

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

盲用點字印表機傳動系統分析與設計

Analysis and Design of Transportation System in a Braille Printer

計畫編號：NSC88-2212-E-032-001

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：葉豐輝 淡江大學機械工程研究所

一、中文摘要

本計畫旨在探討盲用點字印表機傳動系統之分析與設計，目的在於改善步進馬達之超越量，避免系統共振頻率的影響，以達到精確定位、減少振動及增快列印速度。計畫第一部份為設計及分析新型盲用點字印表機之傳動機構，包含「步進馬達」帶動皮帶產生拉力，「橫桿」支撐點字頭座作橫向移動，「點字頭座」確保點字頭固定不至脫落，和「點字衝擊桿」進行垂直方向撞擊運動等。第二部份則執行盲用點字印表機列印傳動系統之列印規劃、控制整合及製作，包含文字點字轉換、列印格式製定、單雙面列印、程序及資料流程規劃等。最後整合建構出完整之盲用點字印表機之控制器實體架構，經驗證確實能達到控制盲用點字印表機之列印動作程序及有效控制傳動系統之目的。

關鍵詞：盲用點字印表機、傳動系統、振動、分析、設計

Abstract

The transportation system in a Braille printer is designed and analyzed in this project. The overshoot in the stepping motor is improved and the influences of resonance frequencies on the transportation system are reduced. The first, the combination of the shock shaft and socket of Braille head, transversal shaft, belt, and step motor in the transmittal mechanism are

designed and analyzed. The second, the pre-processor, the data transfer unit, and the controller of the Braille printer's transportation system are studied. In the pre-processor, the transformation of text to Braille, the format, the single or double side print features as well as the procedure of print are programmed. After the integration, the control of the Braille printer's transportation system is achieved.

Keywords: Braille Printer, Transportation System, Vibration, Analysis, Design

二、緣由與目的

盲人由於視覺器官的障礙而喪失了接收視覺資訊的能力。若要獲取外界資訊則必須依賴其他感覺功能的輔助如觸覺及聽覺等等。就觸覺而言，點字可以說是盲人學習中重要的一環。在現今的資訊時代中，電腦已經是不可或缺的一項工具了，而印表機又為電腦週邊設備中主要的輸出設備之一。為使盲人跨越資訊藩籬，分享資訊爆炸的成果，盲用點字印表機可以說是盲人在這個資訊時代中一項必要的設備。

隨著市場需求之不斷增加，國外已經有點字印表機及其相關零組件之生產與研究開發。現有之盲用點字印表機依作動方式之不同大致上可分為熱熔式及撞針撞擊式兩種。熱熔式點字列表機是利用熱熔化之材料（Hot-Melt Material）作為點字印表機中的點字頭內部材料，將盲人點字碼列印於報表紙上。由於熱熔式設備本身和列

印費用皆較撞針撞擊式昂貴，因此撞針撞擊式點字印表機則佔目前市面使用上之大宗，其作動原理係利用撞針撞擊紙張，產生凹凸的點字碼 (Braille Code)，本研究即屬此範疇。一般撞針撞擊式印表機之印表頭傳動系統皆以具有撓性之皮帶傳動，由於點字頭大且重，易產生追逐現象 (Hunting) 此現象乃因驅動馬達的轉角值與位置感測器回授值不同所致。因之此類印表機在控制器的設計中，必需兼顧到精度、產量、難易度與價格競爭力等考量。顯然的，必需由機械設計、電子電路設計與控制系統之整合，才可以達到設計規格之可能。此外，點字碼位置控制和撞擊的錯誤亦可導致盲人觸覺上的錯誤認知；對盲人來說，影響亦是相當的大。故點字頭之設計和位置控制，在盲用點字印表機中是首先要考慮及解決的課題。

三、設計流程與實驗建構

本計畫的重點在設計新型盲用點字印表機傳動機構，並模擬分析其點字頭傳動機構之運動過程。在設計上，本研究採用一套以參數式轉換為設計理念的全功能機構設計自動化套裝軟體 Pro/Engineer 為輔助，藉由該軟體建構出各細部零件之幾何模型，以作為後續機構模擬分析的基本架構，亦能協助研究者設計改良新型盲用點字印表機傳動機構。

若盲用點字印表機所印出之點字良莠不齊，將直接影響視覺障礙者的辨識率，其中點字頭印字力對於印出點字的影響最大，故本研究進行點字頭印字力 (F_{max}) 的實驗量測作為傳動機構結構分析的重要依據。圖 1 所示為量測點字頭力量的實驗機台。

