要依賴聽覺與觸覺來獲取生活資訊。因此，觸覺資訊若能滿足視障者需求，是否也可為明眼人帶來新的文化模式，促進觸覺認知與交流的發展，從而建構全人類共享的「觸覺文化」現象，打破以「健全主義」(ableism) 為基礎的歧視與偏見。

日本學者広瀬浩二郎強調，盲文的發明彰顯了盲人及其觸覺文化的獨特性，而非要求其融入主流社會 (邱大昕，2016)。此外，伊藤亞紗 (楊詠婷譯，伊藤亞紗原著，2019) 從視障者經驗出發，探索非視覺認知系統如何建構看不見的世界，創造視覺以外的多元文化型態。她的

研究不僅突顯觸覺的特殊性，亦啟發長期仰賴視覺的大眾學習以觸覺感知世界，促進文化多樣性。

根據世界盲人聯盟 (World Blind Union) 的最新統計，全球約有 2.53 億位視障者，而根據 2024 年第三季臺灣衛生福利部統計，視障者人數達 54,001 人。如何幫助視障者提升文化參與，成為博物館與美術館的重要課題之一。這不僅回應 2006 年聯合國通過的《身心障礙者權利公約》(Convention on the Rights of Persons with Disabilities, 簡稱 CRPD)，倡導保障身心障礙者的平等權利與尊嚴，也符合臺灣於 2007 年制定的《身心障礙者權益保障法》。2014 年，臺灣立法院通過《身心障礙者權利公約施行法》，正式將 CRPD 本地化，宣示對國際人權價值的承諾，為推動觸覺文化系統奠定政策基礎。

### 二、博物館觸覺教育及展示設計

在多元與包容成為當代博物館運作核心的背景下，觸覺導覽逐漸成為文化平權與教育推廣的重要實踐之一。自 1913 年美國大都會博物館 (The Metropolitan Museum of Art) 率先引入觸覺導覽，雕塑作品便成為觸覺展示的首要選擇。這一模式至 1995 年在法國羅浮宮獲得進一步深化，設立了觸覺藝廊 (touch gallery)。該藝廊不僅專門規劃觸覺展示空間，還配置了觸覺立體點字地圖、異材質引導設施以及複製雕塑等展品，並提供無障礙設施以接待所有觀眾 (趙欣怡，2016a)。視障觀眾博物館與美術館教育最早於 1987 年由 Elisabeth Axel 與 Nina Levent 共同成立的盲人藝術教育 (Art Education for the Blind, Inc., 簡稱 AEB) 推動視障者學習藝術，在美國盲人基金會 (American Foundation for the Blind, 簡稱 AFB) 資助下，於 2002 年出版厚達五百多頁的視障美術教育專書《藝術超越視覺：藝術、創意與視覺

障礙之資源指南》(Art beyond sight : Art History Through Sound And Touch) (Axel et al., 2002)，提供建築、雕塑與繪畫等媒材觸覺圖製作設計參考方法。

觸覺展示的價值在於其不僅能提供感官互動，更能深化認知。然而，單純的觸摸並不足以完全傳達展品資訊。如同視覺認知需要色彩、形狀與構圖等背景知識，觸覺認知則涉及平滑、粗糙、尖銳等感官特徵，但仍需輔以相關解說與展示文脈以提升學習效果（趙欣怡，2016a）。臺北市立美術館自 1993 年起推出「羅丹雕塑展」觸覺導覽，為視障者提供專人解說與觸摸雕塑品的機會，開啟了國內觸覺展示的先河。1997 年，高雄市立美術館則在「雕塑散步：奇美典藏展」中進一步結合口述影像與觸覺展示。國立臺灣藝術教育館也於「色彩與人生」展中探討視障者美學需求，並引進色彩感應設備及擴視機等輔具。國立臺灣博物館、國立歷史博物館與國立故宮博物院（以下簡稱故宮）等多家機構亦陸續推出觸覺教材與模型製作，拓展視障者文化參與的可能性（趙欣怡，2016a）。

2005 年，國內觸覺導覽邁向多元發展。國立臺灣博物館推出「看見博物館」計畫，透過建築模型與創作工作坊，讓視障者認識古典建築的外觀特徵與設計風格。同年，臺北市立美術館的「樂透：可見與不可見展」邀請當代藝術家設計非視覺藝術裝置，並結合多感官空間規劃；故宮則自 2008 年起每週提供「跨越障礙，看見美麗」的視障導覽服務，聚焦於展場細節的觸覺體驗，一直到近年結合科技導覽應用程式、觸覺圖像、口述導覽等整合出更完整的導覽系統（康綉蘭，2019）。2009 年，國立歷史博物館與高雄市立美術館推出羅浮宮雕塑觸覺教育展，開始強調展場空間規劃與參觀細節的重要性（趙欣怡，2016a）。這些觸覺展示實踐為文化平

權政策的推行奠定了基礎。

文化部於 2012 年提出「文化平權」政策，旨在改善無障礙設施並促進身心障礙族群的文化參與。同時，文化部成立了身心障礙者文化參與推動小組，並指定國立臺灣文學館與國立臺灣美術館為障別示範館所，分別針對聽障與視障者提供多樣化服務。2013 年，國立臺灣美術館啟動「非視覺探索計畫」，包括口述影像導覽與創作工作坊，以提升視障者的文化參與度。新北市立鶯歌陶瓷博物館推出的「手感陶：陶藝觸覺感知展」允許視障者直接觸摸陶藝原作，並透過異材質體驗豐富觸覺學習的層次（吳麗娟，2016）。2015 年，高雄市勞工博物館的「眼出睛彩：視障者工作者特展」展示了視覺障礙者的創作潛力，故宮南院則於兒藝中心設置專門的視障導覽設施，進一步完善觸覺服務系統（趙欣怡，2016b；楊芳綺，2016）。

自然科學類博物館在觸覺教育中亦展現出創新活力。國立自然科學博物館（簡稱科博館）自 2005 年起推動觸摸展品模型，並設立「自然學友之家」專區，以觸覺探索形式幫助視障者接觸自然標本及複製品（余嘉盈，2013）。國立臺灣博物館自 2001 年起開始推動視障兒童科學圖像觸摸體驗，後續搭配口述影像導覽服務，讓科學標本觸摸發展出觸覺圖像和聽覺理解方法（向麗容、張釋，2014）。國立海洋科技博物館（簡稱海科館）則結合語音導覽 App，提供館內展示資訊的即時推播功能，讓視障者能夠自主掌握參觀動線及展品背景。國立科學工藝博物館（簡稱科工館）自 2017 年起進一步導入專人導覽服務與科技輔具，推出建築模型、觸覺地圖及多樣觸摸展品，讓觸覺展示在科學教育中發揮更大的影響力（浦青青，2020）。

觸覺圖像 (tactile graphics) 是視障者理解視覺圖像的轉譯工具，常用於數學、地圖與藝術等教材中。傳統以複合媒材製

作的觸覺圖像雖然功能豐富，但因製作耗時且不便攜帶而受到限制。隨著熱印技術 (fuser) 與發泡紙 (swell paper) 的普及，觸覺圖像的製作效率與普及性大幅提升。這些技術利用碳粉感熱膨脹生成凸起線條，簡化了圖像製作過程並提升視障者的辨識能力 (趙欣怡, 2018)。此外，觸覺攝影轉譯研究強調影像簡化設計的重要性，並建議結合立體模型與口述影像說明，以優化視障者的認知效果。科技輔具如點字地圖與語音導覽 App，以及立體模型，也進一步提升了觸覺展示的實用性與參觀便利性 (趙欣怡, 2019；王紀涵, 2020)。

隨著科技技術的發展，近年愈來愈多文化機構重視以觸摸圖像或立體展品結合口述影像語音，作為視障觀眾的學習媒介，無論是歷史類展覽將海報、服飾、器具等藏品 (林佳逸, 2023)、舞蹈演出與舞臺設計之空間圖面或互動科技 (詹話字, 2021)，觸覺展示與觸覺圖像轉譯的研究不僅拓展了博物館教育的邊界，更促進了文化平權的實現。透過觸覺教育，博物館與美術館成為視障者探索世界的窗口，並在科學、藝術、認知心理學等領域中展現出強大的應用潛力 (趙欣怡, 2020)。

### 三、觸覺圖像認知

在觸覺圖像認知上，Heller (1989) 研究視障兒童之觸覺圖形感知能力，從觸摸幾何圖形中進行物件名稱配對，比較明眼人與視障者的觸覺辨識表現能力，其研究結果顯示視障兒童因經常使用觸覺，因此能更快速掌握幾何物件形體與名稱。同時，心理學陸續發表視障者繪畫空間表現的相關研究，試圖探討視障者的觸覺經驗如何建構各種與明眼人相同或甚至優於明眼人的空間認知表現研究 (Heller et al., 1995, 1996, 2006, 2009)。另外，Kennedy (1993, 1997) 認為視障者空間表現可經由

生活經驗發展，觸覺可替代視覺，透過觸覺認知能如同明眼人理解空間透視概念，並認為視障成人可畫出如同明眼人空間投射及透視後縮等平面繪畫 (Kennedy and Juricevic, 2006a, 2006b; Heller & Kennedy, 1993, 1995)。

而觸覺圖像設計上，吳志富等 (2006) 彙整 Frascara 和 Takach (1993) 提出將三維資訊轉為二維觸覺圖形設計上應考慮之因素包括：形狀 (Shape)、大小 (Size)、線面 (Outline/solid)、高度 (Elevation) 等問題，研究說明具有質感區域寬度至少要 5cm、不同訊息屬性的凸起高度區別、兩個觸覺點之間間距需保留 2.3 至 3.8mm 等設計元素，參考其原則進行高中視障生提高觸覺圖像辨識能力研究，將觸覺圖形「複雜度」、「大小比例」與「表現模式」進行比較分析，研究結果發現 TP (texture picture) 與 LD (line drawing) 綜合運用可獲得較佳表現，物件形狀與特徵愈高，辨識能力愈佳，圖形縮小則需改以更加簡化線條的模式表現。

2000 年 Shimizu 等接續早期研究，將刺激物改為探針組成之平面觸覺板，以外輪廓模式、平面凸起模式 (凸起 2mm)、平面凹陷模式 (下凹 2mm)、3D 浮雕模式 (高度 10mm) 4 種模式，分別製作：有握把的杯子、蘋果、葡萄酒杯、椅子、貝類、懷錶、黃瓜、櫻桃、電話、湯匙、開罐器、茶杯、左手、靴子、茄子、平底鍋、剪刀、香蕉、手提袋、鐵鎚、一串葡萄、插頭、刀子等作為刺激物。分為視障者與明眼人兩組進行觸摸識別比較分析，研究結果顯示 3D 浮雕模式優於其他模式之認知表現。

L'évesque 和 Hayward (2008) 運用創新電子媒體觸覺顯示器進行實驗，以 6 種簡單幾何形狀 (正方形、倒三角形、圓形、直角三角形、菱形、十字型) 不同尺寸大小變化表現點、線、封閉線的圖形進

行實驗。研究結果顯示所有幾何圖形以點或線表示輪廓或面積的形狀更容易識別，並且尺寸愈大愈容易辨識。此研究觀點也顯示圖形表示方式有諸多形式，改為有機物體或人為產物的圖形可能會影響製作設計與辨識正確率，並非單一因素可決定觸覺圖形轉譯的唯一詮釋方法。

黃信夫、杜冠慧 (2018) 認為觸覺圖形卡是觸覺圖形轉化為資訊，讓視覺障礙者理解圖形的方法，利用數學幾何立體圖像作為研究對象觸覺辨識之正確率與反應時間之探討應用於生活產品。從中發現視覺障礙者對於平面立體圖的辨識相對較低，教育機構應加強於平面立體圖形的辨識，發展平面立體圖形的觸覺圖形教具，將有助於未來文化機關發展相關圖形教具之設計參考。

