

校園盲生可感知觸覺符號系統之設計初探

Study on the Design of Perceptible Tactile Symbol System for Campus Blind Students

羅日生¹ 蔡宜雯² 何嘉玲³

LO, JIH-SHENG¹, TSAI, I WEN², HO, CHIA-LIN³

¹國立臺中教育大學數位內容科技學系 副教授

¹ National Taichung University of Education, Department of Digital Content and Technology, Associate Professor

Email: ponylsen@mail.ntcu.edu.tw

²國立臺中教育大學數位內容科技學系 研究生

² National Taichung University of Education, Department of Digital Content and Technology, Graduate Student

Email: can88a29@gmail.com

³臺中市私立惠明盲校 教師

³ Hwei Ming School

Email: chialinsky@gmail.com

摘要

台灣地區特殊學校目前對視覺障礙學生的校園導引都以導盲磚或牆面扶手，再外加輔助點字說明為主。然而這類設計對點字不熟悉或定向能力較弱的低年學生很容易感到困擾。為此教師們多會巧具匠心替這些學生額外設計一些貼心的校園導引輔助物件，來彌補導引系統的不足。不同的帶班老師不同的設計，視障學生隨著年級的異動，得需面臨不斷地重新學習與摸索來適應新系統的窘境。因此本研究以私立台中惠明盲校為實驗場域，針對這議題深入設計，進行探究。首先彙整全校教師既有之觸覺標誌樣式，參酌美國柏金斯盲校及美國德州盲校的可觸知符號溝通系統之特色進行設計，並經問卷調查獲得教師群共識後定稿。設計製作階段導入數位化設計技術，先建置可觸知符號之數位模型資料庫，再使用 3D 列印與雷射切割進行製作，完成一套適用於該校盲生或視覺障礙學生之單一樓層教室可觸知符號系統。設計驗證階段選定三位國中部視多障學生為個案實驗對象，經由實驗結果發現該系統對學生們在教室辨識與學習認知提升上成效顯著，也獲得老師們的高度肯定。本研究開發之創新系統不僅提供全校老師一套標準化的資料庫，對視障學生定向導引學習上更提供了優良的輔助支持。希望研究所得結果繼續改良，進而被推廣應用於其他特殊學校，校園教學環境友善導引系統的建置參考，嘉惠更多視覺不便的學子們。

關鍵詞：視覺多重障礙、可觸知符號溝通系統、3D 列印

Abstract

In Taiwan, most Special schools mainly use blind bricks or wall handrails and supplementary braille instructions, to guide students for visually impaired to self-move on campus. However, this type of design can easily confuse young students who do not yet understand braille very well or have poor orientation skills. Therefore, teachers usually design some private campus guidance materials for these students to make up for the deficiency of the guidance system. In order to avoid the situation, students face different teachers and then have to relearn the different marks, continuing to repeatedly happen every semester, so we make this study try to design an accessible guided map in the Huei-Ming by means of the Tangible Symbols Communication System from Texas School for the Blind and Visually Impaired and Perkins School for the Blind, to meet the need of Huei-Ming School. The classrooms from a single floor were used for the experimental study. The standardized tangible symbols for classroom nameplates would be made through the 3D printing for all teachers according to their needs with the established digitized model database. Students could follow the standardized tangible symbols for classroom nameplates and walk more freely and confidently in the educational environment. Through the observation of case with 3 MDVI students, we could examine the effect of map with Tangible Symbols Communication System on their orientation and mobility in the school. Finally, hope these results could be used in the special school and help more visually impaired students.

Key words: *multiple disabilities* and *visual impairment*, Tangible Symbols Communication System, tactile symbol system, 3D printing

壹、前言

通常視覺多重障礙學生常伴隨其他的障礙(如：智能不足或肢體障礙等)，因此在教育學習上容易引發更為複雜與困難的問題，無法採用僅依單一障礙類別而設的特殊教育方案。在國內特殊學校校園中常見以導盲磚或牆面扶手搭配點字說明的導引設計方式為主，這種設計對點字能力不足或定向行動概念薄弱的視障學童和視多重障礙者而言，使用上會發生困難。臺中市私立惠明盲校，是一所擁有六十多年歷史且最早招收視聽雙障及服務最多視多重障礙學生的學校，但是長期以來全校並未制訂一套統一或標準的觸覺符號系統。現有系統都是教師們各自依需求自行設計，長期出現不同老師帶班時新班級的學生就得重新學習新的辨識符號系統的窘境。因此為期能有效改善長期以來老師們各自為政，學生莫衷一是的窘況，本研究嘗試針對盲生或視多障學生，創建一套教室識別標誌，提供教師標準化製作依循的標準數位模型資料庫，也為視障學生定向導引學習上建立一套更貼心有效的辨識系統。

