

盲童樂音遊具概念提案:以識別標籤產生音律之積木

趙方麟

朝陽科大工業設計系副教授

e-mail: flin@cyut.edu.tw

摘要

本文經由「以識別標籤產生音律之積木」案例，闡述經由跨領域成員溝通，促進對於技術應用與限制的瞭解，進行概念調適的創新程序。聲音光束於盲童樂音教學應用時，盲生未能感受聲音光束的位置，偏離超音波區域。RFID 除了可以應用在樂音遊具外，亦可以應用於生活物件的尋找；為了能合適方便的被視障孩童使用，仍然需要考量產品結構的簡化、操作介面的單純化，透過技術因素的取捨降低成本，讓科技成為視障孩童學習過程的幫手。

關鍵詞：RFID、樂音、概念提案。

Abstract

Through the case of "RFID supported domino sound toy", elaborate members via interdisciplinary communication and promote the understanding technology applications and limitations and conceptual adaptation. Sound beam which applied in visual impaired children shows that students could not notice the position of sound beam. It caused deviation out of the ultrasound area. RFID can also be used in other activities such as object finding and personal living support. In order to facilitate appropriate use for visually impaired, efforts still need to simplifying the product structure, operation interface and reducing cost. Through the proper choice of technical and design factors, RFID technology will be helpful during learning process for visually impaired children.

Keywords: RFID, sound, concept design.

1. 前言

基於看不到的不安全感，視障孩童往往怯於走入人群，也因為行動不便而缺少運動。長期導致社交範圍狹小與情緒低落。音樂是盲童

所愛與情緒的撫慰；結合音樂與動作的連結關係，藉由遊戲的過程提高參與意願[1, 2]，就能超越單純刻板的樂器學習。遊戲的過程如果引入他人共同進行，可協助擴展社交範圍，增廣生活樂趣[3, 4]。

由報導中試想視障孩童生活情境：興叡被送到台北啟明學校去就讀，離鄉背井的求學之路也自此開始。升學之路，對視障生而言自是艱難，然而啟明學校的一群學生卻能在當中找到精神寄託，那就是「音樂」！在台北啟明學校的校園裡，處處充滿了樂聲，三三兩兩的學生懷抱吉他，撥弦淺唱。教室中，頑皮的孩童以拍打律動發抒心情，而自得其樂(圖 1)。



圖 1 視障孩童以拍打律動發抒心情

許多傳統音樂教具扮演著透過遊戲的過程，協助視障孩童的角色。陳蔚綺堅信音樂能創造身心障礙學生無限的可能性，積極研發各項音樂休閒教學，提升身心障礙學生的生活品質。自費添購教材、教具，教導視障生學習鋼琴及小提琴[5]。臺北市視障者家長協會發展盲用教具，解決長年盲用教具製作困難、體積龐大、儲存不易的問題。其中的音樂點字轉譯系統，更能為盲人免除困擾[6]。

雖然多年來國內視障輔助教具有一定的製作計畫，但是視障孩童家長仍感欠缺。認為「要真正符合盲生所需，恐怕還有一段距離」，發現「要把所有習慣以視覺看到的東西，轉成以其他感官來認知，是需要創意跟想像力的工

作」。「很多年來，王媽媽白天陪女兒上課，晚上教書，深夜開始做教具。她讓我們了解了善用創意，可以幫視障生多大的忙」；亦發展出「英文點字、及音樂點字」[7]。



圖 2 現有視障孩童輔助教具

傳統音樂教具多數有工具的本質，透過轉譯降低認知障礙。缺少強調視障孩童遊戲過程樂趣的教具，而且多數是轉用自一般孩童的玩具，透過簡單改變來適應特殊需求[8]，如圖 2 所示。

聲音科技應用於盲童教育中，能開拓盲生認知空間、身心感官潛能。85%的中年級盲生喜歡音樂，在聽音樂的時候，能想起經歷的興奮，急於用肢體演繹內心的喜悅。許多視障少年音樂家克服肢體的限制，用自己的智慧與努力找尋生命希望的出口；顯示透過教育的適當引導，盲人亦可以發揮潛能。