伊彬、徐春江 (2008) 認為全盲兒童雖然可透過雙手進行圖像理解，卻無法如同視覺訊息般整體即時，而是經由不同順序局部觸摸構成物件整體概念，加上視障者視覺條件與教育背景之差異，產生不同的理論觀點，認為觸覺仍有其限制，無法取代視覺的空間透視原則，視障者與明眼人繪畫空間發展階段亦不相同。並認為視障兒童若缺乏生活經驗或教育學習，很難獲得如同明眼人的繪畫表現，教學介入與方法指引仍是影響視障者是否得以建構空間表現能力之關鍵（伊彬、張婉琪，2011；伊彬、林美倩，2016；伊彬等，2019）。

本研究以觸覺圖像為主要研究內容，即使觸覺無法完全取代視覺功能，對於視覺障礙者獲取生活資訊、認知發展與溝通能力仍具有一定助益。並以受過完整基礎教育之明盲成人作為研究對象，比較在不同視覺經驗條件下，其對於生活相關自然圖像的辨識理解能力之差異。

#### 四、觸覺圖像之語音資訊

由於日常生活、教育或社會環境中觸

覺資訊與輔具不足，聽覺資訊乃視障者獲得生活資訊主要來源，觸覺圖像則成為次要之選擇。趙雅麗 (2004) 認為視覺圖像輔具製作需要加入語文描述，讓視障者在視覺圖像學習過程得以更便利，且確實達到溝通成效。在此概念基礎下，視障者要理解完整觸覺資訊，似乎脫離不了語言輔助。但是具有視覺經驗的明眼人所欠缺的觸覺文化發展，是否也需語言輔助才得以推進，或可單純以觸覺元素發展成可認知理解的系統？

林巧敏、賀迎春 (2015) 調查公共圖書館視障館藏媒體類型以類比（錄音帶）有聲書最為普遍，其次為數位 MP3 有聲書、紙本點字書；電子點字書少有圖書館典藏，DAISY 有聲書並不普遍；大字書及立體觸摸書更是罕見。不僅視障資源分配不均，閱讀輔具設施不足，視障讀者使用率亦不佳，以致視障資源與讀者閱讀經驗亟待改善。即使是行之有年、經費預算最高且館藏最多的國立中央圖書館臺灣分館視障資料中心，仍有使用者因有聲資料查詢與利用經驗不佳，對於館藏內容資源不足等問題提出更多需求（張博雅、林珊如，2010）。尤其，對於尚存殘餘視力，或後天因意外失明之讀者，一般視覺文字書籍或點字書皆難以提供完整資訊。語音圖書教材或資源製作時程較長，若能考量增加搭配圖像之觸覺資源，彌補視覺感知經驗的缺乏，相信亦能改善多元視覺障礙差異之讀者的閱讀經驗。

Chan (2017) 同樣在提供視障者自主導覽目標下，致力整合香港博物館觸覺與聽覺資訊，發展出可以結合聽覺與觸覺的互動設計系統（Haptic-Audio Interaction Design，簡稱 HAID）：利用黑白觸覺圖經過線條、符號、形狀、材質等觸覺元素設計，將博物館的圖像內容分區製作口述影像語音，藉由感壓式觸發口述語音內容，讓視障使用者經由觸摸與聆聽理解作

品內容後，再以繪畫方式重現，研究結果證實其系統有效性。博物館近年應用自主導覽程式，將口述影像語音導入自動觸發系統，讓視障觀眾透過聆聽認識藝術內容（張瀛之，2016；趙欣怡，2018；王紀涵，2020），但聽覺資訊的想像仍缺乏對於實體物件之對照，如何提供更多口述影像與觸覺展品搭配之展示設計，更是未來發展的趨勢。

本研究觸覺圖像轉譯實驗中亦將參考其觸摸再繪製方法，但僅提供作品基本資訊給受試者，以探討觸覺認知與視覺經驗之關係；不提供完整口述影像內容，以利測試觸覺元素有效性。期望透過實驗探究觸覺圖像非語言溝通 (nonverbal communication) 模式之可能性，思考如何讓觸覺圖像有可能發展成如同視覺文化般，不需語言即可傳遞圖像概念或內涵。

美國盲人協會 (American Council of the Blind) 陸續更新口述影像製作原則，讓數位資訊傳播及文化藝術推廣皆可參照，進而擴大視覺障礙者資訊接受的廣度與深度 (American Council of the Blind, 2020)。近年國外博物館在全球疫情過後，更深入思考如何將藝術展演內容在觸覺以外，透過語音介面結合數位資源，進行線上資源的推廣 (Pine and Ferraro, 2022)。將口述影像內容製作及傳播大量應用於藝術展品內容的開發上，思考如何透過語音線索讓視障觀眾建立藝術圖像或空間概念 (Durette and Auer, 2021; Eardley and Hutchinson, 2019; Hutchinson and Eardley, 2019; Eardley and Hutchinson, 2021; Eardley et al., 2024; Verhulst et al., 2024)。這樣的推廣內容更有利於明眼人的資源擴增，福澤於全民社會 (Adams, 2024)。

綜合上述文獻可知，觸覺圖像辨識的研究較少應用於博物館藏品圖像內容，尤其自然科學或視覺藝術作品觸覺圖設計與導覽應用之研究較為缺乏；對於觸覺圖

資訊提供，更可能缺少點字或語音資訊。而由陪同者協助解說，在非專業情況下，容易僅提供觸覺圖像標題。或在未得知正確資訊的情況下，僅提供相近特徵類別資訊，更不易以口述影像解說觸覺圖像內容。加上觸覺圖像設計並無規範的一致作法，可能選擇線條或造型作為觸覺判讀依據，故實驗流程將以一般常見情況設計兩款觸覺圖，並在聽覺資訊階段僅提供類別及選項作為觸覺認知判讀。

因此，本研究希望從社會教育的觀點，由博物館自身教育概念思考，如何將觸覺圖教材設計原則，應用於更複雜且多樣性的博物館圖像轉譯方法。除了採用口語回答辨別外，經由全盲與明眼受試者觸摸認知的表現，探討觸覺圖認知表現的差異，進而探討視覺經驗影響是否顯著。

## 研究方法

本研究經國立成功大學人類研究倫理審查委員會審查通過（成大倫審簡字第 110-425-2 號），採用實驗設計法、調查研究法、內容分析法，以視覺經驗為主要變因，比較受試者之觸覺認知差異。實驗過程分為動物階段、植物階段，以及問答階段，進行 24 位明眼人 (the sighted) 及 16 位全盲者 (the totally blind) 的觸覺實驗。測驗期間明眼受試者須全程戴眼罩，研究者同時以相機及錄音筆進行拍照及錄音，並記錄受試者的正確率 (accuracy, 簡稱 ACC) 及作答反應時間 (reaction time, 簡稱 RT)，以及受測過程中的語言回饋。

### 一、研究對象

本研究受試者共 40 人，依其視覺經驗差異分為 3 組：明眼矇眼組 (sighted-blindfold, 簡稱 SB) 24 人、後天全盲組 (late blind, 簡稱 LB) 8 人、先天全盲組 (early blind, 簡稱 EB) 8 人，性別比例

表 1. 3 組受試者人數、性別分佈及年齡平均數

| 組別 |               | 明眼矇眼組 (SB) | 後天全盲組 (LB)    | 先天全盲組 (EB)   |
|----|---------------|------------|---------------|--------------|
| 人數 | N             | 24         | 8             | 8            |
| 性別 | 男             | 5          | 5             | 6            |
|    | 女             | 19         | 3             | 2            |
| 年齡 | 平均數 <i>M</i>  | 20-61 (25) | 32-67 (51.25) | 21-37 (26.5) |
|    | 標準差 <i>SD</i> | 8.5        | 15.8          | 5.5          |

資料來源：本研究整理

及年齡範圍如表 1。因視覺障礙者人口比例低，受測時間較長，尤其視力狀況為全盲者人數更少，加上排除 20 歲以下青少年及認知或行動功能受損之視障者，全盲受試者以各組最低受試人數 8 人為基礎。年齡範圍皆為青壯年階段之視障與非視障成人，明眼矇眼組多為大學生 ( $M=25$ ,  $SD=8.5$ )，平均年齡為 25 歲；視障者平均年齡為 39 歲，後天全盲組多為中壯年人 ( $M=51.25$ ,  $SD=15.8$ )、先天失明組多為青年人 ( $M=26.5$ ,  $SD=5.5$ )。

本研究於 2022 年至 2023 年於中部某大學 (2022 年 4 月 27 日、4 月 29 日、2023 年 3 月 29 日)、數位有聲書學會 (2022 年 5 月 27 日)、盲人重建院 (2022 年 5 月 29 日) 3 個地點進行受測實驗，受試者皆可自行前來實驗地點。由研究者公開徵求這 3 組受試者進行圖像設計、視覺經驗及語言提示如何影響觸覺認知表現能力之比較。研究過程中，所有受試者皆先簽署知情同意書，明眼人在開始測試前戴起眼罩，全程不取下，每人進行約 60 分鐘測試完成後再取下，每位視障者受試時間同樣安排在 60 分鐘內完成，全程進行錄音及攝影記錄。

在共 40 位受試者基本資料中，多數來自臺灣北部與中部，皆為專科以上高等教育背景。無論明眼人或視障者，一年參觀博物館平均次數最多比例為 1 至 3 次，

包含：科學類、藝術類與表演場館。視障者曾參與博物館觸覺相關活動或曾使用過觸覺教材之比例較明眼人高 (表 2)。另外，16 位視障者皆以「語音」為主要資訊接收來源。點字使用者以先天全盲者居多，後天全盲者則仍以仰賴語音為主。同時全盲者將近 7 成曾經有繪畫經驗，對於平面圖像具備基本概念。

二、研究刺激物

本研究經諮詢科學博物館館員，並參考國內科學類博物館蒐藏系統，動物學門與植物學門分類法，從各學門選擇 6 類別，在各類別中再選出一項日常生活常見物種，並以專業博物館動物與植物類別科學繪圖為設計圖參照 (王心瑩、周沛郁譯，Broom and Willis 原著，2020 [2017])，進行觸覺圖轉譯設計。

本研究觸覺圖像項目包含動物及植物類別，動物觸覺圖階段先進行 6 種類動物觸覺圖像判讀測試，包含表 3 中的大象 (哺乳類)、烏龜 (爬蟲類)、麻雀 (鳥類)、吳郭魚 (魚類)、螃蟹 (甲殼類)、蝴蝶 (昆蟲類)。其中，大象與麻雀雖非正 90 度角側視圖，偏斜角透視，但也以同一來源科學繪圖為參照。本研究選圖以動物界常見之脊椎動物門、節肢動物門為主：脊椎動物門下之魚綱、哺乳綱、爬蟲綱、鳥綱，以及節肢動物門下之昆蟲綱與