貳、文獻探討

對視障者而言，建築物的可及性是達到行動自主，最直接也占了相當比重的關鍵要素。黃耀榮（2008）針對各類視障者引導設施需求進行調查，初步探討了引導系統建構的可行性；呂昫諺（2002）探討視覺障礙者對公共設施的使用需求並進行觸覺符碼應用其中的可行性進行實驗測試與評估；丁嘉寬（2003）探討觸覺符碼應用於觸覺地圖的可行性。綜合上述文獻發現，引導設施是最能影響視障者在環境中發揮其定向行動能力的應用。此外為了讓視障者發展良好的空間概念（spatial concept），Ungar, S., Blades, M. & Spencer, C.等人（1996）曾提出在複雜的環境空間中，觸覺地圖對視障者建立心理地圖是相當有幫助的學習工具。可觸知符號溝通系統是一套立體浮雕的符號，最早應用視聽雙障學生的學習，接著也應用在許多視多重障礙學生的溝通訓練，學生們學會了使用有形的符號來使他們能夠克服手勢溝通的限制。目前在美國德州盲校及美國柏金斯盲校皆有施行多年的可觸知符號溝通系統，透過有形的符號系統來建立更多的抽象概念以提升學生溝通能力。德州盲校的溝通模式大致分為兩大類：動態的溝通模式（Dynamic communication forms）和靜態的溝通模式（Static communication forms），對視多重障礙學生所發展的觸覺符號系統（Tangible symbols），其類型包括：實體物、部分實體物、相關聯實體物、共同特徵物、迷你模型和人造符號等，分別適用不同溝通能力者（Rowland & Schweigert, 2000；莊素貞，2014）。美國德州盲校的可觸知符號溝通系統的特色是每個符號物可以透過基底的形狀、材質來區辨此溝通屬性為何。例如，基底形狀圓形代表人物、三角形代表活動、心形代表心情、正方形則代表地點...等。學生可以藉著基底形狀及其上的符號物來了解手所觸及之溝通符號意義。在每天的生活中心，其實視障學生都在同時接觸與使用流動式符號（如說話、手語、手指語）和靜止式符號（如實際物品、觸覺抽象符號、點字）溝通（曾靖雯，2015），但對學生在訊息獲取上還是以靜止式符號最為有利，因為透過觸覺能反覆獲取固定不變動的訊息，並且能一邊溝通、一邊檢索或回憶，而不會如流動式訊息般稍縱即逝，無法再追回（曾怡惇，2011；Blaha R., 2001）。美國柏金斯盲校和美國德州盲校兩大學校，在設計形式上各具特色，分析比較如表 1 所示。

2013 年英國學人雜誌提出 21 世紀是數位製造的時代。隨著 3D 列印技術的普及，若能適當的導入數位工具於輔助教具設計製作上，不僅可以落實客製化學生生活學習上所需的林林種種的輔助小道具或物品，更可以快速下載或轉載列印處理，對老師的教學施作與教室的管理將更為有效率。綜合以上文獻探討得知，觸覺符號的製作與建立對視多重障礙學生在各領域認知的學習上非常重要，即使現在視障者所用的工具有越來越多現代科技融入其中，但和一般人不同，例如操作界面的設計，其運用的各種感官知覺及之間的配合度及使用皆有差別，因此可藉由學習及經驗而形成一種學習模式（賴新喜、劉俊甫、賴成鳳，2009）

表 1 美國德州盲校與美國柏金斯盲校可觸知符號比較

	德州盲校	柏金斯盲校
尺寸	約手掌心大小，可一手抓握。	約整個手掌大小。
基底分類	因基底形狀不同而有不同，例如三角形是動作 (Actions)、橢圓形是物件 (Objects)、正方形是地點 (Place)。	僅以長方形為基底形狀，符號分類以符號物本身做分類。
優點	<ul style="list-style-type: none"> ● 可一手觸摸到符號全貌。 ● 符號尺寸較小，容易收集製作個人的溝通符號書。 ● 因基底形狀及表面質感與紋理的不同，能分類其在溝通模式上的使用時機，學生可藉此擴大溝通學習。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 符號尺寸較大，即使精細動作不佳的學生也容易拿取。 ● 符號物的設計以實物本身或實物的縮小模型為主，因此對認知嚴重缺損的學生在符號意義的學習上可能較容易和生活經驗連結。
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 精細動作不佳或張力較大的學生在拿取或撕貼符號時容易毀損符號。 ● 符號類多而複雜，對認知嚴重缺損的學生來說容易造成混淆。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 尺寸偏大，需要更大的空間來收集。 ● 符號無基底形狀或材質分類，只有透過教師壘 (續下頁) 給予定義，對於學生要使用一個完整的對話句子較容易受限。