所設計之點字印表機傳動機構如圖 2 所示之運動行為，主要由步進馬達傳動主動輪，再由主動輪帶動皮帶，皮帶則繞於主動輪與惰輪之上以帶動點字衝擊頭。一個典型的點字印表機點字衝擊頭傳動控制系統如圖 3 和圖 4 所示，主要可以分為四大部分，分別為步進馬達之電樞電路系

統、步進馬達與主動輪耦合系統、印表衝擊頭定位系統與皮帶惰輪系統四個部分。為充分瞭解點字印表機點字衝擊頭傳動系統動態行為，本研究中依序就步進馬達電樞電路、點字衝擊頭之運動行為及惰輪之力矩等分別推導其數學模式，並模擬和實驗各相關系統參數對動態行為之影響。

四、結果與討論

本研究由傳動機構的結構分析得知點字頭座在水平方向承受皮帶最大拉力 ($46N$)；在重力方向承受衝擊桿最大撞擊力 ($3.3N$)，經與本身的自重結合下產生的最大應力 ($1.6958E+02 \text{ Mpa}$) 在彈性限範圍之內，且未不超過材料的降伏應力 ($SS, 280-700 \text{ Mpa}$)。其最大應變 ($1.3584E-04$) 與變位 ($4.2402E-02$) 也都在安全範圍之內，由此證明此機構為一安全設計。此外，由傳動機構的模態分析得知支撐橫桿在無負載與承受負載為 (3.232 N) 下之自然頻率與振動模態，其與步進馬達的轉動頻率並沒有發生共振現象，對整體結構來說沒有安全上的餘慮。

在傳動系統控制單元部份，除了確切的執行列印命令完成列印動作外，亦建立其動態方程組。接而配合步進馬達數位順序命令模組，以模擬傳動系統之非線性動態反應，最後並以迴轉軌跡演算法改善傳動系統加速度不連續問題。經分析結果探討可發現迴轉軌跡演算法可針對不同位移量之列印移動程序規劃出適當且平滑之速度與加速度曲線如圖 5 至圖 8。

經由上述各單元之分析後，本研究以 BASIC Compiler 與 Visual BASIC 完成列印程序規劃，接而以 Turbo C 與 8051 單晶片組合語言完成資料通訊單元程式設計，最後配合單晶片 8051 之軟硬體執行控制單元設計實現完成點字印表機控制系統整合，建立點字印表機之製作技術。

五、計畫成果自評

1. 本計畫已完成點字頭座傳動機構等之細部零件設計並模擬點字頭座在承受步進馬達提供一驅動力作用下的運動過程，進而分析傳動機構在承受靜態負載下產生的應力、應變與變位的分佈情形。
2. 經實驗驗證整體之控制系統確能達到控制盲用點字印表機之列印動作程序與有效控制傳動系統之目的如圖 9 和圖 10。
3. 由於點字印表機需以衝擊列印凹凸之點字，系統所衍生之振動與噪音相關問題將是未來研究探討與改善之重點，此外配合定位與衝擊頭時序提昇列印速度進一步提高點字列印品質亦是另一項研究重點。

六、參考文獻

- [1] K. C. Lee, "The Development of a Micro Stepping Control system," *Journal of Technology*, **11**(3), 343-353, 1996.
- [2] P. Nater, "Tactile graphics with the aid of a conventional braille printer," *Journal of Microcomputer Application*, **16**, 307-314, 1993.
- [3] Y. Oyama, T. Tajima, and H. Koga, "Character recognition of mixed convex-concave braille points and legibility of deteriorated braille points," *Systems and Computers in Japan*, **J79-D**(5), 727-736, 1996.
- [4] W. Hsu, J. Y. Huh, and Y. Zhang, "Synthesis of design from a design for assembly perspective," *Computer Integrated Manufacturing Systems*, **11**(1-2), 1-13, 1998.
- [5] N. Hu, X. Z. Guo, and I. N. Katz, "Bounds for eigenvalues and condition numbers in the p-version of the element method," *Mathematics of Computation*, **67**(224), 1423-1450, 1998.
- [6] 陳文良、陳建祥, "噴墨式印表機伺服控制器之設計與實作," NSC87-2212-E007-022, 1998.
- [7] 周微德, "步進馬達之迴授控制及其應用," 國立台灣大學電機工程學研究所碩士論文, 1995.

