



---

# 摸得到

---

任職於紐約公共圖書館的視障教育者傅莉特，致力於推廣觸覺化圖像。

---

# 的

---

撰文／傅莉特（Chancey Fleet）

---

# 圖

---

---

# 像

---

攝影／柏金絲（Beth Perkins）  
翻譯／連育德



作者與她的導盲犬艾莉，地點位於紐約公共圖書的點字與有聲書分館。



2020年正值疫情封城期間，我和先生在紐約布魯克林區買了房子，決定重新裝潢。兩人腦力激盪，討論起開放式廚房與浴室裝備等大大小小的細節，只是沒過多久，我們就發現溝通地不夠精準，不但拖累進度，兩人也煩心。我先生於是教我幾個重要的建築符號（例如門從哪個方向開），也開始把平面圖印出來。很快地，我能夠畫出自己的概念、把他的構想再延伸，最後成功設計出符合兩人共同願景的新家。

相信我的經驗跟每個人大同小異，只是有個關鍵的差異：我是視障者，立志要讓紐約的盲友能夠創造與探索圖像。為了繪製新家的平面圖和後續的設計圖，我使用高科技的圖像壓印機與簡單的觸感「黑板」，這些設備隸屬於紐約公共圖書館（New York Public Library）海斯凱爾點字與有聲書分館（Heiskell Braille and Talking Book Library）的面向實驗室（Dimensions Lab）。無論是盲友或明眼人，都能在這裡學習製作觸覺化圖像與3D模型，讓全盲者或弱視者能夠透過觸覺感受。在圖書館擔任輔助科技協調員的我，負責協助訪客使用低門檻的科技設備達成目標，比方說求職、以電腦視覺（Computer Vision）閱讀印刷郵件、使用尋路應用程式自主旅行等等。

對多數像我這樣的無障礙技術人員而言，處理圖像並非工作內容，但我覺得應該如此。我夢想有那麼一天，盲友不管是查看街道地圖、研究刺青設計，還是安排座位表，都能跟明眼人一樣方便與稀鬆平常。

圖像與圖片要用眼睛看，是普羅大眾的認知，隱含在我們所使用的日常詞彙，因此才會有視覺藝術、視覺輔助工具、數據視覺化等說法，把圖像跟視覺感知混為一談。我們的文化以明眼人為主，聚

焦與傳播代表某種空間關係的物體，需要透過視覺來理解。

提及盲友如何獲取內容，大家可能會想到幾項發展：點字的發明與進展；文字轉語音技術逐漸普及；線上內容可以轉為點字；網站與應用程式必須符合螢幕閱讀軟體的原則，達到無障礙閱讀。儘管這些都是重要的無障礙技術，有助於提升全盲與弱視族群的資訊素養，但主要還是處理一種類型的資訊，也就是文字。

置身這個年代，演說、業務簡報、新聞、娛樂等各種資訊，幾乎都以豐富的視覺效果呈現，而且往往重視互動性，我們身為盲人，往往只能退而求文字體驗。儘管內容創作者可以透過替代文本（口頭描述線上圖像）說明重要的視覺效果，但俗話說「一張圖片勝過千言萬語」，如果只能聽到文字描述，圖像再豐富恐怕也是徒然。股票走勢圖、電路圖、地圖以圖像的形式來感受最好。這些圖像若以文字描述，又納入原始圖像的所有資訊，恐怕流於囉唆冗長，常常無法像圖像一樣精準傳遞觀點。