表 2. 3 組受試者基本資料表

| 基本資料                     | 選項            | 明眼人 24 人  | 視障者 16 人 |          |
|--------------------------|---------------|-----------|----------|----------|
|                          |               |           | 後天全盲 8 人 | 先天全盲 8 人 |
| 出生地                      | 北北基           | 7 (29%)   | 4 (50%)  | 4 (50%)  |
|                          | 桃竹苗           | 5 (21%)   | 1 (13%)  | 1 (13%)  |
|                          | 中彰投           | 9 (38%)   | 3 (37%)  | 3 (37%)  |
|                          | 雲嘉南           | 3 (12%)   | 0        | 0        |
| 教育程度                     | 二專            | 0         | 1 (13%)  | 0        |
|                          | 大學            | 18 (75%)  | 4 (50%)  | 7 (88%)  |
|                          | 碩士            | 5 (21%)   | 1 (13%)  | 1 (13%)  |
|                          | 博士            | 1 (4%)    | 2 (25%)  | 0        |
| 資訊讀取方式<br>(複選題)          | 文字            | 24 (100%) | 0        | 0        |
|                          | 語音            | 0         | 8 (100%) | 8 (100%) |
|                          | 點字            | 0         | 2 (25%)  | 4 (50%)  |
|                          | 觸覺圖           | 0         | 2 (25%)  | 0        |
| 一年參觀博物館<br>的次數           | 0 次           | 2 (8%)    | 1 (13%)  | 0        |
|                          | 1-3 次         | 11 (46%)  | 4 (50%)  | 5 (63%)  |
|                          | 4-6 次         | 8 (33%)   | 1 (13%)  | 3 (38%)  |
|                          | 7-9 次         | 1 (4%)    | 0 (0%)   | 0        |
|                          | 10 次以上        | 2 (8%)    | 2 (25%)  | 0        |
| 曾參觀博物館類<br>型<br>(複選題)    | 科學類           | 14 (58%)  | 5 (63%)  | 4 (50%)  |
|                          | 藝術類           | 21 (88%)  | 4 (50%)  | 7 (88%)  |
|                          | 歷史類           | 11 (45%)  | 4 (50%)  | 5 (63%)  |
|                          | 表演場館          | 13 (54%)  | 5 (63%)  | 7 (88%)  |
|                          | 地方文化館         | 16 (66%)  | 4 (50%)  | 4 (50%)  |
| 體驗過的博物館<br>觸覺資訊<br>(複選題) | 曾經使用過觸覺圖像教材   | 5 (21%)   | 4 (50%)  | 6 (75%)  |
|                          | 曾經觸摸過模型或地圖    | 9 (38%)   | 5 (63%)  | 6 (75%)  |
|                          | 曾經參與觸覺導覽活動    | 6 (25%)   | 4 (50%)  | 8 (100%) |
|                          | 不曾參與博物館觸覺經驗活動 | 11 (46%)  | 2 (25%)  | 0 (0%)   |

資料來源：本研究整理

表 3. 6 項動物觸覺圖像設計與特徵

| 種類 | 魚類                                                                                | 哺乳類                                                                               | 爬蟲類                                                                               | 昆蟲類                                                                               | 鳥類                                                                                 | 甲殼類                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 項目 | 吳郭魚                                                                               | 大象                                                                                | 烏龜                                                                                | 蝴蝶                                                                                | 麻雀                                                                                 | 螃蟹                                                                                  |
| LD |  |  |  |  |  |  |
| SP |  |  |  |  |  |  |
| 視角 | 側視                                                                                | 類側視                                                                               | 上視                                                                                | 正視                                                                                | 類側視                                                                                | 上視                                                                                  |
| 比例 | 相近                                                                                | 縮小                                                                                | 相近                                                                                | 放大                                                                                | 放大                                                                                 | 相近                                                                                  |
| 結構 | 非對稱                                                                               | 非對稱                                                                               | 對稱                                                                                | 對稱                                                                                | 非對稱                                                                                | 對稱                                                                                  |

資料來源：本研究整理

表 4. 6 項植物觸覺圖像設計與特徵

| 種類 | 草本植物                                                                                | 木本植物                                                                                | 蕨類                                                                                  | 耐旱植物                                                                                | 真菌類                                                                                  | 根莖類                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 項目 | 向日葵                                                                                 | 椰子樹                                                                                 | 銀蕨                                                                                  | 仙人掌                                                                                 | 蘑菇                                                                                   | 蘿蔔                                                                                    |
| LD |   |   |   |   |   |   |
| SP |  |  |  |  |  |  |
| 視角 | 側視                                                                                  | 側視                                                                                  | 側視                                                                                  | 側視                                                                                  | 側視                                                                                   | 側視                                                                                    |
| 比例 | 相近                                                                                  | 縮小                                                                                  | 放大                                                                                  | 相近                                                                                  | 放大                                                                                   | 相近                                                                                    |
| 結構 | 類對稱                                                                                 | 類對稱                                                                                 | 非對稱                                                                                 | 非對稱                                                                                 | 對稱                                                                                   | 對稱                                                                                    |

資料來源：本研究整理

甲殼綱，各綱別中選擇一項日常生活中常見之物種。

植物觸覺圖階段同樣選擇 6 項植物類別進行觸覺圖像判讀測試，包含表 4 中向日葵（草本植物）、椰子樹（木本植物）、香菇（真菌類）、銀蕨（蕨類）、仙人掌（耐旱植物）、蘿蔔（根莖類）。植物部分仍以同一來源之植物科學繪圖為依據，皆

以側視圖表現。蕨類植物因以幼葉捲曲造型為辨別特徵，為增加區隔性，改以局部特徵特寫展現。植物因分類系統多樣，選擇容易區分之草本與木本植物為類別，並增加蕨類與真菌類、根與莖結構差異較大的耐旱多肉植物與根莖類植物，再從以上 6 種類中選擇常見之植物項目。

動物與植物皆各自依據繪圖視角（側

視圖、上視圖、類側視)、尺寸比例(縮小、相近、放大)、造型結構(對稱、類對稱、非對稱)進行初步分類,由此探究平面圖像的設計在觸摸認知理解上,如何能對應原始物件的全貌、尺寸及造型。這些屬性皆影響觸覺圖像之製作及認知表現,尤其以視覺感知為主要認知資訊之明眼人,會以水平、俯視、仰式各種視角觀看動植物。但曾有過視覺經驗的後天全盲者,則可能結合視覺記憶及觸覺經驗,與先天全盲者仰賴觸覺及聽覺資訊的經驗大相逕庭。

圖像刺激物設計上選擇兩種不同形式:一種是以線條為主,表現動物造型輪廓及肌理與特徵,可定義為「線條繪圖」(LD),也是經常被用來製作觸覺圖像的方式,以凸起的線條強調物體的輪廓和特徵,但過多的線條資訊亦可能造成輪廓或特徵上的混淆。另一種是以物體範圍整體凸起作為可觸摸範圍,輪廓或特徵則改以留白方式保留,定義為「實面圖像」(surface pattern, 簡稱 SP),雖然在視覺上具有相同的辨識功能,且容易掌握物體的整體造型,但特徵卻可能因為尺寸不足以致內部線條或紋理不明顯,而造成不易辨識內部特徵。採用兩種設計形式,以探討設計方法上的差異:單以線條表現圖像,或凸起面積較多是否會增加觸覺辨識?分別在動物觸覺圖與植物觸覺圖階段的第一步驟及第二步驟給予圖板進行摸讀測試。

而在繪製角度上,動物選項因動物身體結構與屬性差異,運用側視圖與上視圖等不同繪製視角,以表現最多不同特徵;植物選項則因植物之生長特性通常由下而上,圖像多以側視圖為主。觀察動植物特定角度之視覺經驗,是否增加觸覺理解程度。考量一般教材資訊尺寸,以及雙手可觸摸之範圍,觸覺圖像尺寸比例及製作輸出上統一以 A4 尺寸 (21cm x 29.7cm) 熱

印感熱設備和立體發泡熱印紙 (Thermal Paper) 進行列印,並平整黏貼於厚卡紙上,以確保觸摸資訊的平整性。因此,必須縮小或放大原始動物與植物尺寸,以符合可觸摸辨識之大小,藉此觀察觸覺圖像與原尺寸相近者是否能獲得較高正確率。

而語言提示也將是本次研究探討的關鍵。實驗步驟中,在主動觸摸之步驟時,不提供任何資訊,受試者需依照其視覺、觸覺經驗或記憶,進行觸覺圖像連結,摸出其特徵並進行辨識,再與增加提示後進行比較。最後,探討關於動、植物種類與受試者生活經驗之連結程度,是否因經驗多寡而影響判讀辨識表現。

### 三、研究流程

本次實驗過程分別進行動物觸覺圖階段與植物觸覺圖階段,每階段各有 4 步驟:第一步驟提供單一 LD 圖板,第二步驟之後增加 SP 圖板,第三階段 TP 與第 4 階段 SL 可同時觸摸兩款觸覺圖作為辨識。記錄每一階段之回答是否正確,以及從研究者給予觸覺圖之後開始計算時間,受試者回答出確認答案後停止,作為反應時間統計依據,並以秒數為計數單位。

第一步驟先觸摸理解觸覺圖,不給予任何語言提示:先提供線條設計圖板 (LD),回答正確則記錄答案與反應時間。如未能回答正確,則進入第二步驟:再提供實面設計圖板 (SP) 輔助理解,同樣不提供任何語言或文字提示,回答正確則記錄答案與反應時間。如未能回答正確,則進入第三步驟:同時提供兩款觸覺圖給受試者觸摸,再由研究者口語提示「類別」(TP) 進行觸覺圖與類別選擇,回答正確則記錄答案與反應時間。未回答正確者,最後再提供 6 種動植物名稱作為「選項」(SL),並記錄最後答案與反應時間。受試者可能在不同階段答出正確答案,因此以最終正確回答紀錄作為累計各階段反應時

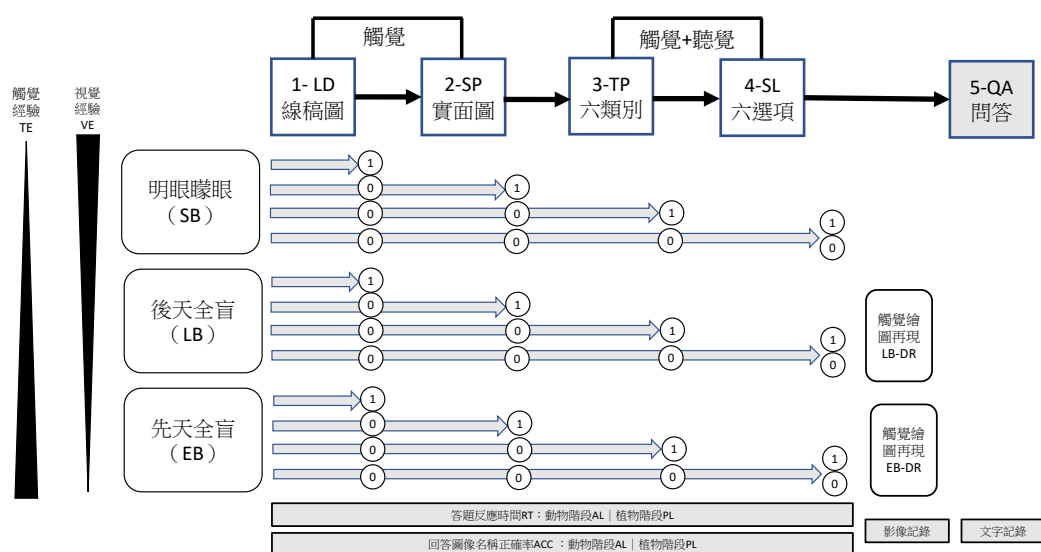


圖 1. 本研究實驗設計流程，步驟一至四將重複於動物階段與植物階段進行。（圖片來源／本研究繪製）

間（圖 1）。

每位受試者測試類別順序皆為隨機，從不同動植物選項開始測試，因此第一、二張未提供語言提示之動物與植物觸覺圖不是固定同一張圖，不受特定動物或植物種類的特徵或造型影響。測試結束，受試者亦不清楚觸覺判讀測試結果正確與否，以避免影響後續對於問答判斷。

針對先天全盲與後天全盲者兩組視障受試者，為驗證其對於圖像之理解，增加觸覺畫板 (raised-line drawing kits) 讓受試者以原子筆在橡膠板上之塑膠畫紙再現動物觸覺圖與植物觸覺圖階段中，印象最深刻並認為觸覺認知正確之選項作為繪圖對象，藉此分析其對於圖像視角與輪廓之理解能力。

最後，第五步驟問答過程在前兩階段結束後進行，未告知受試者答題正確與否，進行後續的觸覺感知判別。問題包含：（一）只提供觸覺圖像而無口語資訊能否理解圖像內容？（二）動物及植物圖像辨識難易度感受比較？（三）觸覺圖像細部特徵是否有助於增加辨識度？（四）