- [8] 華建智、葉豐輝、蔡慧駿、李經綸, "適應性類神經模糊控制系統於盲用點字印表機之應用," *自動控制研討會*, 294-299, 1998.

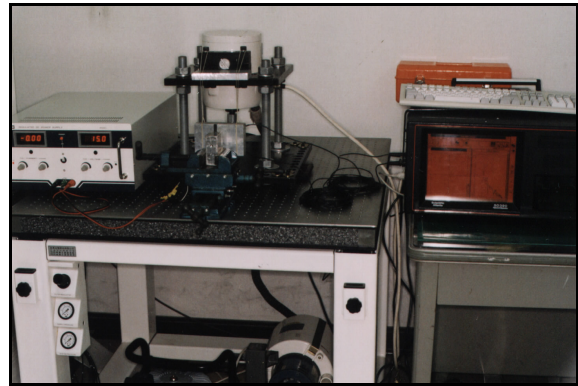


圖 1：印字力力量實驗機台

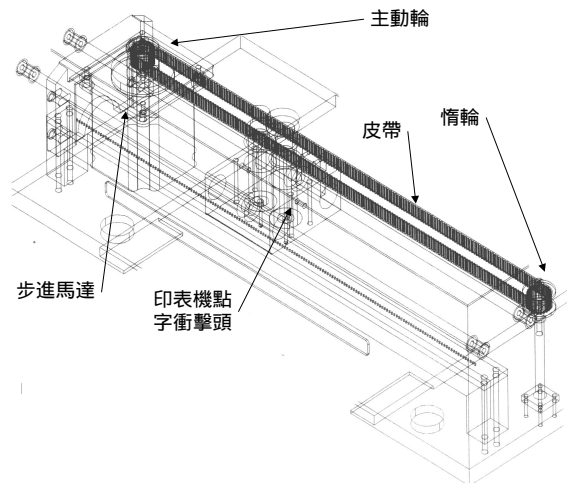


圖 2：盲用點字印表機傳動機構

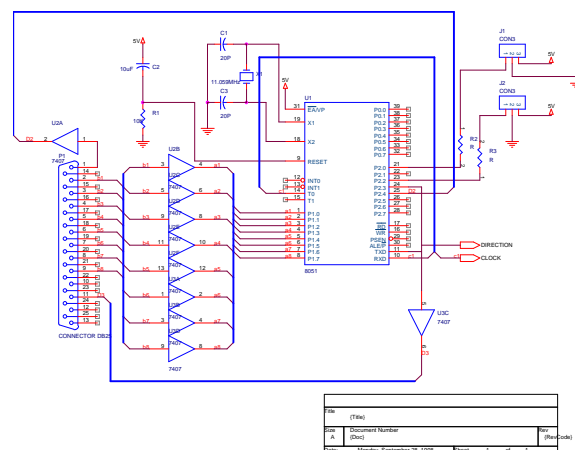


圖 3：控制系統線路方塊圖

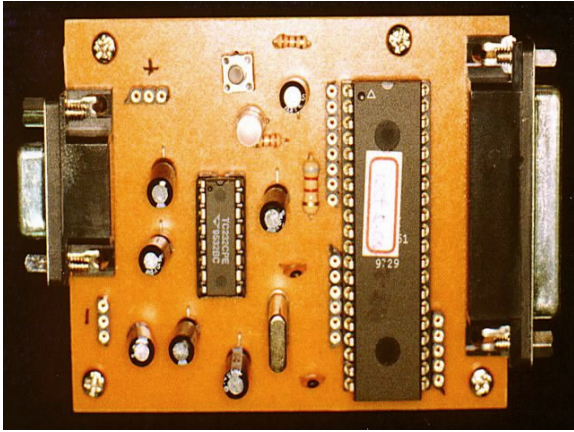


圖 4：控制器完成圖

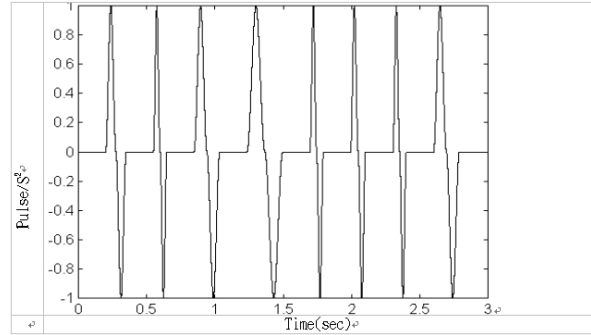


圖 8：傳動系統工作脈波加速度曲線(改善後)