圖像能夠精準而簡潔地傳達空間資訊，未必需要靠視覺。盲友在閱讀、學習與創作的過程中，如果能有觸覺化圖像（以觸覺呈現圖像），能夠打開一個以空間感溝通的世界。

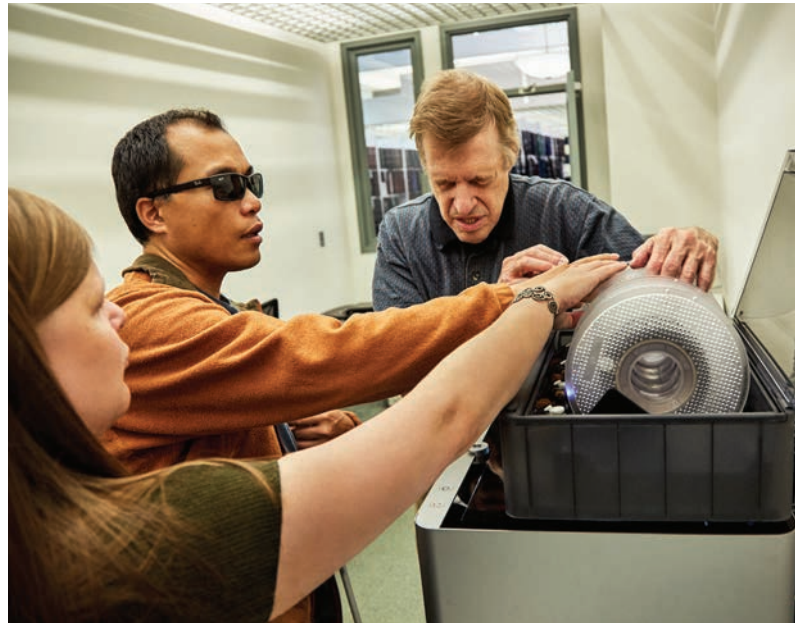
## 觸覺化圖像

身為視障科技教育者，我的職責與熱誠在於向全盲與弱視的圖書館訪客介紹相關工具，希望讓他們的日常生活更獨立、更輕鬆。我們的工作與志工團隊有盲人也有明眼人，舉辦工作坊與個別導覽，旨在讓大家都有信心印製現成圖像或自行創作。

還記得2016年有位初到紐約市的盲友，來電提

---

我夢想有那麼一天，盲人朋友不管是查看街道地圖、研究刺青設計，  
還是安排座位表，都能跟明眼人一樣方便與稀鬆平常。



全盲者與弱視者參訪紐約公共圖書館的面向實驗室，嘗試各種觸覺化圖像。

出一個簡單要求：他想要有一張5個紐約行政區的地圖，細節要有行政區的輪廓、相關位置與大小。我推薦他聯絡幾家製作地圖的點字教科書出版商，但這件事也讓我思考起來：盲友想要的觸覺化圖像如果不存在，該怎麼辦？小時候的教科書有很多觸覺化圖像，現在為什麼愈來愈少？為了讓全盲者或弱視者不必只能好奇圖像的內容，而直接有觸覺化

圖像可以感受，我們必須採取哪些措施？

觸覺化圖像設計是一種轉換形體的藝術：圖像看起來賞心悅目，但觸摸起來可能雜亂無章。觸覺化圖像的可讀性與影響力，取決於創作者是否熟悉如何以觸感傳遞資訊。由於觸覺的辨識率遠低於視覺，觸覺化圖像必須放大到一定程度，讓主要元素能夠辨識。此外，觸覺設計無法表達顏色，因此需



要採用其他方法來區分。比方說，觸覺化圓餅圖可以使用4種不同質地（平滑面、點狀、正方形、條紋），藉此區分4個區塊。疫情期間常見的「壓低疫情曲線」，以不同顏色表達防疫與否會有截然不同的公衛下場，若能以點狀、虛線、實線轉成觸覺化圖像，同樣能有效傳遞防疫訴求。