對於博物館觸覺圖像資訊製作建議？

本研究所有受試者皆參與相同受測流程及使用同一套刺激物，在研究者各步驟一致解說引導語及時間條件控制下完成。原始招募報名人數為 51 人，受試者於受測當日因故無法參與有 9 人，共完成 42 人之測試。因 2 位受測過程無法完整執行所有流程，故不採用其相關數據，最終以 40 人為本研究數據分析。

#### 四、研究資料編碼與分析

本研究以不同階段進行編碼統計，除上述組別研究流程中，組別以 SB、LB、EB 作為編碼；動物階段為 AL、植物階段為 PL；第一步驟為 LD、第二步驟為 SP、第三步驟為 TP、第四步驟為 SL、第五步驟為 QA。其中先天與後天全盲組別之繪圖步驟為 LB-DR 與 EB-DR (DR=Drawing)。動物選項編碼為吳郭魚 AL-F、大象 AL-E、烏龜 AL-T、蝴蝶 AL-B、麻雀 AL-S、螃蟹 AL-C 吳郭魚 AL-F、大象 AL-E、烏龜 AL-T、蝴蝶 AL-B、麻雀 AL-S、螃蟹 AL-C；植物選

項編碼為向日葵 PL-S、椰子樹 PL-C、銀蕨 PL-F、仙人掌 PL-A、蘑菇 PL-M、蘿蔔 PL-R。答題正確紀錄為 1 分，錯誤為 0 分。反應時間則以碼錶進行計時，以秒為單位，累計各步驟反應時間為最後時間。本研究使用 SPSS 軟體進行單因變異數 (ANOVA) 平均數分析各組受試者之間差異顯著性，並將所有紀錄表單彙整進行統計分析，繪圖紀錄則掃描整理，問答則以逐字稿進行文字編碼及分析。

## 結果與討論

### 一、動植物觸覺圖像判讀正確率

在動物觸覺圖階段，觸覺圖像辨識能力表現如圖 2 所示，EB 組普遍獲得較低的正確率，可能源於博物館或學校提供觸覺圖像資源不足，又缺乏視覺經驗或記憶連結。但其中吳郭魚判讀 ( $M=0.88$ ) 優於 SB 組 ( $M=0.83$ ) 及 LB 組 ( $M=0.75$ )，螃蟹判讀也與其他兩組相近，EB ( $M=0.88$ )、SB ( $M=0.88$ )、LB ( $M=0.88$ )，可能是這兩個動物選項在生活中具有味覺、嗅覺及觸覺上的飲食經驗，並且因觸摸經驗而對於該動物完整形體較能掌握。

SB 組在對稱性圖像蝴蝶獲得較高正確率 ( $M=0.96$ )，可能是在自然環境及教

科書圖像上，視覺圖像記憶較多，連結性較強。3 組普遍在烏龜選項上獲得較低正確率，SB ( $M=0.58$ )、LB ( $M=0.63$ )、EB ( $M=0.38$ )，可從 LD 及 SP 圖像中判斷其製作特徵細節太多，觸覺訊息複雜以致容易延伸想像至其他動物。

平均來說，LB 組 ( $M=0.79$ ) 觸覺圖像判讀表現僅次於 SB 組 ( $M=0.84$ )，且結果相近，可能是其後天失明保留之視覺記憶仍有助於透過觸覺感知判讀觸覺圖像。而 EB 組 ( $M=0.62$ ) 則明顯偏低，可見缺乏視覺經驗，以及較少接觸觸覺教材機會而觸覺經驗不足，以致觸覺認知能力表現較弱，尤其較沒機會觸摸到的大象、烏龜、蝴蝶與麻雀，難以掌握其視角與形體。另外，在動物圖像，繪製視角為上視圖或側視圖，以及縮放比例表現上則未有顯著的差異。

在植物觸覺圖階段，觸覺圖像辨識能力表現如圖 3 顯示，3 組普遍在可食用之植物選項：蘑菇與蘿蔔，獲得較高正確率，蘑菇之 SB 組 ( $M=0.92$ )、LB 組 ( $M=1.0$ )、EB 組 ( $M=0.75$ )；蘿蔔之 EB 組 ( $M=1.0$ )、SB 組 ( $M=1.0$ )、LB 組 ( $M=0.63$ )。推測與飲食經驗有關，但圖像上這兩者輪廓簡潔、特徵明顯，可能也是容易判讀之依據。但銀蕨日常生活中不易接觸，則相對

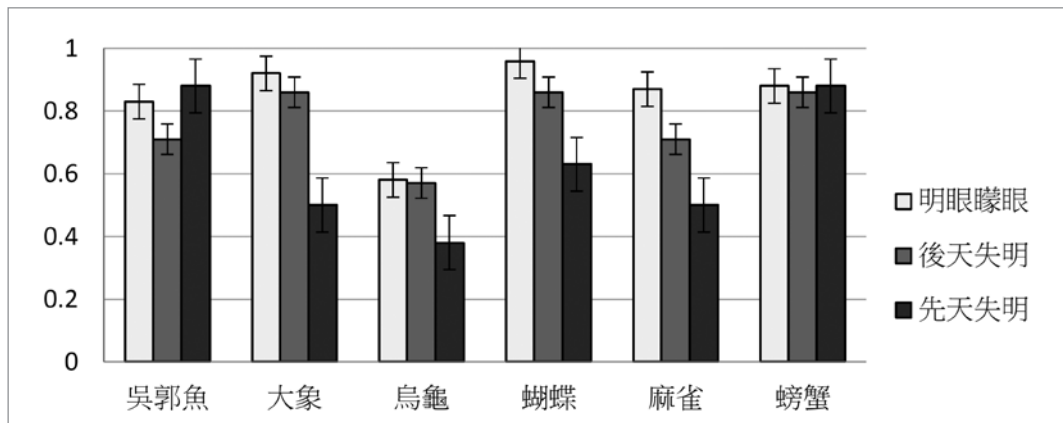


圖 2. 3 組受試者關於 6 種動物選項觸覺圖像之判讀正確率長條圖 (圖片來源/本研究繪製)

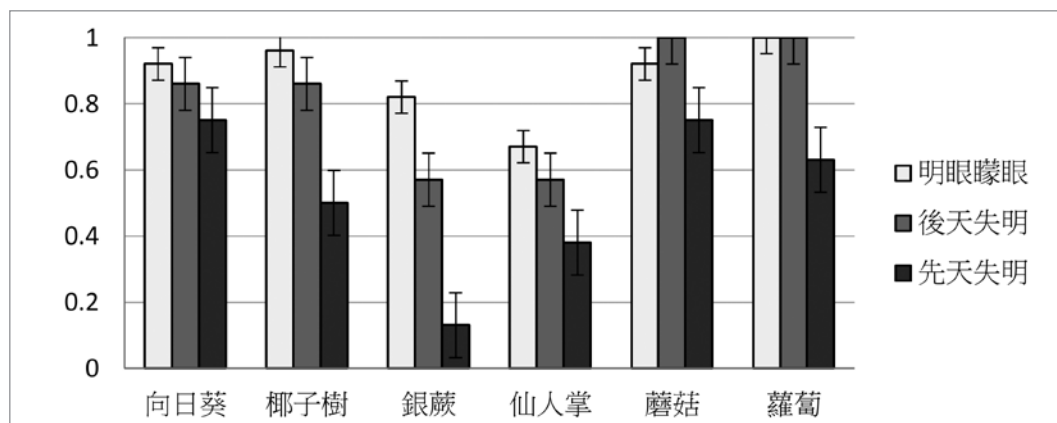


圖 3. 3 組受試者關於 6 種植物選項觸覺圖像之判讀正確率長條圖 (圖片來源／本研究繪製)

困難，SB 組 ( $M=0.82$ )、LB 組 ( $M=0.57$ )、EB 組 ( $M=0.13$ )，即使是有視覺經驗之 SB 組或 LB 組可能都難以判別。僅依靠觸摸觸覺圖像，要連結到正確植物選項很困難，到最後測試階段多以刪去法，而非辨識觸覺圖像進行判斷。另外 3 組無法食用之植物選項中，向日葵獲得較高正確率，SB 組 ( $M=0.92$ )、LB 組 ( $M=0.71$ )、EB 組 ( $M=0.75$ )，亦可能是因向日葵之普遍性，日常生活中接觸機會較高，圖像出現比例或被談及次數較多。而仙人掌本身難以有觸摸經驗，仰賴視覺觀賞為主，因此 LB 組 ( $M=0.43$ ) 與 EB 組 ( $M=0.38$ ) 同樣獲得較低的正確率。椰子樹則因尺寸問題，日常生活中難以觸摸到全貌，可能對 EB 組來說同樣比較難連結。整體來說，SB 組在植物觸覺圖階段普遍獲得比 LB 組和 EB 組較高的正確率，應是依靠視覺經驗輔助，但需要較長時間判讀。

表 5 將上述 12 項動植物觸覺圖像判讀正確率進一步分析其平均數，經變異數同質性檢定後，單因變異數分析結果發現 3 組受試者之間，動物選項僅有大象 ( $p=0.023$ ) 與蝴蝶 ( $p=0.047$ ) 有顯著差異。再經由事後檢定比較各組結果，大象選項中明眼矇眼組與先天全盲組具有顯著差異 ( $p=0.007$ )，後天全盲組與先天全盲組亦有

顯著差異 ( $p=0.042$ )。可能是大象為動物選項中唯一縮小尺寸之圖像，明眼人可透過視覺經驗與記憶產生連結，先天及後天全盲者因不易接觸到實體，且缺少其他感官經驗，因此具有明顯認知差異。另外，蝴蝶選項中則僅有明眼矇眼組與先天全盲組具有顯著差異 ( $p=0.014$ )，先天全盲者對於蝴蝶亦難以透過視覺及觸覺經驗感受其翅膀圖案造型，恐增加對於形體判別的難度，以致難以達到與明眼人相同之認知能力。

植物項目中，椰子樹 ( $p=0.008$ )、銀蕨 ( $p=0.002$ )、蘿蔔 ( $p=0.001$ ) 在 3 組受試者中具有顯著差異，再經由事後檢定比較各組結果，發現椰子樹 ( $p=0.003$ ) 和銀蕨 ( $p=0.001$ ) 在明眼矇眼組和先天全盲組具有顯著差異，可能是因椰子樹以縮小尺寸製作，先天全盲者缺少其他經驗難以得知植物全貌，而銀蕨則是日常生活中少有接觸機會之植物。另外，蘿蔔在明眼矇眼組及先天全盲組 ( $p=0.002$ )，以及後天全盲組及先天全盲組 ( $p=0.000$ ) 具有顯著差異，可能是先天全盲者缺乏食材料理經驗，對於部分可食性植物之原始形體難以理解。