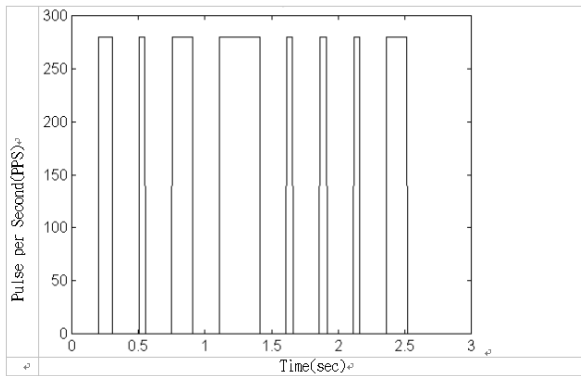


圖 5：傳動系統工作脈波速度曲線(改善前)

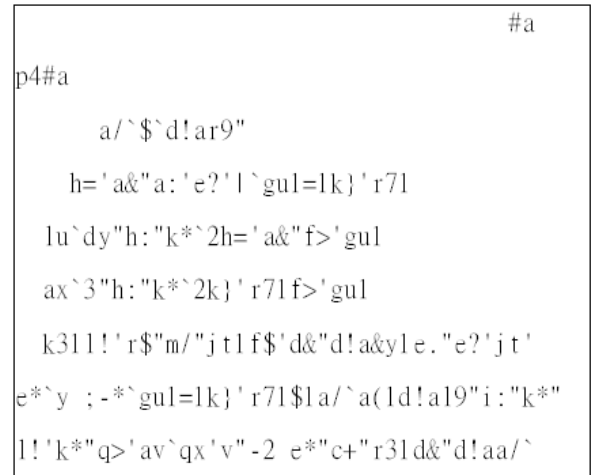


圖9：點字排版後之電子資料檔

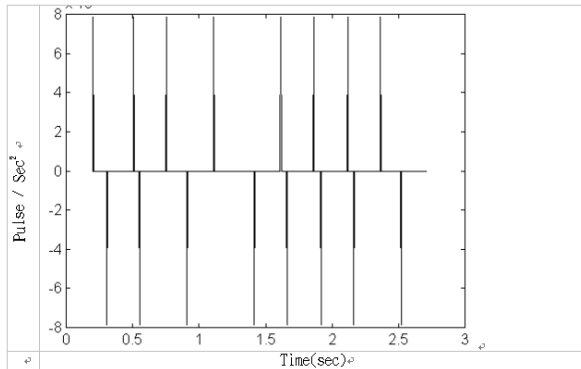


圖 6：傳動系統工作脈波加速度曲線(改善前)

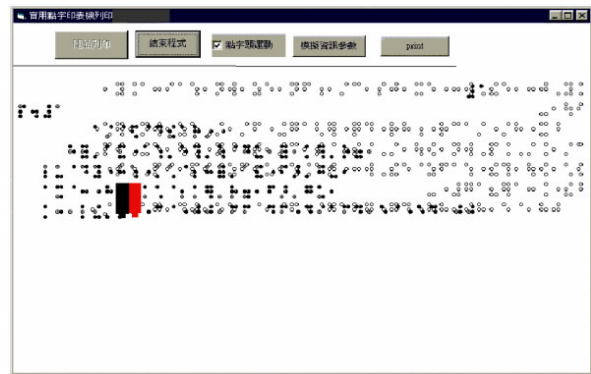


圖10：點字列印結果

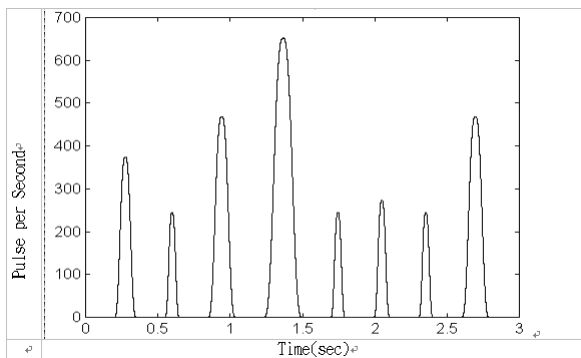


圖 7：傳動系統工作脈波速度曲線(改善後)