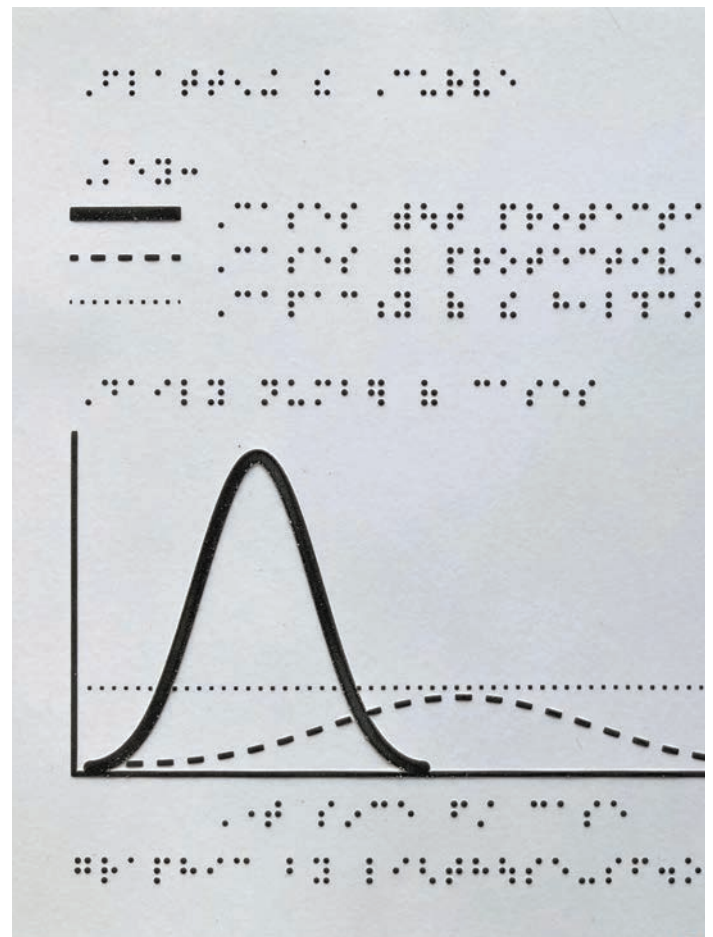
製作高品質觸覺化圖像的技術通常只有機構組織才有，例如教科書出版商、大學身障服務辦公室、校園行政區等等，因此觸覺化圖像通常以這些機構組織的需求為優先，而且設計、製作與散佈過程也由明眼人主導。我後來發現，一間免費與開放的觸覺化圖像實驗室必須符合3個條件，才能改變上述現況：觸覺化圖像設備的取得容易；能夠以非視覺的方式使用軟硬體；讓盲友與明眼人夥伴能夠培養使用觸覺化圖像的技能與信心，不被先前的經驗所影響。有鑑於此，加上紐約公共圖書館的創新計畫（Innovation Project）提供的員工補助金，我成立了面向實驗室。

訪客來到實驗室，我們總是會先聊起手頭的計畫，也讓訪客有機會翻閱以各種製程創作的樣本。一種是圖像壓印，在紙張或厚卡紙打出8種不同凸度的點，速度快但聲音大，每吋最高100個點。另一種是膨脹成型技術（Swell Form），將擁有專利的微膠囊紙張送進加熱列印機，紙張內含的酒精會與墨水的碳產生化學作用，導致圖像的線條隆起。最後是熱成型（Thermform），也是我最喜歡的復古技術。熱成型機在1960年代研發問世，當時點字轉譯人員還沒有軟體可以協助書籍轉譯與修訂，更何況圖像了。熱成型機運作時跟披薩烤箱一樣高溫，使用真空密封的方式，將圖像素材放置下方，照圖像壓製出一片薄薄的塑膠，素材可以是點字、壓印在金屬板的插圖、或以電線、砂紙與保麗龍製成的浮雕圖像。

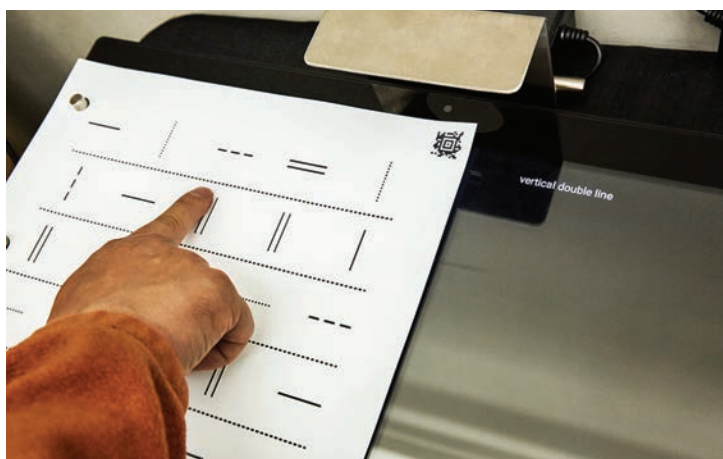
除了專門製作觸覺化圖像的設備之外，我們的實驗室亦有主流硬體能夠製作其他觸覺化媒介。觸覺化圖像的製作方法大多提供「2.5D」作品，通常將線條與形狀拉高不到1公釐，反觀3D列印