## 二、動植物觸覺圖像判讀反應時間

動物觸覺圖階段的反應時間由圖 4 中

表 5. 以各組視覺經驗差異影響正確率之單因變異數分析結果表

|        |      | 平方和   | 自由度 | 均方    | F     | 顯著性   |
|--------|------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 吳郭魚正確率 | 群組之間 | .067  | 2   | .033  | .216  | .807  |
|        | 群組內  | 5.708 | 37  | .154  |       |       |
|        | 總計   | 5.775 | 39  |       |       |       |
| 大象正確率  | 群組之間 | 1.067 | 2   | .533  | 4.191 | .023  |
|        | 群組內  | 4.708 | 37  | .127  |       |       |
|        | 總計   | 5.775 | 39  |       |       |       |
| 烏龜正確率  | 群組之間 | .317  | 2   | .158  | .611  | .548  |
|        | 群組內  | 9.583 | 37  | .259  |       |       |
|        | 總計   | 9.900 | 39  |       |       |       |
| 蝴蝶正確率  | 群組之間 | .667  | 2   | .333  | 3.326 | .047  |
|        | 群組內  | 3.708 | 37  | .100  |       |       |
|        | 總計   | 4.375 | 39  |       |       |       |
| 麻雀正確率  | 群組之間 | .667  | 2   | .333  | 1.805 | .179  |
|        | 群組內  | 6.833 | 37  | .185  |       |       |
|        | 總計   | 7.500 | 39  |       |       |       |
| 螃蟹正確率  | 群組之間 | .000  | 2   | .000  | .000  | 1.000 |
|        | 群組內  | 4.375 | 37  | .118  |       |       |
|        | 總計   | 4.375 | 39  |       |       |       |
| 向日葵正確率 | 群組之間 | .267  | 2   | .133  | 1.021 | .370  |
|        | 群組內  | 4.833 | 37  | .131  |       |       |
|        | 總計   | 5.100 | 39  |       |       |       |
| 椰子樹正確率 | 群組之間 | 1.317 | 2   | .658  | 5.464 | .008  |
|        | 群組內  | 4.458 | 37  | .120  |       |       |
|        | 總計   | 5.775 | 39  |       |       |       |
| 銀蕨正確率  | 群組之間 | 2.767 | 2   | 1.383 | 7.490 | .002  |
|        | 群組內  | 6.833 | 37  | .185  |       |       |
|        | 總計   | 9.600 | 39  |       |       |       |
| 仙人掌正確率 | 群組之間 | .567  | 2   | .283  | 1.138 | .331  |
|        | 群組內  | 9.208 | 37  | .249  |       |       |
|        | 總計   | 9.775 | 39  |       |       |       |
| 蘑菇正確率  | 群組之間 | .267  | 2   | .133  | 1.480 | .241  |
|        | 群組內  | 3.333 | 37  | .090  |       |       |
|        | 總計   | 3.600 | 39  |       |       |       |
| 蘿蔔正確率  | 群組之間 | .900  | 2   | .450  | 8.880 | .001  |
|        | 群組內  | 1.875 | 37  | .051  |       |       |
|        | 總計   | 2.775 | 39  |       |       |       |

資料來源：本研究整理

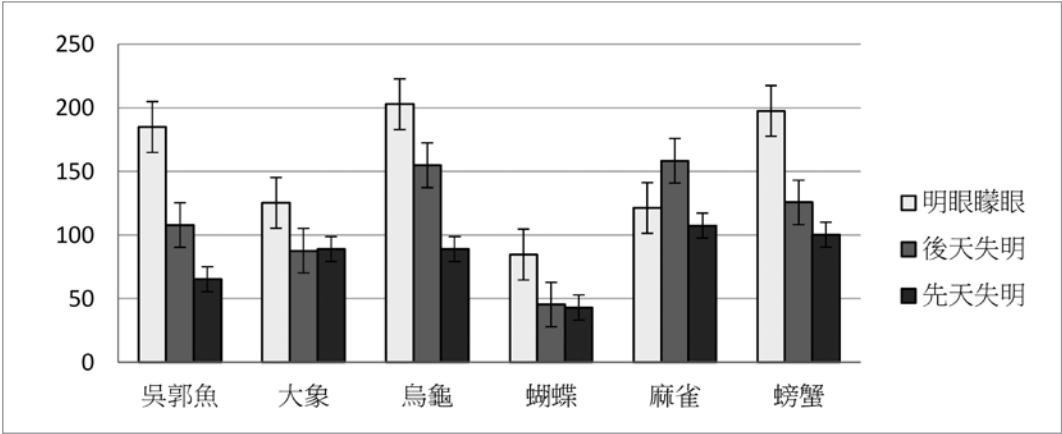


圖 4. 3 組受試者關於 6 種動物選項觸覺圖像之判讀反應時間 (圖片來源／本研究繪製)

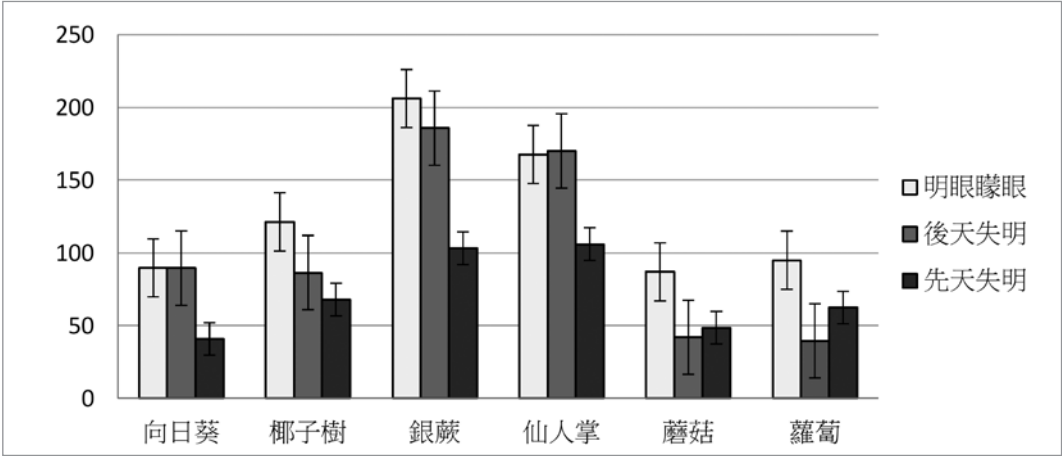


圖 5. 3 組受試者關於 6 種植物選項觸覺圖之判讀反應時間 (圖片來源／本研究繪製)

可發現，平均來說 SB 組 ( $M=153.7$  秒) 明顯比 LB 組 ( $M=121.2$  秒) 及 EB 組 ( $M=82.3$  秒) 長，有些受試者甚至超過 3 分鐘，代表明眼人日常生活觸覺經驗極少被開發，需要更長時間觸摸圖像細節作為視覺聯想，但仍可因長時間判讀獲得較高正確率。EB 組反應時間最短，顯示其從小仰賴觸覺感知獲得訊息。雖然不見得是來自觸覺圖像經驗，但透過閱讀點字或是生活中各種物品表面的觸摸經驗，仍可加速其對於圖像判讀之速度，但可惜相關觸覺圖像經驗不足，或因缺乏生活體驗，以致難以達到較高正確率。3 組在蝴蝶

選項反應時間皆為最短，SB 組 ( $M=84.7$  秒) 明顯比 LB 組 ( $M=50.7$  秒) 及 EB 組 ( $M=43.0$  秒) 長，卻獲得偏高正確率，顯示這個圖像在生活中出現頻率較高，或接觸機會較多，可引發更多視覺、聽覺或觸覺記憶。

在植物觸覺圖階段，觸覺圖像辨識能力表現如圖 5，可發現 SB 組 (127.7 秒) 仍是反應時間最長之組別，但銀蕨與仙人掌反應時間普遍較長，銀蕨之 SB 組 ( $M=206.1$  秒)、LB 組 ( $M=195.4$  秒)、EB 組 ( $M=103.1$  秒)；仙人掌之 SB 組 ( $M=167.6$  秒)、LB 組 ( $M=175.0$  秒)、

EB 組 ( $M=106.0$  秒)。一來是對植物知識不熟悉，二是相關接觸機會較少，因此需要更長時間判讀，但也無法反應出較高的正確率，是 3 組生活中都不易理解之種類。在蘑菇與蘿蔔選項中，LB 組反應時間比 EB 組短，可能是視覺記憶與觸覺經驗整合，得以縮短判讀出高正確率之反應

時間。

表 6 將上述 12 項動植物觸覺圖像判讀反應時間進一步分析其平均數，經變異數同質性檢定後，單因變異數分析結果發現，3 組受試者之間動物選項之吳郭魚 ( $p=0.032$ )、烏龜 ( $p=0.032$ )、螃蟹 ( $p=0.039$ ) 有顯著差異，再經由事後檢定比較各組平

表 6. 以各組視覺經驗差異影響正確率之單因變異數分析結果表

|          |      | 平方和        | 自由度 | 均方        | F     | 顯著性  |
|----------|------|------------|-----|-----------|-------|------|
| 吳郭魚反應時間  | 群組之間 | 98802.850  | 2   | 49401.425 | 3.770 | .032 |
|          | 群組內  | 484868.125 | 37  | 13104.544 |       |      |
|          | 總計   | 583670.975 | 39  |           |       |      |
| 大象反應時間   | 群組之間 | 13923.167  | 2   | 6961.583  | .789  | .462 |
|          | 群組內  | 326550.833 | 37  | 8825.698  |       |      |
|          | 總計   | 340474.000 | 39  |           |       |      |
| 烏龜反應時間   | 群組之間 | 84288.267  | 2   | 42144.133 | 3.768 | .032 |
|          | 群組內  | 413848.708 | 37  | 11185.100 |       |      |
|          | 總計   | 498136.975 | 39  |           |       |      |
| 蝴蝶反應時間   | 群組之間 | 15345.067  | 2   | 7672.533  | 1.602 | .215 |
|          | 群組內  | 177215.333 | 37  | 4789.604  |       |      |
|          | 總計   | 192560.400 | 39  |           |       |      |
| 麻雀反應時間   | 群組之間 | 10741.067  | 2   | 5370.533  | 1.008 | .375 |
|          | 群組內  | 197058.833 | 37  | 5325.914  |       |      |
|          | 總計   | 207799.900 | 39  |           |       |      |
| 螃蟹反應時間   | 群組之間 | 74078.817  | 2   | 37039.408 | 3.557 | .039 |
|          | 群組內  | 385290.958 | 37  | 10413.269 |       |      |
|          | 總計   | 459369.775 | 39  |           |       |      |
| 向日葵反應時間† | 群組之間 | 18101.267  | 2   | 9050.633  | 2.384 | .106 |
|          | 群組內  | 140442.708 | 37  | 3795.749  |       |      |
|          | 總計   | 158543.975 | 39  |           |       |      |
| 椰子樹反應時間  | 群組之間 | 18645.267  | 2   | 9322.633  | 1.788 | .181 |
|          | 群組內  | 192935.833 | 37  | 5214.482  |       |      |
|          | 總計   | 211581.100 | 39  |           |       |      |

表 6. 以各組視覺經驗差異影響正確率之單因變異數分析結果表（續）

|         |      | 平方和        | 自由度 | 均方        | F     | 顯著性  |
|---------|------|------------|-----|-----------|-------|------|
| 銀蕨反應時間  | 群組之間 | 63611.067  | 2   | 31805.533 | 2.718 | .079 |
|         | 群組內  | 432905.708 | 37  | 11700.154 |       |      |
|         | 總計   | 496516.775 | 39  |           |       |      |
| 仙人掌反應時間 | 群組之間 | 24066.067  | 2   | 12033.033 | 1.544 | .227 |
|         | 群組內  | 288307.833 | 37  | 7792.104  |       |      |
|         | 總計   | 312373.900 | 39  |           |       |      |
| 蘑菇反應時間  | 群組之間 | 17144.650  | 2   | 8572.325  | 1.250 | .298 |
|         | 群組內  | 253716.125 | 37  | 6857.193  |       |      |
|         | 總計   | 270860.775 | 39  |           |       |      |
| 蘿蔔反應時間  | 群組之間 | 15189.517  | 2   | 7594.758  | 2.110 | .136 |
|         | 群組內  | 133207.583 | 37  | 3600.205  |       |      |
|         | 總計   | 148397.100 | 39  |           |       |      |

資料來源：本研究整理

均數，結果皆為明眼矇眼組與先天全盲組具有顯著差異，包含：吳郭魚 ( $p=0.015$ )、烏龜 ( $p=0.012$ )、螃蟹 ( $p=0.025$ )；植物部分僅有銀蕨，這兩組受試者有顯著差異 ( $p=0.025$ )，可能因吳郭魚觸覺圖像較為複雜，而烏龜與螃蟹為上視圖像，與一般明眼人水平視線經驗較為不同，加上明眼矇眼組因缺乏觸覺經驗，需要較長反應時間以獲得正確圖像解答。先天全盲組雖然反應時間較短，但因缺乏視覺與觸覺記憶連結，較短反應時間未獲得較高正確率。後天全盲組與其他兩組在所有測試項目中皆無顯著差異，具有視覺記憶與部分觸覺經驗，在觸覺圖像認知上反應時間介於另外兩組受試者之間。