2. 聲音光束

聲音光束(Sound beam)是運用科技來製造音樂的方法[9]，原理是藉由超音波反射，讓使用者的肢體動作經由鍵盤、取樣器和聲音組件被轉化成聲音。肢體動作透過聲音光束機，隨即在螢幕上出現聲光效果，刺激兒童的視覺和聽覺，讓他們樂於做動作與機器互動。聲音光束的體驗，對一般幼兒的創造力有正向助益，還能幫助身心障礙的孩子做復健(圖 3)。小朋友的肢體動作改變，透過感應器，經過超音波光束機的傳達發出不同聲音，除可以激發創造力，對肢體障礙孩子或老人癡呆症的患者，也能激發學習動機。



圖 3 聲音光束機(右上)能回饋聲光效果，刺激兒童的聽覺，讓他們更樂於動作



圖 4 聲音光束系統組件

2.1 盲童樂音教學應用

探討個案在團體音樂治療課程中的語言轉變歷程。採用質量並重的「參與觀察法」蒐集研究資料，課程進行為期 14 週。研究結果發現：特殊幼兒在語言發展均有進步，故音樂治療對於特殊幼兒語言的應用是正向且有效的課程。加入聲音光束(圖 4)之科技設備，能提升幼兒學習慾望。視障孩童樂音教學應用安排於啟明學校幼稚班，學前特教班幼兒共分為能力較優的視覺多重障礙特殊幼兒、與多重障礙重症幼兒。研究者依據幼兒個別差異設計以肢體和語言之學習目標。樂音教學應用的樂曲包含歡迎歌、聲音光束活動、音樂欣賞、舒緩時間、再見歌，幼兒依據教學者的指令到 sensor 前做出不同的肢體動作和語言的回應，以觀察幼兒對於不同聲音的反應[10]。

進行十四週的聲音光束音樂活動中，視覺多重障礙特殊幼兒從一開始的不適應，逐漸建立良好上課模式主動參與活動。能力較優的特殊幼兒在活動探索中由膽怯到能主動的走向

教學者，並依據教學者的指令做出動作；重症特殊幼兒從一開始肌肉的緊繃，經由協助者在課前與課後的肌肉舒緩和語言上的安撫，會發出單音與面露笑容。可以看出經過聲音光束與音樂課程後，在肢體上已有正向的發展[11]。

2.2 應用成效與限制

聲音光束藉由超音波，讓使用者的肢體動作經由取樣器和聲音組件轉化成聲音；應用在盲童樂音教學時，有下列問題：超音波束成扇形分布，盲生不知聲音光束位置時，可能偏離超音波區域，無法隨動作比例發聲。

為提高參與感，必須對盲生提供光束源相對位置訊號，才能順利傳達。聲音光束需要經由感應單元、處理單元、對比出距離參數，發出預設之樂音，使得硬體成本增加。

3. RFID 樂音骨牌

兒童時期遊戲是表達性情感的媒介，除了幫助兒童情緒的調節，並且激發兒童各項智能。聲音讓盲生提高參與，如果將一般玩具/用品附加聲音就有拓展應用之可能。骨牌或是積木，如果藉由聲音轉化，讓骨牌排列時發出不同的引導音，透過創造力發揮與連結，讓遊戲增加許多花樣與樂趣。音樂骨牌也可用不同顏色（或加上表面材質形狀的變化等標記）代表不同音符(圖 5)；在倒下瞬間將不同色彩的骨牌轉換成對應的聲音，並持續發聲音約 2 秒。



圖 5 音樂骨牌概念 (蔡坤龍)

倘若以機械式構造製作，可以用「懸掛裝

置包含感測器、金屬掛鈎、金屬扣環以及彈性回復力與發聲元件」完成；但是能提供彈性回復力的元件體積大，因此構造的成本高。因骨牌下方用個別的觸動開關，各發聲元件獨立，調整時亦須個別處理，運用 RFID 技術將能降低系統複雜度。

3.1 RFID 樂音骨牌運作架構與原理

RFID 樂音骨牌使用識別標籤依附於骨牌上，利用單一的 RFID 讀取器發出樂音[11]，因為標籤成本低，容易商品化。此外在系統調整時，還可以彈性的依據骨牌色彩與標籤對應的改變，發出有變化的聲音。基於資訊技術應用限制，評估後之硬體架構如圖 6 所示。