資料來源：本研究整理

參、研究實施與設計

一、可觸知符號之製作實現

透過對德州盲校與柏金斯盲校的可觸知符號特色分析與歸納，應用可觸知符號在視多障學生教學上是需要系統性的支持，才能將目標物從實際物品(可以是整個物品或物品的一小部分)擴展到抽象形式，因此設計原則如下：(1). 校園地理空間符號基底設計成正方形及手掌大小為原則 (10 公分平方的尺寸)、(2). 識別之可觸知符號物，依校內空間教室功能大致分為：「行政辦公室」及「專科教室」兩類；前者學生較陌生因此選擇以行政工作內容或職務意義做為符號物設計、後者學生每日生活與學習之關聯性強且較具體熟悉，容易形成心理認知的空間環境，選擇以學生們熟悉的物件之部分或縮小模型來呈現、(4).設計共識調查，透過全校教師職員社群發放 41 份問卷，收回 37 份有效問卷，其中教學年資 10 年以上的人數超過半數以上。問卷所得結果(A).底板部分：以尺寸 10 公分*10 公分、觸感紋理為平滑面和顏色為黃色的基底貼片為主；(B). 行政辦公室部分：校長室以校徽符號、董事長室以皇冠符號、會計處以五十元硬幣符號、教導處以筆記本

符號、收發室以信封符號、總務處以工具符號等；(C).專科教室部分:感覺統合教室以觸覺墊符號、體育教學區以跑步機面板符號、水療教室以浮板符號、音樂教室以鋼琴符號、烹飪教室以炒菜鏟符號及陶藝教室以陶甕符號等。

設計製作部分，可觸知符號數位模型利用 SolidWorks 2014 版之電腦輔助設計軟體(Computer Aided Design, CAD)建立，完成數位模型後，再利用熔融沉積(Fused Deposition Modeling, FDM)列印機型進行層厚積度 0.05mm 材質為聚乳酸(Poly Lactic Acid, PLA)列印設計之可感知符號，完成後使用#100 號細砂紙進行研磨，去除部分尖銳處以免觸摸石劃傷手指頭，若需更細緻處理可以刷塗一層 FLA 專用的透明樹脂膠，可以大幅平順或光滑物件表面；最後將雷射切割製作底板並噴底漆，等待漆乾了，黏上塑膠小細珠及觸覺符號，完成整體設計，詳細設計之流程如圖 1.所示。其餘 11 款可觸知符號之設計與製作雷同，依此類推。