### 三、各測試步驟之正確率與反應時間比較

本研究實驗階段共有 4 個步驟，包含：第一步驟 LD 提供線條設計圖像、第

二步驟 SP 提供實面設計圖像、第三步驟 TP 由研究者口語提供類別提示、第四步驟 SL 由研究者口語提供動植物選項。第一、二步驟代表受試者主動觸摸判讀，單以觸覺進行經驗連結與判讀。第三步驟則是探討動植物的分類知識能否幫助受試者增加觸覺特徵連結進行判讀。第四步驟提供受試者動植物各 6 個選項進行判讀，連結名稱及圖像進行分析作為判斷。每個步驟都記錄是否在該階段判讀正確，該步驟得分則以 1 分統計，以及每個步驟的反應時間分別計算，再將動物及植物各綜合得出平均值及反應時間。

在圖 6 中可發現，第一、二步驟是受試者進行主動觸摸判讀階段，未能獲得任何由研究者提供之文字或語音訊息輔助，但仍可藉由 12 項動植物項目重複測試過程中，在第四步驟得知剩餘測試項目之選項，因此第一步驟得分偏高。其中後天全盲組獲得第一步驟較高正確得分，明眼矇

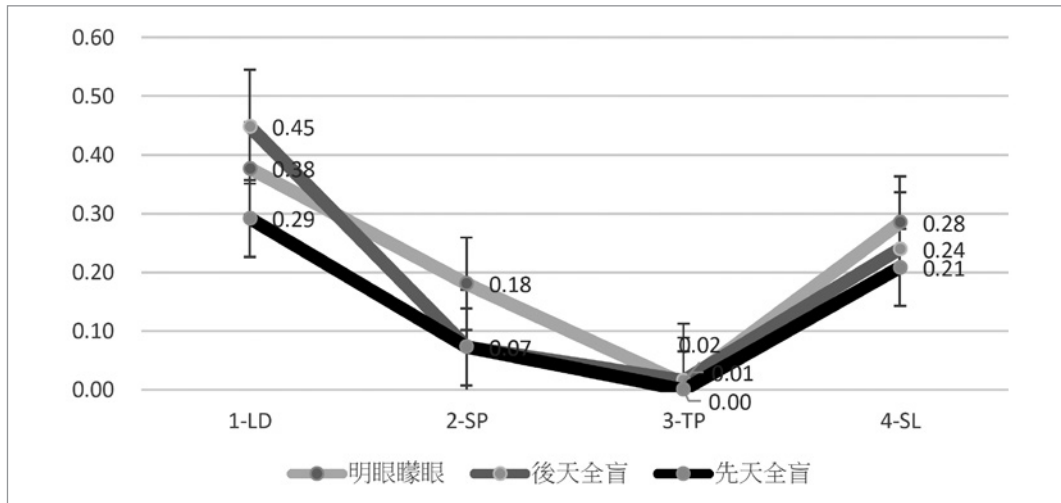


圖 6. 3 組受試者分別在第一至四步驟之觸覺圖像判讀正確率 (圖片來源/本研究繪製)

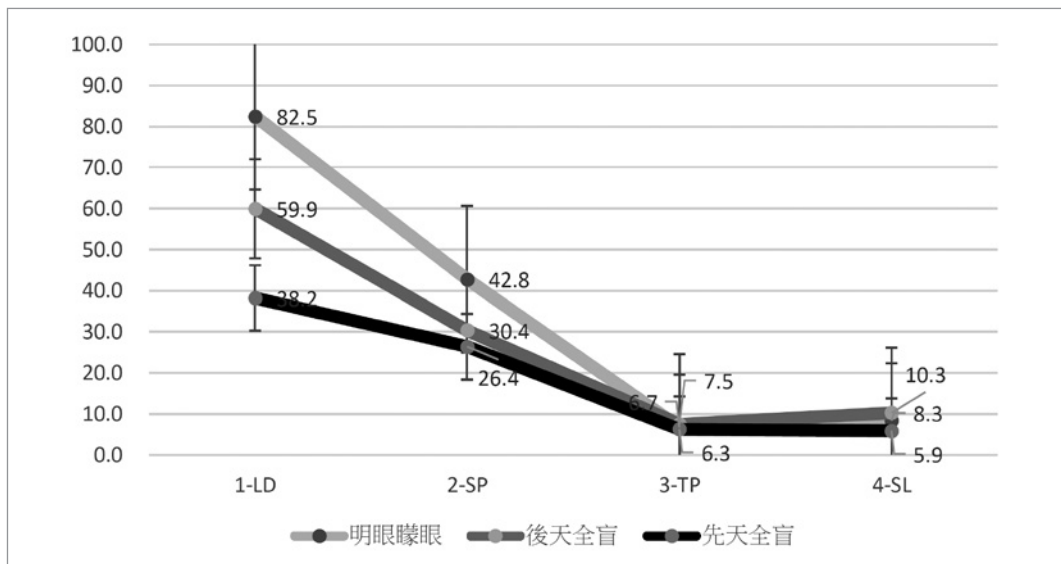


圖 7. 3 組受試者分別在各步驟之觸覺圖像判讀反應時間 (圖片來源/本研究繪製)

眼組次之，先天全盲組最低。第二步驟得分率逐漸下降，顯示即使在 LD 圖板後再提供 SP 圖板，也未能提高判讀正確率。3 組受試者普遍在第三步驟無法因類別提示獲得正確答案，顯示多數民眾自然科學知識不足，即使提供動物與植物種類名稱，仍無法藉由其特徵思考圖像答案。第四步驟因為已經得知動植物選項，3 組受試者

普遍獲得偏高正確率，可運用刪除法或猜測獲得正確答案，更有助下一個選項測試的判讀。亦可返回推論出第一步驟正確率較第二步驟高之原因。

圖 7 中可發現無論 LD 或 SP 設計圖板觸摸判讀，在未有任何文字及語音資訊協助下，3 組受試者都需要更長的反應時間進行確認。當第三步驟獲得動物或植物

種類資訊後，大幅縮短反應時間，但卻未能獲得高正確率，更是顯示出一般大眾對於自然科學知識不足。第四步驟則是因為加上答案選項，因此在極短時間內完成較高正確答覆。兼具視覺與觸覺經驗的後天全盲組，在第一步驟獲得較高正確率與較短反應時間，先天全盲組雖反應時間短，卻未能獲得高正確率。因此，在此可以推論出主動觸覺 (active touch) 狀態中，如受試者未能累積足夠觸覺經驗，在不提供任何文字及語音資訊之條件下，很難完全取代視覺經驗，或不需文字和語言即可理解之視覺圖像認知能力。

綜合上述分析各步驟之正確率及反應時間表現，是否具有顯著差異之比較，結果顯示各步驟正確率顯著性小於 0.05 ( $p=0.000$ )，可見給予不同刺激物或不同資訊形式，會影響各步驟觸覺圖像辨識之表

現。

四、全盲者繪圖再現結果分析

本研究為驗證視障者確實理解觸覺圖像，完成動物觸覺圖階段與植物觸覺圖階段測試後，在未告知正確解答狀態下，請先天及後天全盲受試者以觸覺繪圖形式進行認知再現，使用觸覺浮凸畫板 (raised-line drawing kit, 簡稱 DR)，描繪動物觸覺圖與植物觸覺圖階段，最有印象之圖像各一，確認其對於觸摸圖像之記憶再現結果，並試圖將其畫在 A4 畫板範圍中 (表 7)。

圖 8 統計先天及後天全盲者受測選項結果發現，動物類別中，蝴蝶為最多選項，占了 50%，接著是吳郭魚、大象與烏龜、麻雀，沒有全盲者選擇螃蟹。而植物部分，則以蘿蔔為最高比例 31%，依序是

表 7. 後天與先天全盲者動植物繪圖結果

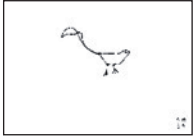
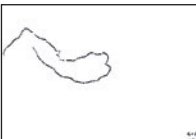
| 編號            | 動物繪圖 AL                                                                             | 植物繪圖 PL                                                                             | 編號            | 動物繪圖 AL                                                                              | 植物繪圖 PL                                                                               |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| LB01<br>B   S |  |  | EB01<br>B   A |  |  |
| LB02<br>T   M |  |  | EB02<br>E   C |  |  |
| LB03<br>B/R   |  |  | EB03<br>F/S   |   |  |
| LB04<br>S   R |  |  | EB04<br>F   R |   |  |

表 7. 後天與先天全盲者動植物繪圖結果（續）

| 編號            | 動物繪圖 AL                                                                            | 植物繪圖 PL                                                                            | 編號            | 動物繪圖 AL                                                                            | 植物繪圖 PL                                                                              |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| LB05<br>F   S |   |   | EB05<br>B   M |   |   |
| LB06<br>B   C |   |   | EB06<br>B   M |  |   |
| LB07<br>E   C |   |   | EB07<br>B   S |  |   |
| LB08<br>B   R |  |  | EB08<br>T   R |  |  |

註：框起之項目為受試者非測試正確圖像

資料來源：本研究整理

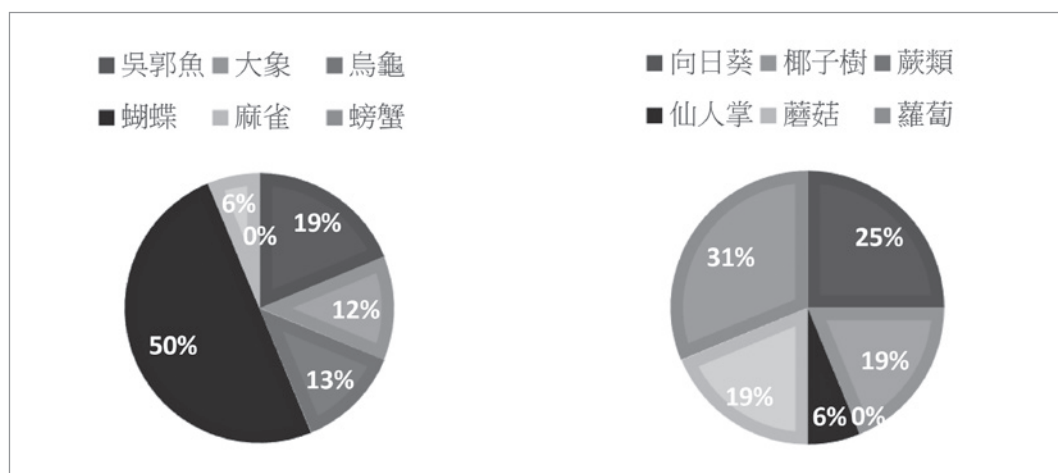


圖 8. 先天與後天全盲者進行受測後觸覺繪圖再現之動植物選項比例圖（圖片來源／本研究繪製）

向日葵、椰子樹及蘑菇、仙人掌，沒有全盲者選擇銀蕨。由此可見，全盲者對於結構複雜、細節過多或較少接觸之動植物的圖像，較難以進行繪圖再現。

從表 7 繪圖內容可發現，後天全盲者因尚存視覺記憶，能再現動植物圖像清晰輪廓 (LB03, LB06, LB07, LB08)，投射視角及尺寸比例接近原始觸摸圖像 (LB01, LB02, LB06)，並能表現出各部位細節特徵 (LB02, LB05)。而先天全盲者對於繪圖再現結果，則有較多與正確圖像不同之選項 (EB01-AL&PL, EB06-AL, EB07-AL)，少數對於圖像掌握狀況較佳，EB02 以清楚輪廓呈現與原圖相近尺寸之造型，EB04、EB08 則能增加動植物特徵。但先天全盲者可能因缺少視覺及繪圖經驗，對於整體圖像再現不易，EB03、EB06 線條混亂無法構成可辨識圖像。也有少數因觸覺經驗強化明顯特徵，如 EB07 放大向日葵花卉部分，視為其理解向日葵結構。