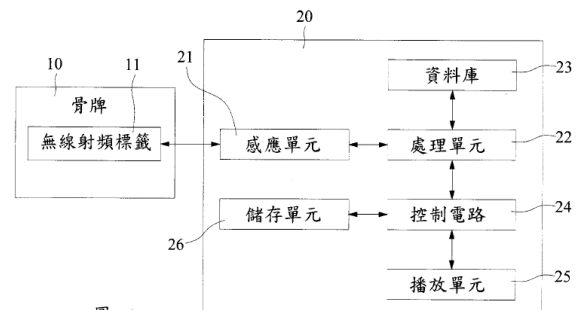


圖 6 RFID 樂音骨牌硬體架構

音樂骨牌內設有無線射頻標籤，利用電子裝置的感應單元、處理單元、及播放單元；骨牌倒下時感應單元發出訊號，感應骨牌的無線射頻標籤；讀取骨牌的無線射頻標籤的編碼之後；先判斷讀取的編碼是否在資料庫內；再找出對應無線射頻標籤的音符；播放聲音。不同的排列組合方式可得到不同的旋律的音樂，提供饒富變化。參照圖 7，音樂骨牌系統包括有複數個骨牌及一個電子裝置，標籤編碼對應音樂的音符，如 DO、RE、ME 等。使用不同的編碼，改變對應的音符；產生多種組合，得到不同旋律的樂音。電子裝置 20 包括有一個感應單元 21、一個處理單元 22、資料庫 23、控制單元 24 及撥放單元 25。若骨牌倒下時，電子裝置就會發出對應的聲音。

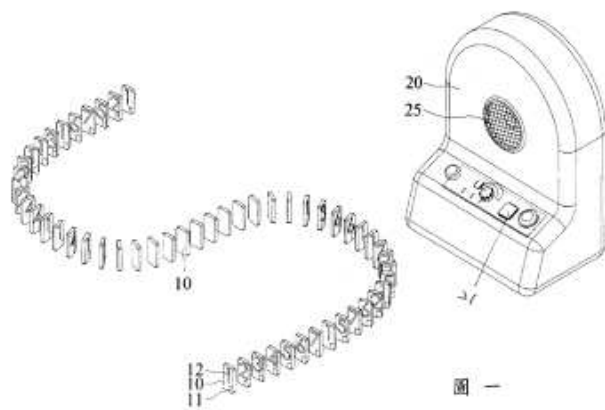


圖 7 產生音律之音樂骨牌系統

因為需配合與主控系統連接的 RFID 讀取器，識別標籤可以經由系統設定，彈性的改變，調整發音方式。主控系統內有主控程式進行感應、監督與相對回應步驟；圖 8 為主控程式的流程圖，描述運作的主體步驟。

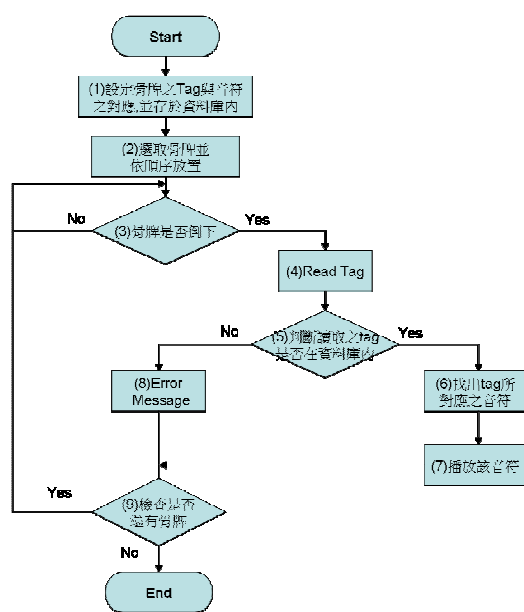


圖 8 運作流程圖

3.2 盲童樂音教學應用考量

RFID 樂音骨牌在盲童教學應用可行性評估，需要考量技術因素。回顧 RFID 樂音骨牌的讀取程序；「用識別標籤來產生音律之音樂骨牌系統的使用方法，有以下步驟：感應單元發出感應訊號感應骨牌的無線射頻標籤；判斷骨牌是否倒下；骨牌倒下，讀取骨牌的無線射頻標籤的編碼；判斷讀取的編碼是否在資料庫內；找出對應無線射頻標籤的音符；播放聲音。於判斷骨牌是否倒下的過程中，使用內建