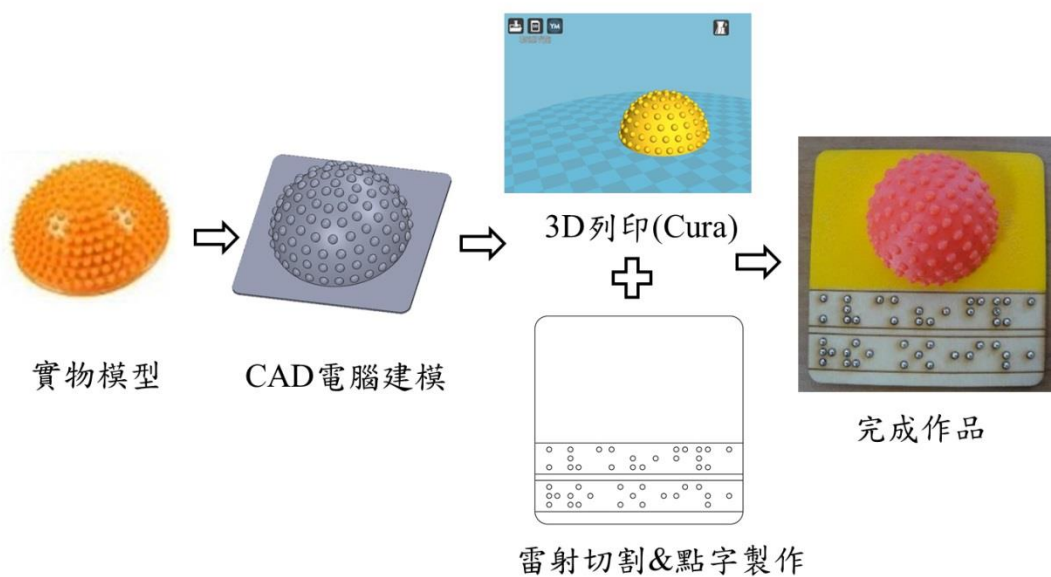


圖 1. 空間教室可觸知符號之設計與製作流程

其中設計製作注意事項：(1) 可觸知符號基底製作：因底板上之點字尺寸較小與 FDM 列印容易產生銳利部位造成割手情況，且列印時間過長，改以雷切技術切割木質板材，再利用直徑 2.5mm 的小塑膠珠鑲嵌於切割小孔中呈現點字，尺寸相較正常點字尺寸稍大，但也出乎意料地讓研究者更貼近自己的設計初衷，讓視多重障礙學生有更多元的觸覺媒介與提高對空間符號的辨識度，針對低年級視障學生及視多重障礙學生而言，放大的點字尺寸讓學生在點字摸讀的辨識上更加容易，而小珠的觸感也較平日摸讀的紙張更為具體，因此呈現的效果無疑都是更為友善的設計結果；(2).可觸知符號圖像設計製作：透過 3D 列印技術將每個空間教室的圖像符號模型，並與雷切後的正方形基底貼片結合，完成了此 12 個空間教室知可觸知符號，如表 2.所示。

表 2 空間教室可觸知符號實體呈現

校長室	董事長室	會計處
		
教導處	收發室	總務處
		
感覺統合教室	體育教學區	水療教室
		
音樂教室	烹飪教室	陶藝教室
		

肆、研究工具(惠明盲校可觸知符號的實踐運用)

本研究選擇三位視多重障礙國中學生作為可觸知符號驗證的實驗對象，觀察其對空間可觸知符號的辨識效果及實際在校園中定向引導的成效。在正式進行此套地點可觸知符號教學前，先以觸感最為立體的陶藝教室和感覺統合教室給受測者學生觸摸體驗，並從旁觀察其對可觸知符號的觸覺感受及學習接受度，發現視多重障礙學生對學習活動的專注力普遍不高，且在此教學過程中可見，單一學生超過十五分鐘以上的可觸知符號辨識學習反而容易造成學生在觸知覺及專注力

上的疲乏，開始出現敷衍老師、隨意猜測的現象。因此，實施教學的計畫決定以106年2月至106年4月期間，利用每週二、三、四早上第一節生活管理課程結束的前十五分鐘，對單一受測者學生進行可觸知符號的認知教學活動，並於四月中旬開始進行將可觸知符號的認知連結到實際場域的訓練。

課堂間評量結果顯示，A生能在12個可觸知符號中正確答對11個，僅對校長室的符號有混淆；B生能在12個可觸知符號中正確答對9個；C生能在12個可觸知符號中正確答對10個。雖然學生學習過程中，因個人的認知能力與感官知覺能力的不同而有不同的學習表現，但從受測學生的評量結果看出，其對每個空間教室的可觸知符號辨識正確率有75%~90%，這樣的結果顯示視多重障礙學生實際上是透過圖形差異性鮮明的3D模型設計，正確地區辨地點可觸知符號。

經過三個月在課堂上對空間可觸知符號的學習後，引導學生到實際場域中辨識貼在牆面上的可觸知符號，在實驗過程中發現受測學生可以在教室課堂上輕易辨識出的可觸知符號卻未必能在情境場域中輕易地連結上該可觸知符號的辨識，受測學生當下會試著一手去觸摸可觸知符號，卻遲遲說不出該空間教室，特別是較少生活經驗連結的各行政辦公室，另外透過對受測學生口頭提示這是我們在課堂上學習的空間可觸知符號，並給予該符號在現場場域做配對學習後才有了明確的認知連結，如圖2所示。於是每天由育幼院往返學校途中引導受測學生透過觸摸可觸知符號來辨識經過的空間位置，並在前往專科教室上課時亦引導其觸摸貼在教室外的可觸知符號來辨識此空間教室。