## 五、問答結果分析

本研究最後問答階段，研究者在 SB 組尚未取下眼罩，3 組皆未得知個人作答表現情況下，詢問受試者「在沒有文字或語言輔助，您認為同意能單純以觸覺判讀圖像？」僅有 1 成 5 之受試者表示同意，超過 7 成受試者不同意，還有其他給予文字回饋的受試者回覆如下：

SB-02-HT：約有 2/3 不行，但常見的蘿蔔、向日葵可以。

SB-07-WC：先建構認知就可以。

SB-17-TK：一開始無法，後來有明顯特徵（如：尾巴和腳）就比較明確。

LB-03-TC：有難度，除非特徵清楚或提示。

EB-02-YC：有些可以，有些不行。但線條簡單、特徵明確的可以。

EB-08-YK：20%-30% 可以，但沒有視覺經驗、不同視角造成理解差異。

從上述回覆可發現，對於判讀沒有文字及語音資訊之觸覺圖像，少數受試者仍認為有其先決條件：在圖像設計上必須提供明確的特徵，並且簡化其複雜內容。或是與生活經驗連結較高之圖像，都有可能不需其他輔助資訊即可辨別。

在「動物或植物類別圖像何者較難以辨識？」答覆中，兩者難易度相近，並無明顯差異。從受試者口述回答中可發現，人類與動物互動經驗多，生活連結性高，但觸覺圖像有上視圖及側視圖不同視角之差異，判讀上可能相對複雜。植物多為側視圖，但多停留於視覺經驗觀賞，一般民眾對於植物知識瞭解有限。因此，兩者之間觸覺認知表現並未有明顯差異。植物與動物也是科學類博物館在進行教育推廣活動時經常規劃的主題，在第三個開放式問題「是否有特殊觸覺特徵可幫助增加辨識圖像內容？」中，3 組受試者分別針對個人受測的過程和記憶，提出其觸摸過程印象深刻的選項及特徵。研究者運用 CKIP 及 WordArt 文字探勘與視覺化工具找出最顯著之關鍵字：輪廓、對稱、大象（圖 9）。從這 3 個關鍵詞可看出，觸覺圖能幫助辨識最重要的要素是清楚的物件「輪廓」。可加強常見視角的物體造型，加粗或加凸外部輪廓線條。而動物或植物左右「對稱」的結構同樣能幫助連結與記憶，但也需要受試者運用雙手觸摸，同時感受左右相同線條或形狀，如動物選項的蝴蝶及螃蟹。至於大象則是多數受試者提到其觸覺圖像之簡易輪廓與明顯特徵，如長鼻子、大耳朵，都能幫助聯想大象身體造型。有趣的是，對照動物選項的正確率，SB 組及 LB 組得分最高的 3 個選項確實就是大象、蝴蝶與螃蟹，EB 組也是蝴蝶與螃蟹得分較高，其餘選項則是提到印象深



圖 9. 受試者對印象深刻觸覺圖像設計特徵答覆之視覺化文字雲 (圖片來源/本研究繪製)

刻的細節特徵。由此可見，動物與植物關鍵特徵同樣也是必須強化的設計重點，但過多的細節卻會造成資訊龐雜難以分辨，整體簡化程度也是觸覺圖像製作之首要思考重點。

最後，3 組受試者亦在觸覺圖像受測過程提出想法，大概可總結如下：明眼眼受試者普遍為第一次接觸觸覺圖像，對於製作材質不熟悉，更缺乏觸覺經驗，難以從廣大萬物中僅透過觸摸找出對應動物或植物選項，加上自然學科知識缺乏，以致仍仰賴限縮選項範圍進行比對；視障者強調線條及輪廓對認知理解之重要性，觸覺圖像尺寸不宜過大，並且需要簡化圖像細節及複雜度，雖然觸覺是日常生活經常使用之感官，但也因不易接觸到觸覺圖像，強調文字及語音說明之重要性。

## 結論與建議

本研究認為觸覺圖像是透過視覺內容簡化或立體物件投射，將平面影像進行分類化與立體化，讓民眾可以透過觸摸理解資訊內容，成為提供圖像資訊的另一種溝通形式，如同點字為視障者提供另一套

認識文字的溝通系統。文化與教育機關作為傳遞知識的機構，在建構科學、歷史與文化知識內容的當下，如何進一步思考以視覺之外的感官，創造更多詮釋方法與價值，應是當代博物館要面臨的關鍵議題，透過增加有效之觸覺展品與觸覺圖像設計製作，搭配口述影像語音資訊促進理解，藉由科技輔助和友善環境建構，讓視障觀眾從專人引導逐漸邁向自主參與。因此，綜合上述研究分析結果，本研究歸納出幾下幾點結論及建議，供博物館參考：

## 一、觸覺圖像轉譯設計方法系統化

觸覺解讀與視覺觀看影像資訊認知路徑不同，視覺通常會由整體到細節，以及考慮物體投射視角問題；觸覺必須透過局部的觸摸，依照邏輯順序構成完整的物體概念，以及面對立體物件及浮凸圖像，觸摸理解概念亦不相同。本研究中的動物與植物圖像皆是由立體投射成平面的圖像，存在投射視角問題，不同尺寸、材質、肌理、造型、結構等要素也都影響圖像的判讀。就研究結果提出「去蕪存菁、強化重點、充足資訊」為主要概念，以及以下幾項設計原則，供觸覺圖像轉譯方法參考。

(一) 簡化整體細節：觸覺訊息並非愈多愈好，設計者需分析要轉譯的影像或物體，選擇其解說重點，刪除過多細節及非必要的資訊內容，列出轉譯項目優先順序，進行內容簡化。

(二) 強化物體輪廓：所有物體都有其造型及範圍，無論運用線條(LD)或實面(SP)設計皆需與背景區隔。依據物體造型表現出完整的輪廓，並透過將線條加粗或加凸，強調該物體輪廓，讓觀眾可輕易區分其造型及範圍。

(三) 加強主要特徵：如繪畫運用線條表現材質肌理，不同物體也有其結構特性，需選擇統一樣式凸顯其最主要特徵，利用觸覺圖像線條或形狀可凸起的效果製作其表面特性。

(四) 空間關係留白：在複雜結構的圖像內容中，除了主體與背景不同屬性需保留間隙，物體前後空間關係或具有不同「屬性」或「結構」之物件關係亦須保留空白間隙，作為觸覺停頓，藉此區分出觸覺訊息的差異。

(五) 增加多元視角：在本研究中可發現動物圖像通常有特殊視角，以利顯示更多特徵與結構，因而轉譯物體的各角度都有其關鍵之特徵時，需增加製作不同視角之觸覺圖以提供對照，增進理解。

(六) 比例尺寸參照：觸覺圖像並非愈大愈好，過大的觸覺圖像難以構成整體概念，仍要依照其原始圖像內容的複雜度及詮釋重點決定尺寸。可在觸覺圖像資訊上增加比例參照圖，瞭解其與原始圖像之縮放關係。

## 二、觸覺教材增加文字及語音資訊輔助理解

視障者高度仰賴文字及語音訊息，觸覺圖像的經驗不足更顯示觸覺文化內容發展的重要。在本研究中發現，無論先天或後天視障者因缺乏觸覺經驗，單純觸摸圖

像難以連結過往經驗，在可觸摸資源及觸覺教材不足現況下，仍需要搭配文字或語音說明才能有效達到觸覺認知理解，增進觸覺圖像判讀能力，增加自主學習機會。可參照以下的原則方法。

(一) 建立圖像內容之口述影像資訊。

(二) 口述影像描述順序搭配觸覺圖像觸摸順序。

(三) 口述影像解說需對應觸覺紋理進行觸摸說明。

(四) 觸覺圖像符號或紋理加入口述影像內容。

(五) 利用自動或感應裝置播放口述影像內容。

因此，觸覺圖像作為發展社會觸覺文化重要一環，研究如何將圖像訊息轉譯成可經由觸覺感知與理解的資訊，除了提供給有多元感官需求之觀眾使用，也讓大眾開啟非視覺感官體驗與學習方式，思考以觸覺感知建構對於人類發展之影響。

## 三、觸覺資訊與經驗影響認知學習與社會溝通

非視障者具備視覺認知經驗，但觸覺認知經驗不足，對於凸起線條或圖形需長時間探索與思考，以進行視覺記憶連結。視障者長期仰賴觸覺與聽覺訊息，但在缺乏文字及語音資訊狀態下，仍難以就觸覺判讀對應視覺圖像內容，尤其對先天全盲者而言，語音資訊需求在生活中所占比例較觸覺高。然而，觸覺認知能力不僅影響點字閱讀能力，以及圖像資訊轉譯內容溝通能力，更關係到生活行動等安全考量。在學齡階段如缺乏觸覺圖像刺激，進入社會教育階段，博物館若同樣缺少觸覺圖像或觸摸展品資源，在無法觸摸的狀態下，博物館體驗將更加抽象，也就更難實踐資訊平權的理念。

視覺障礙觀眾和明眼觀眾同樣具有

權利進到科學、藝術、歷史等類型博物館參觀，需要在科技和專業需求下，建構視障在博物館與美術館完整的參觀經驗(Hayhoe, 2019)。博物館期以視覺為主導的參觀模式，該如何發展觸覺參觀路徑與資源，不僅僅是科學類博物館應積極面對，面對不同類型之平面圖像或立體物件，將平面圖像進行立體化設計提供觸覺資訊理解，或將立體作品進行多視角投射平面分析，製作成可觸摸之半立體圖像；再依據展品本身材質以符合原始資訊，依據展示環境、使用情境、詮釋內容，選擇製作不同材質進行製作設計。因此，單純的觸覺探索或語音資訊可能都不足以建構完整的

圖像資訊(趙欣怡, 2022)，需要兩者相互搭配，針對有效的圖像設計內容，以及具有邏輯對照的口述影像語音資訊，搭配完整規劃的參觀路徑與動線，或導入科技輔助發展自主且安全的參觀經驗，進而落實文化平權及人權價值。

## 誌謝

本文特別感謝「財團法人臺灣盲人重建院」及「社團法人臺灣數位有聲書推廣學會」協助本研究進行受試者招募及提供研究場地，並感謝國家科學及技術委員會補助本研究經費(110-2410-H-005 -059 -)。

## 參考文獻

- 王心瑩、周沛郁譯，Broom, J. and Willis, K. 原著，2020 [2017]。歡迎光臨博物館：動物博物館 + 植物博物館。臺北：大家出版。
- 王紀涵，2020。跨越感官的界線：友善語音導覽服務計畫，臺灣博物季刊，39(2): 98-105。 <https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20150629002-202006-202011030010-202011030010-98-105>。
- 伊彬、林美倩，2016。幾何圖形繪畫教學對全盲兒童創造力之啟發：一個 10 歲男童的個案研究，特殊教育發展期刊，61: 1-16。 <https://doi.org/10.5678/specialed.2016.61.1>。
- 伊彬、邱佳勳、陳翊慈，2019。低視力兒童繪畫表現特徵與教學策略初探，藝術教育研究，37: 1-48。 <https://doi.org/10.1234/arteduc.2019.37.1>。
- 伊彬、徐春江，2008。從不同形式的描繪對象來看全盲者的空間表現發展末階，藝術教育研究，15: 71-100。 <https://doi.org/10.1234/arteduc.2008.15.71>。
- 伊彬、張婉琪，2011。教導先天全盲成人再現正立方體之個案研究，藝術教育研究，22: 1-36。 <https://doi.org/10.1234/arteduc.2011.22.1>。
- 向麗容、張釋，2014。有愛無礙 - 視障語音導覽服務：以國立臺灣博物館為例，臺灣博物季刊，33(3): 86-95。 <https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20150629002-201409-201506300020-201506300020-86-95>。
- 余嘉盈，2013。博物館與視障團體合作關係之探討：以國立自然科學博物館自然學友之家為例。國立臺北藝術大學碩士論文（未出版）。
- 吳志富、涂永祥、葉亦庭，2006。提高視障觸覺圖形辨識效果之研究，大同大學通識教育年報，2: 237-265。 <https://doi.org/10.1234/tatung.2006.2.237>。
- 吳麗娟，2016。博物館視障服務研究：以國立臺灣美術館「非視覺探索計畫」為例，博物館與文化，12: 65-104。 <https://doi.org/10.1234/museumculture.2016.12.65>。