可以產生完整模型。但這樣未必符合每個觸覺化需求，因為3D列印相對耗時，製程必須從加熱噴嘴擠出塑膠線材，再一層一層疊加，形成想要的形狀。其他方法重現圖畫、圖表與圖像的效果也一樣好。不過，如果原始物體是立體，卻因為太小（如分子）、太大（如大象）或太精細而無法碰觸，3D模型的效果可能還是最好。

正巧，紐約公共圖書館的「手稿、檔案與珍本處」就珍藏各式各樣的細緻物品，包括一連串可追溯至西元前2500年的楔形文字泥板。實驗室成立不久後，我們為了測試概念是否可行，便與紐約公共圖書館的數位團隊合作，採用考古學家的攝影測量法，將部分泥板從照片製作成3D模型。我以前在教科書讀過楔形文字的相關資訊，想像這就是厚重



盲友無法即時獲得重要的最新疫情資訊。這張疫情曲線圖以不同線條說明潛在的公衛結果。



面向實驗室有圖像壓印機（上），能迅速在厚卡紙打出不同凸度的點；有膨脹成型機（中），以墨水列出線條隆起和有紋理的圖像；還有T3G3學習平板，可以輔助訪客學習點字。

的泥土板，形如紙張但重如磚塊，要用雙手小心拿著。有了3D模型，我更瞭解楔形文字的觸感，效果非任何教科書能及。3D模型如今在不同分館與學校輪流展示，當作互動式教具。楔形文字泥板由圓柱體與長方體組成，體積接近手掌大小，刻有密集文字，而且刻痕深入，讓我不禁在想，當時的抄寫官或某人可能以觸覺來閱讀，原因難道是失明或是沒有蠟燭？

盲人可以學習判斷3D列印的進度，因為線材放錯位置、發生擦撞或機器拖曳，都聽得出列印有問題；也可以在線材進入列印機的喉管時輕輕碰觸，以檢查是否正在進料。想像明眼人閉起眼睛列印，機器有發熱零件，所以要小心翼翼地使用觸感來操作，也可能需要使用鋼絲鉗與鑷子來疏通和重新放進線材，想到這些就可能膽戰心驚，但其實學會之後，這些程序不必看也辦得到。

軟體就不同了，目前市面上還沒有相當於觸覺化螢幕的產品。儘管數位點字顯示器使用點針一次打出一行點字，但辨識度或空間不足，難以顯示圖像。觸覺化圖像要印出來才能摸讀，但想像你在電腦碰到每張圖像就傳到列印機，通常要等個一、兩分鐘才能閱讀，這樣要等多久。現階段而言，盲友無法享受把圖片放大到細節的便利與樂趣。如果你曾經使用數位地圖來探索街道，隨時又能放心回到那個代表現在位置的紅色圖釘，你就能體會盲友的不便之處，以及即時性的重要性。