在感應骨牌中的水銀開關，在倒下時啟動無線射頻標籤。」因此使用中可能發生下列問題：當距離超過 20 公分時，需使用 UHF RFID 讀取器[12]，其價格較高。標籤連結之微動開關原先處於待機狀態，當骨牌倒下後，觸發晶片使晶片運作，使無線射頻標籤能夠發出電磁波。但是骨牌倒下後，RFID 讀取器仍會持續讀取該骨牌的編碼，造成讀取判讀的衝突。

避免感測到先前倒下的骨牌，需要經由資料庫對比，僅選擇新進倒下的骨牌傳送至播放單元；致使處理程序複雜化與硬體成本增加。僅選擇新倒下的骨牌；因為軟體處理步驟增加，致使處理時間變長，增加處理單元的訊號延遲。利用骨牌的排列產生多種不同的組合，對視障孩童確有困難；過程中不小心造成部分傾倒時，就會影響其他組件。

4. 適當科技考量

盲童教學應用，技術並非首要考量；唯有使用者能夠接受，才是適當科技。盲童樂音教學應用的適當科技，需要考量的因素有：

(1) 技術面:可負擔

骨牌倒下後，RFID 讀取器會持續讀取編碼，造成 RFID 讀取器判讀衝突[13]，為了避免感測到先前倒下的骨牌，需要經由感應單元、處理單元、資料庫對比，僅選擇新進倒下的骨牌傳送至播放單元；致使處理程序複雜化。硬體成本增加意味著成本的提高、零件數目增加，這都可能造成故障率提高。

(2) 使用面:容易用

骨牌的排列對於視障孩童確有困難度，也會影響操作意願。欲降低困難度，避免過程中不小心造成部分傾倒，影響其他組件。從使用角度達到容易用，能依據身心障礙學生的能力，調整複雜度。重要的考量例如：(1)從平面任意分布簡化到直線分布；從固定間距到嘗試可變化間距。(2)從任意力量傾倒轉變成重心下降的擺動，能隨時間變化恢復原姿態。(3)傾倒後能以連結構造恢復原來直線分布，可以再次嘗試。

5. RFID 樂音積木

依據上述發現問題，提出 RFID 樂音積木的修正概念提案。樂音積木首重盲童應用，以適當科技實現。在使用者能夠接受的情境中，挑選容易用且價格低的技術，來評估提案內涵後，選擇用低頻 RFID 讀取器。低頻 RFID 讀取器能夠感應範圍是 3-5 公分，被動式標籤單

價亦較低。

樂音積木是以預設連結方式排序，使用中可恢復原來連結構造，再次嘗試。操控方式與連結構造，有下列方式：

時間排列：樂音積木依次序排列，固定讀取器位置；操作滑軌的傾斜角度，可改變樂音積木的滑動速度(圖 9)，產生變化節奏的樂音。時間排列是指樂音間隔是依時間次序發生。因為讀取器有時間響應的限制，移動速度快時，會有判讀困難的疑慮；藉由滑道減速可以適度避免。

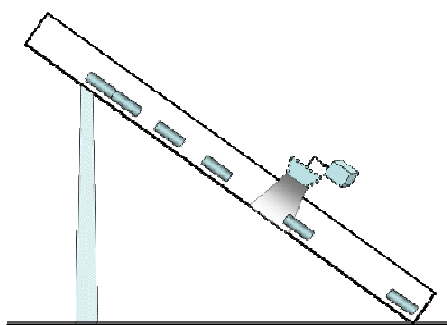


圖 9 依時間排列之樂音積木

空間扇狀排列：樂音積木依照空間次須排列，固定讀取器位置；操作扇狀排列旋轉角度(圖 10)，改變轉動角速度產生變化節奏的樂音。空間排列是指樂音間隔是以相對位置產生，因為讀取器的感應範圍小，當扇狀排列半徑增加時，增加了標籤的空間距離，能減少判讀困難的疑慮。