- 林巧敏、賀迎春，2015。公共圖書館視障資源與服務現況調查，圖書資訊學刊，13(1): 69-98。https://doi.org/10.6182/jlis.2015.13(1).069。
- 林佳逸，2023。協作、共融、對話：臺史博常設展觸摸展品區多元學習參訪資源開發，科技博物，27(1): 5-34。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=16841220-N202304120009-00002。
- 邱大昕，2016。觸覺的轉向：広瀬浩二郎的展覽理念，博物館與文化，12: 141-156。https://doi.org/10.1234/museumculture.2016.12.141。
- 浦青青，2020。博物館與社區互動：以國立科學工藝博物館為例，科技博物，4(3): 46-57。https://doi.org/10.6432/TMR.200005.0046。
- 康綉蘭，2019。文化平權在故宮：文化是權利不是福利，博物館與文化，18: 37-52。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20161128001-201912-202003300010-202003300010-37-52。
- 張博雅、林珊如，2010。從意義建構取向探討國立中央圖書館臺灣分館之視障服務，教育資料與圖書館學，47(3): 283-318。https://doi.org/10.1234/libedu.2010.47.3.283。
- 張瀛之，2016。口述影像服務於博物館之應用：以國立臺灣歷史博物館視障者口述影像導覽為例，博物館與文化，12: 157-180。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20161128001-201612-201612050009-201612050009-157-180。
- 黃信夫、杜冠慧，2018。視覺障礙者對觸覺形狀概念建構之調查，設計研究學報，11: 56-67。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=19964250-201810-201810020033-201810020033-56-67。
- 楊芳綺，2016。有愛無礙：故宮南院無障礙規劃，博物館簡訊，75: 32-35。
- 楊詠婷譯，伊藤亞紗原著，2019。不用眼睛，才會看見的世界。臺北：仲間出版社。
- 詹話字，2021。黑暗中漫舞：當代藝術邁向友善平權的可能性，科技博物，25(2): 5-25。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=16841220-202106-202107190009-202107190009-5-25。
- 趙欣怡，2016a。博物館之視障觀眾展示規劃與參觀服務研究，博物館與文化，12: 105-140。https://doi.org/10.1234/museumculture.2016.12.105。
- ，2016b。黑暗中啟程：「眼出睛彩 - 視障者工作者特展」，博物館簡訊，76: 8-11。
- ，2018。自主與平權：美術館無障礙導覽科技應用研究，博物館與文化，15: 75-108。https://doi.org/10.1234/museumculture.2018.15.75。
- ，2019。策展專文，載於黃舒屏主編，國美 4.0 建築事件簿，頁：8-15。臺中：國立臺灣美術館。
- ，2020。從「不可見」到「可見」：建構視障觀眾之博物館建築空間認知，臺灣博物季刊，39(2): 18-29。https://doi.org/10.1234/taiwanmuseum.2020.39.2.18。
- ，2022。以布拉格博物館觸覺展示與看不見的展覽反思新博物館定義之社會價值與實踐挑戰，臺灣博物季刊，41(4): 14-25。https://www.airitilibrary.com/Article/Detail?DocID=P20150629002-N202301050023-00002。
- 趙雅麗，2004。語文溝通與視障者視覺圖像輔具的互動：一個初探性研究 (I)。http://tkuir.lib.tku.edu.tw:8080/dspace/bitstream/987654321/6615/2/892412H032007.pdf。
- Adams, E., 2024. Audio description for all? The benefits and concerns of extending access provi-

- sion to sighted people. *Curator: The Museum Journal*, 00(0): 1-17. <https://doi.org/10.1111/cura.12659> .
- American Council of the Blind, 2020. Audio Description Project Guidelines 3.1. Washington, DC: American Council of the Blind.
- Axel, E. S. and Levent, N. S. (Eds.), 2002. *Art Beyond Sight: A Resource Guide to Art, Creativity, and Visual Impairment*. New York: American Foundation for the Blind.
- Chan, M.-K., 2017. *Enhancing the Museum Experience for Visually Impaired People in Hong Kong: Haptic-audio Interaction Design (HAID)*. The Hong Kong Polytechnic University. <https://doi.org/10.1234/polyu.2017.haid> .
- Durette, D. and Auer, A., 2021. Tactile and multisensory interpretation in museums: Challenges and innovations for inclusive design. *International Journal of Inclusive Museum Design*, 14(1): 13-29.
- Eardley, A. F. and Hutchinson, R., 2019. Enhancing access to museum collections for blind and partially sighted people through inclusive design. *Museum Management and Curatorship*, 34(3): 267-281. <https://doi.org/10.1080/09647775.2019.1589371> .
- , 2021. The role of audio description in museum accessibility: A post-COVID perspective. *Museum Management and Curatorship*, 36(5): 528-545. <https://doi.org/10.1080/09647775.2021.1950624> .
- Eardley, A. F., Jones, V. E., Bywood, L., Thompson, H. and Husbands, D., 2024. The W-ICAD model: Redefining museum access through inclusive co-created audio description. *Curator: The Museum Journal*, 00(0): 1-24. <https://doi.org/10.1111/cura.12649> .
- Fascara, J. and Takach, B. S., 1993. The design of tactile map symbols for visually impaired people. *Information Design Journal*, 7(1): 67-75. <https://doi.org/10.1075/idj.67-75> .
- Hayhoe, S., 2019. *Blind visitor experiences at art museums: The Art of Access*, pp. 1-224. Routledge.
- Heller, M. A. 1989. Picture and pattern perception in the sighted and the blind: The advantage of the late blind. *Perception*, 18: 379-389. <https://doi.org/10.1068/p180379> .
- Heller, M. A. and Kennedy, J. M., 1993. *Drawing & the Blind: Pictures to Touch*. New Haven: Yale University.
- , 1995. Production and interpretation of pictures of houses by blind people. *Perception*, 24: 1049-1058. <https://doi.org/10.1068/p241049> .
- Heller, M. A., Kennedy, J. M. and Joyner, T. D., 1995. Production and interpretation of pictures of houses by blind people. *Perception*, 24(9): 1049-1058. doi: 10.1068/p241049.
- Heller, M. A., Calcaterra, J. A., Burson, L. L. and Tyler, L. A., 1996. Tactual picture identification by blind and sighted people: Effects of providing categorical information. *Perception & Psychophysics*, 58: 310-323. <https://doi.org/10.3758/BF03211884> .
- Heller, M. A., Kennedy, J. M., Clark, A., McCarthy, M., Borgert, A., Wemple, L., Fulkerson, E., Kaffel, N., Duncan, A. and Riddle, T., 2006. Viewpoint and orientation influence picture recognition in the blind. *Perception*, 35(10): 1397-1420. doi: 10.1068/p5460.
- Heller, M. A., Riddle, T., Fulkerson, E., Wemple, L., Walk, A. M., Guthrie, S., Kranz, C. and

- Klaus, P., 2009. The influence of viewpoint and object detail in blind people when matching pictures to complex objects. *Perception*, 38(8): 1234-1250. doi: 10.1068/p5596.
- Hutchinson, R. S. and Eardley, A. F., 2019. Museum audio description: The problem of textual fidelity. *Perspectives*, 27(1): 42-57. <https://doi.org/10.1080/0907676X.2018.1473451> .
- Jay, M., 1993. The camera as memento mori: Barthes, Metz, and the Cahiers du Cinéma. In *Downcast Eyes: The Denigration of Vision in Twentieth-Century French Thought*. Berkeley: University of California Press. <https://www.ucpress.edu/book/9780520088856/downcast-eyes> .
- Kennedy, J. M. and Juricevic, I., 2006a. Blind man draws using diminution in three dimensions. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13: 506-509. <https://doi.org/10.3758/BF03193876> .
- , 2006b. Foreshortening, convergence, and drawings from a blind adult. *Perception*, 35: 847-851. <https://doi.org/10.1068/p850847> .
- Kennedy, J. M., 1993. *Drawing & the Blind: Pictures to Touch*. New Haven: Yale University Press. <https://yalebooks.yale.edu/book/9780300057663/drawing-blind> .
- , 1997. How the blind draw. *Scientific American*, 276(1): 76-81. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0197-76> .
- Kennedy, J. M. and Juricevic, I., 2006. Blind man draws using diminution in three dimensions. *Psychonomic Bulletin and Review*, 13: 506-509. <https://doi.org/10.3758/BF03193876> .
- Lopes, D. M. M., 2002. Vision, touch, and the value of pictures. *British Journal of Aesthetics*, 42(2): 191-201. <https://doi.org/10.1093/bjaesthetics/42.2.191> .
- Lévesque, V. and Hayward, V., 2008. Tactile graphics rendering using three later tactile drawing primitives. *Proceedings of 16th Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, March 13-14, Reno, Nevada, 429-436. <https://doi.org/10.1109/HAPTICS.2008.429> .
- Pine, R. and Ferraro, L., 2022. Creating digital accessibility in art museums: Best practices post-pandemic. *Digital Accessibility Review*, 8(4): 112-130.
- Shimizu, Y., Shinohara, M. and Nagaoka, H., 2000. Recognition of tactile patterns in a graphic display: Evaluation of presenting modes. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 94(7): 456-461. <https://doi.org/10.1177/0145482X0009400707> .
- Verhulst, S., Leman, M. and Vanderhoven, E., 2024. Predictors of the sense of presence in an immersive audio storytelling experience: A mixed methods study. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2406.05856> .

收稿日期：2025 年 1 月 24 日；接受日期：2025 年 3 月 12 日

## 作者簡介

趙欣怡現任國立中興大學數位人文與文創產業學士學位學程暨圖書資訊研究所專任助理教授。

# The Impact of Visual Experience on the Recognition and Representation of Tactile Graphics: The Role of Verbal Cues in Museum Scientific Imagery

Hsin-Yi Chao\*

Manuscript received January 24, 2025; accepted March 12, 2025

## Abstract

The aim of this study is to investigate the impact of visual experience on tactile graphic recognition and examine how verbal cues enhance tactile cognitive performance. Three groups with varying levels of visual experience were studied: 24 sighted-blindfolded participants, 8 late-blind participants, and 8 congenitally blind participants. Twelve tactile graphics of animals and plants were used. These were designed in two formats: line drawings and surface patterns. This study was conducted in four stages: recognition of line drawings, recognition of surface patterns, recognition with category cues, and recognition with provided options. Accuracy rates and reaction times were recorded. Additionally, tactile drawings created by blind participants were analyzed to assess their comprehension of the tactile graphics. The findings revealed that visual experience significantly affects tactile recognition. Sighted and late-blind participants demonstrated higher recognition accuracy due to visual memory but longer reaction times. Congenitally blind participants relied heavily on verbal cues, highlighting the importance of supplementary information for facilitating tactile comprehension. All participants encountered challenges due to limited tactile resources and insufficient tactile learning experiences, resulting in overall lower efficiency and accuracy in the performance of recognition tasks. The results of this study highlighted several needs, such as simplifying tactile graphic designs, enhancing the clarity of contours and features, incorporating proportional references, and combining multisensory aids to improve tactile learning outcomes. Moreover, they provide practical recommendations for museum settings, such as integrating tactile graphic translation with verbal cues to enhance the cultural participation and learning rights of visually impaired individuals. This study also offers empirical support for multisensory exhibition design in museums, advocating for display translation methods that prioritize the needs of visually impaired audiences. Future research should explore the effects of different materials, design approaches, and assistive methods on tactile cognition to further advance accessible cultural participation.

**Keywords:** visual experience, tactile graphic recognition, verbal cues, visual impairment and blindness, science diagram in museums

\* Assistant Professor, Program of Digital Humanities and Creative Industries & Graduate Institute of Library and Information Science, National Chung Hsing University; E-mail: chy@nchu.edu.tw