圖 2 學生在實際場域受測實錄 1

可觸知符號在實際場域的訓練過程中，學生對於生活經驗缺乏連結的行政辦公室空間，往往是對經過的空間過而不問，因此研究者從旁提醒學生可以觸摸貼在辦公室外的可觸知符號，除了辨識此空間名稱外，還會透過提示該辦公室有哪些行政人員，藉此以提高學生對認識該空間的興趣及多一個認知連結的線索可以幫助學生辨識此空間符號的學習。經過一個月的學習，研究者在該月最後一週對受測學生進行評量所得結果為：A生在前往六個行政辦公室的場域中，能正確答對五個，對校長室的可觸知符號容易混淆；B生在前往六個行政辦公室的場域中，能正確答對四個，對校長室和董事長室的可觸知符號容易混淆；C生前往六個行政辦公室的場域中，能正確答對五個，對總務處的可觸知符號混淆不清。此外專科教室部分，因學生平時有較高頻率的接觸機會，因此在情境場域中辨識可觸知

符號能較快進入狀況，辨識的正確率也較行政辦公室高。感覺統合教室對學生的生活經驗陌生，因此 B 生和 C 生容易皆對此空間辨識錯誤。

伍、結果與討論

本研究以美國德州盲校的可觸知符號溝通系統(Tangible Symbols Communication System)之設計為藍本，融合該校既有之教學與環境特色，透過觸覺轉換學理整合設計完成一套標準化的可觸知符號系統，並運用數位建模完成模型資料庫；此外結合最新的 3D 列印科技技術，讓學校行政教室管理規劃時，可因應教室的變動或重新安排，做彈性、快速且有效地教室識別牌的製作；學生們在校學習期間也可以有一套統一且連貫性的認知依循，寬心快樂的在校園生活與學習；老師也可以獲得可依循的教室觸覺識別系統，讓教學更方便與連貫。綜合本文所獲得之成果如下：

- (1) 3D 列印技術應用於可觸知符號圖像之設計應用成效明顯：透過數位建模並利用數位建模與 3D 列印等技術所表現出來的可觸知符號設計，將全校的識別符號有了一致性，並建立了數位資料庫，讓教師們在課堂教學時依學生個別需求，選擇可觸知符號直接且彈性地做等比例放大、縮小或教學需求列印，還可以將相同數位技術應用到其他溝通領域教學上。此外，隨著 3D 列印材質與種類越來越多元化，相關教材教具設計應用的範疇也會越來越豐富與廣泛。
- (2) 可觸知符號實際應用於引導校園空間的定向結果之效果良好：視多重障礙學生透過明確的地點可觸知符號標示，可以提升其對校園空間位置的辨識正確率外，在行進路線上也可以因著可觸知符號的標示而對空間教室多了有形的提示線索，達到更加快速、明確地在校園內獨立行走的定向行動能力。研究場域的校園空間功能性分為行政辦公室與專科教室，學生學習辨識符號與實際應用於引導其在校園的定向結果上也產生了兩種不一樣的辨識學習過程，但最終結果是達到一致性的辨識成效。

參考文獻

一、中文部分

丁嘉寬(2003)。視覺障礙者觸覺地圖之人因工程評估(未出版之碩士論文)。

朝陽科技大學，臺中市。

呂昀諺(2002)。視覺障礙者對於公共設施使用需求調查與觸覺符碼之人因評估(未出版之碩士論文)。朝陽科技大學，臺中市

莊素貞、羅綉靜(2014)。可觸知符號溝通系統對視覺障礙伴隨智能障礙學生溝通與時間概念發展之實務分享。特殊教育與輔助科技半年刊，11。

- 曾怡惇 (2011)。van Dijk 盲聾教學策略。國小特殊教育，51。
- 曾靖雯 (2015)。盲聾教學策略對盲聾生溝通發展之行動研究 (未出版之碩士論文)。臺南大學，臺南市。
- 黃耀榮 (2008)。各國建築環境視障引導之設計規範比較及發展現況探討。輔具之友第26期。
- 黃耀榮 (2008)。建築學報建築物視障者引導概念與引導設施設計之適用性探討。建築學報。
- 賴新喜、劉俊甫、賴成鳳 (2009)。視障者與明眼人多重知覺比較之研究。工業設計，37 (1)，40-41。

二、英文部分

- Blaha, R. (2001). *Calendars: for students with multiple impairments including Deafblindness*. Austin: Texas School for the Blind and Visually Impaired.
- Rowland, C., & Schweigert, P. (2000). Tangible symbols, tangible outcomes. *Augmentative and Alternative Communication*, 16, 61-78.
- Ungar, S., Blades, M. & Spencer, C. (1996). "Visually impaired children's strategies for memorising a map," *British Journal of Visual Impairment*, 13, 27-32.