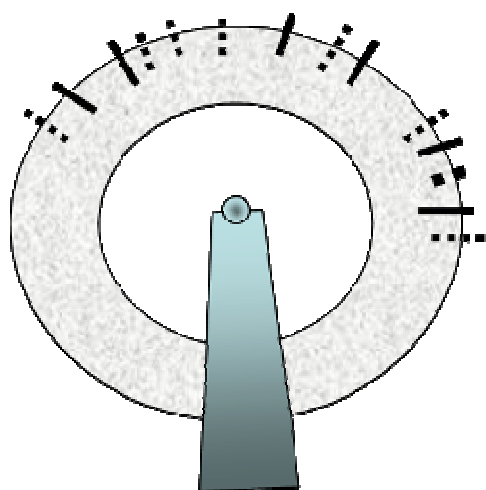


圖 10 依空間排列之樂音積木

結合音樂與動作連結關係，藉由遊戲提高參與意願，能超越單純規律的樂器學習。引入

他人共同進行遊戲，可以擴展社交範圍增廣生活樂趣[14]。因此鼓勵視障孩童遊戲互動過程的樂趣[15]，教具才能扮演與他人之間的催化。聲音光束於盲童樂音教學應用時，曾發現下列問題：盲生未能感受聲音光束的位置，偏離超音波區域。低頻讀取器為主體的樂音積木，經由簡易標籤的電磁感應，不需電池；也不需要經由高單價處理單元、內部資料庫對比，使得硬體成本下降。

可透過教材範例，引導大肢體運動或者他人共同進行；例如一人操作樂音積木轉動角速度、或積木滑動速度，就可以兩人搭配遊戲。如果以兩支讀取器，亦可以形成雙重的樂音連結關係。教具扮演者透過遊戲的過程，協助視障孩童的角色；未來將進行應用評估，調整需要考量的技術因素與互動模式。

6 結語

教具扮演者透過遊戲的過程，協助視障孩童的角色。科技並非首要考量因素，唯有使用者能夠接受，才是適當科技。RFID 除了可以應用在樂音教學外，亦可以應用於生活物件、教學書本的尋找；雖然技術已然存在多年，為了能合適方便的被視障孩童使用，仍然需要考量產品結構的簡化、操作介面的單純化，透過技術因素的取捨降低成本，讓科技成為視障孩童學習過程的幫手。

致謝

感謝朱鴻棋老師於 RFID、李玲玉老師於聲音光束之貢獻。

參考文獻

- [1] Cox, Penny R., Mary K., 2001, Effective classroom adaptations for students with visual impairments, *Teaching exceptional children*, Vol. 33-6, pp. 68-74.
- [2] Landau, B., Spelke, E., 1985, Spatial knowledge and its manifestation, in H.M. Wellman (Ed.), *Children's Searching-The Development of Search Skill and Spatial Representation*, Hillsdale: LEA, 27-52.
- [3] A. C. Bundy, "Play and playfulness: What to look for," *Play in Occupational Therapy for Children*, 1997.
- [4] Aggarwal, J.K., "Understanding of human motion, actions and interactions," *Proc.*

IEEE Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance AVSS , 2005.

- [5] http://www.premierf.org.tw/wealth/wealth_3.html
- [6] <https://books.google.com.tw/books?isbn=9571137634>
- [7] rsr.dsa.fju.edu.tw/cpsub/.../1031291404_1_研習計畫.DOC
- [8] archives.lib.ntnu.edu.tw/c4/c4_5_137.jsp
- [9] <http://www.soundbeam.co.uk/>
- [10] Liza Lee , “Application of Soundbeam on visual impaired children” ***NSC Report*** 2009.
- [11] R.-C. Hua and T.-G. Ma , "A printed dipole antenna for ultra high frequency (UHF) radio frequency identification (RFID) handheld reader , " ***IEEE trans. Antennas Propagat.*** , Vol. 55 , pp. 3742-3745 , Dec. 2007.
- [12] Toccafondi , A.; Braconi , P. , "Compact meander line antenna for HF-UHF tag integration , " ***Antennas and Propagation Society International Symposium*** , 2007 IEEE , Vol. , pp.5483 , 5486 , 9-15 June 2007
- [13] Denise Chapman Weston , Jonathan A. Barney , Method of game play using RFID tracking device , ***US Patent*** number: 6761637
- [14] B. R. Hergenhahn , ***An Introduction to Theories of Learning*** , 3rd Ed. , Englewood Cliffs , NJ: Prentice Hall , 1988.
- [15] L. D. Parham , L. A. Primeau , “Play and occupational therapy , ” in ***Play in Occupational Therapy for Children*** , Mosby , 1997.