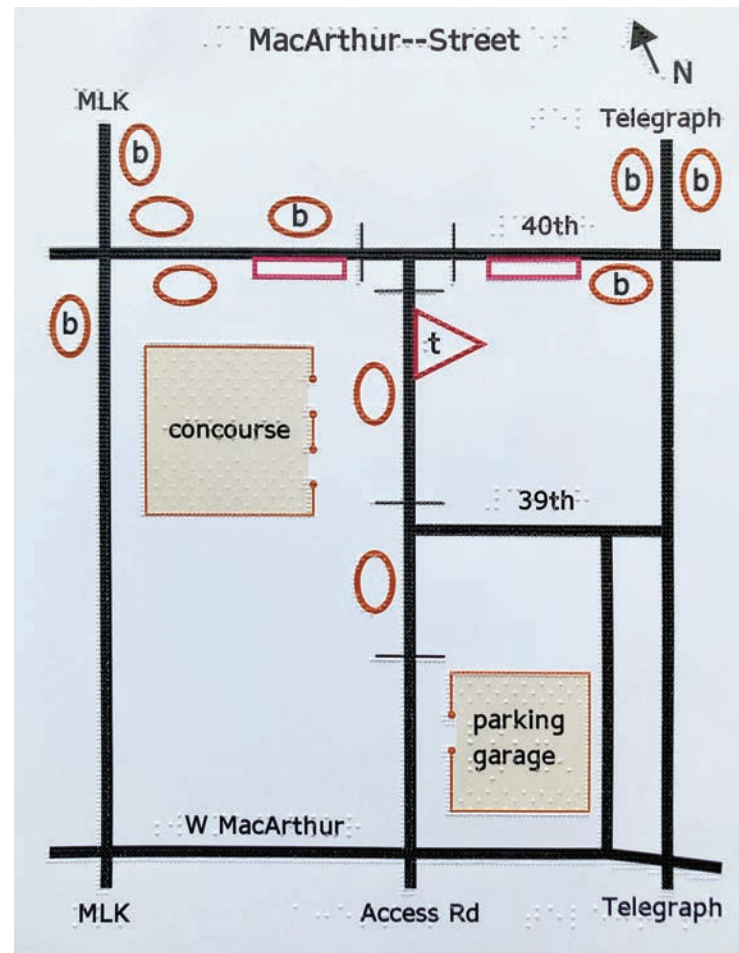
如果每個觸覺化圖像都必須印出來，摸讀過程可能會一直被打斷，這是因為，未經調整的視覺圖像很少能轉化成易讀的觸覺化圖像。某個圖像看起來可能值得列印，但結果需要裁切空白處才能放大，或是淺灰色背景被轉成一大片讓人分心的點狀。如果把每個我們當下感興趣的圖片都印出來，時間加起來也不少。哈明心（Minh Tam Ha）是我在觸覺化圖像教育與普及運動的視障同事，在疫情封城期間發現，她的親友在著色的過程中找到平靜，所以她決定從網路篩選出適合盲友的著色頁面，壓印出來，寄給有需求的人。她說，每張圖片



都不好找，「為了找出清晰明確、壓印效果又好的圖片，我都要親手在紙上測試，無法使用視覺輔助來加快製程。圖片可能只是簡單的盆栽，有一朵花和葉子，可是如果線條太粗或太靠近，無法明確界定形狀，可能就無法靠觸感辨認。」

所幸，有幾家機構正往這方向努力，希望將數位觸覺化圖像呈現在學生與成人的指尖。帝王蝶（The Monarch）是一款桌上型裝置，包含一個10行、32點字方（Cell）的可更新點字顯示器，預計在今年秋季進入測試階段，由學校等社群試用。這項計畫的合作單位包括：屬於非營利組織的美國盲人印刷所（American Printing House for the Blind），營運旨在提升教育界的非視覺、點字與觸感素養；輔助科技公司Humanware，其在數位點字顯示器的成績優異；民權與推廣機構美國盲人聯盟（National Federation of the Blind），善用成員的專業，改善美國盲友的平等與共融。我在年初有機會測試帝王蝶，把美國的輪廓放大到個別地區、慢慢游移到某個會議中心的詳細平面圖、迅速摸讀了十幾個圖像（時間不到1分鐘），最後選定幾個想進一步探索的圖像。相較於其他製作觸覺化圖像的媒介，帝王蝶的產出結果摸起來辨識率低，而且觸感單一（目前只有一種凸度），但不必等待就能細部探索各種圖像，彷彿握有一股難能可貴的全新力量。

另一方面，介面設計不良仍是有待克服的障礙。熱門的電腦輔助設計軟體如Inkscape與Adobe Illustrator，未能遵守既定的開發準則，讓螢幕報讀軟體也能讀出選單與對話框，使盲友無法針對圖像進行比例調整、旋轉或勾勒輪廓等簡單工作。倘若視障學生或成人不認識推廣人士，由他們推薦更方便的工作流程，盲友發現障礙太大時，可能就放棄數位設計。像我們這些堅持設計這條路的人，最後都學會用創意和折衷的方法解決問題。我們會跟明眼人夥伴共同設計；將線條與形狀人工編碼；使用觸覺化工具徒手繪圖；或是使用專利軟體（如Thinkable公司的TactileView），它有低障



盲友目前無法享受即時放大圖像細節的便利，例如這張舊金山灣區地鐵圖。

礙的選單系統，讓我們可以創作與移動圖像，也能納入標籤。

## 認識圖像的可能性

我對觸覺化圖像的認識，很少是透過正式教育，大多仰賴盲友與明眼人夥伴的人際網路，而他們自己也是透過朋友或多方嘗試才學到。盲友摸讀圖像要有設備，也要有實踐社群（Community of Practice）。任何人摸索科技時所需的要素，盲友也需要，例如有人從旁指導與支持、有機會接觸無障礙工具與從中培養技能的機會，還要能夠瞥見未來的可能性。

面向實驗室剛成立的前幾個月，訪客少得奇怪。本來以為會有很多人報名免費製作圖像，但跟幾位訪客介紹實驗室後，不只一個人問我：為什麼需要有圖像？

我們習於文本為主的世界，常常不知道如何著手接觸觸覺化圖像，甚至不會覺得自己錯過什麼。我現在會隨身帶著各種不同的觸覺化圖像，向各類訪客說明圖像的重要性。有位同事的字跡很優美，貢獻出來製作成放大版的草寫字母表，供盲友參考琢磨自己的署名。視障設計師兼觸覺化製圖師米爾（Josh Miele）研發出網路應用程式TMAP，由位於舊金山的「盲人與視障者光明之家」（LightHouse for the Blind and Visually Impaired）免費提供，能夠依任何住址訂製觸覺化街道圖。而哈明心的著色紙有穿著輔具的導盲犬、有花束、有精細的曼陀羅圖形，搭配標上點字的蠟筆，對不分年齡的盲友是輕鬆又好玩的圖像入門課。一旦訪客發現對自己有意義的觸覺化圖像，便能開始想像還有哪些事物可以摸索。

回想起當初裝潢房子時，我始終無法光靠文字想像，後來第一次以指尖摸讀到平面圖，頓時豁然開朗，不再無奈和困惑。平面圖變得精準易懂，我甚至覺得自己被寵壞了。觸覺化圖像再理想不過，讓我能夠想像未來的家，更有信心地做出決定。身為科技教育者，為人點燃對科技心中的火花，是我

這份工作最棒的地方。有的人是透過使用手機的無障礙指南針、有的人是第一次下載書籍、有的人是打開愛看節目的口述影像，而體驗到那欣快的一刻。訪客來向我求助科技問題，我期許他們離開時相信自己也有能力做到，滿心期待探索能夠增強技能的工具。拜觸覺化圖像之賜，空間感學習與創作的優點與可能性得以展現，讓以前可能從未想過要接觸的全盲與弱視訪客願意嘗試。

儘管製作觸覺化圖像的技術門檻很高，但缺乏管道或甚至缺乏相關意識的問題更大。沒有管道接觸觸覺化圖像，就不會提出要求；沒有要求，就更加得不到。跟持續推動相關議題的盲友與明眼人夥伴一樣，我希望打破這個循環。

今年3月，圖書館的社群活動室首度舉辦為期3天的觸覺化藝術座談會。與會者使用低階產品「感官黑板」（Sensational BlackBoard），拿原子筆在一般紙張畫出凸起的線條；使用聲音提示與穿過框架的絲帶認識遠近感；探索地圖，編寫代碼來製作數位圖畫。在這個空間裡，觸覺化圖像不只值得期待，更是值得讚頌的事，而且大家都能體諒人生或失明後第一次接觸圖像並不容易，可能會氣餒。大多數盲友都習慣了圖像匱乏的現實生活，但我們在這裡證實了盲友需要、也值得擁有觸覺化圖像的接觸管道，能夠從中茁壯。我們讓大家看到，視障圈的圖像貧乏問題可以避免。

圖像素養很重要，無論是視障嬰兒的第一本圖畫書，還是長大會用到的地圖、圖表與圖像，觸覺化圖像填補了文字的不足，加深我們理解力。如果我們以「圖像不分你我」為出發點，採取行動，便能化願景為現實。■

---

傅莉特是紐約公共圖書館的輔助科技協調專員。

---

Copyright©2023, Technology Review. All Rights Reserved.

帝王蝶桌上型裝置擁有可刷新觸覺化圖像與點字的顯示器，預計在今年秋季進入測試階段。

