

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫三：提昇私校研發能量專案計畫-智慧型導盲系統暨 導盲機器人之設計(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2745-E-032-004-URD

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：淡江大學電機工程學系

計畫主持人：李揚漢

共同主持人：葉豐輝，翁慶昌，周永山

計畫參與人員：李世安、王侯禕、李雅鈴、王威文、劉哲瑋、何政昌、褚永誠

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 6 月 1 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

無線光通訊之智慧型盲人預警監控及導引網路系統

子計畫三：智慧型導盲系統暨導盲機器人之設計(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2745-E-032-004-URD

執行期間：93年8月1日至94年7月31日

計畫主持人：李揚漢

共同主持人：葉豐輝

翁慶昌

周永山

執行單位：淡江大學電機工程學系

中華民國 94 年 5 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

無線光通訊之智慧型盲人預警監控及導引網路系統

子計畫三：智慧型導盲系統暨導盲機器人之設計(1/3)

計畫編號：NSC 93-2745-E-032-004-URD

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

計畫主持人：李揚漢 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
共同主持人：葉豐輝 執行機構及單位名稱：淡江大學機械與機電工程學系
翁慶昌 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
周永山 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系

計畫參與人員：李世安 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
王侯禕 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
李雅鈴 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
王威文 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
劉哲璋 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
何政昌 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系
褚永誠 執行機構及單位名稱：淡江大學電機工程學系

Abstract

一、中文摘要

本子計畫第一年擬研製一套導盲杖導引系統(含指紋辨識演算法)與一個具有視覺功能之導盲機器人。在導盲杖的設計與實現上，本子計畫所完成的導盲杖導引系統可提供定點語音導引資訊，而且將來可與所設計的指紋辨識演算法以及校園之門禁監控系統結合，讓盲人可以利用指紋辨識方式進出門禁區域。在機器人的設計與實現上，本子計畫所設計完成的機器人具有全方位移動的底盤機構與全方位的視覺系統。全方位移動底盤讓機器人的移動更靈活更有機動性。全方位的視覺系統讓機器人可以同時擷取機器人四周的環境資訊，可以增加機器人導盲時的安全性。未來本子計畫將整合導盲杖與機器人的設計，亦將整合其他子計畫來實現安全導引視障人士在校園內走動的構想。

In the first year, a blind-guide cane system (including a fingerprint verification algorithm) and a vision-based robot are designed and implemented. The blind-guide cane system that we have developed can provide the visual impaired persons with useful audio-guiding information at several reference sites in the campus. In addition, it can be integrated with the proposed fingerprint verification system and the in-campus monitoring system to facilitate the visual impaired persons' entrance of the gates. In the robot design, an omni-directional mechanism and an omni-directional vision are constructed so that the implemented robot can move in any direction and acquire the environmental information for securing the robot's motion. In the future, we will integrate the blind-guide cane system, the omni-directional robot as well as the systems developed by the other projects in order to help the blind to move safely in the campus.

二、計劃緣由與目的

本子計畫之總計畫擬結合校園視障人士資源，建立智慧型導盲系統(blind-guide system)，首先根據校園內安全區域及非安全區域之評估，作為此系統設置之規畫與考量，設計導盲杖導引系統，結合語音資料庫，提供視障人士行動安全語音資訊之服務。另外，研擬設計導盲機器人，以無線光、低功率、低耗電量為目標，配合攝影機、感測器之設置或應用其他特殊有利之特性(millibot specific)，例如團隊方式之派遣，以克服不同環境之障礙，達成導盲之任務。此外，本子計畫之總計畫亦希望能整合目前已制定之 IEEE 802.15.4, smart dust, optical wireless, 無線光通訊網路系統(optical sensor network), 以期完成一智慧型無線導盲預警監控網路系統，提供視障人士行動之服務。而應用機器人巡邏網路，除了可以減少人力與物力，更可增進視障人士在校園行走之安全。

本子計畫擬研製一套導盲杖導引系統與一個具有視覺功能之導盲機器人團隊。所要完成的導盲杖導引系統不僅可提供定點語音資訊，例如叉路路口資訊或位置訊息(新工館到了)，而且可結合指紋辨識系統與校園之門禁監控系統，以便盲人利用指紋辨識方式進出門禁區域。計畫第一年的目標為製作可提供定點語音資訊的導盲杖導引系統以及研擬出一套指紋辨識演算法。而所要完成的導盲機器人則預期能在複雜的環境中由視覺與無線光的導引來做移動與引導視障朋友；或藉由無線網路的即時影像傳遞在非導盲的情況下來執行校園巡邏的保全工作。由於在校園環境中常有許多無法預期的障礙物存在，如何應用導盲機器人來架構環境安全的危害預警系統與應變處理系統是保障視障朋友安全的重點。因此，本子計畫擬研製能在複雜的

動態環境中，引導視障朋友安全到達目的地的導盲機器人團隊。導盲機器人團隊能發揮群體合作的能力，依照實際環境的差異協調出最適當的導盲機器人，由無線光的導引與領航到現場引導視障朋友安全到達目的地。而不需導盲的機器人則團隊分工負責巡邏校園來增加校園內的安全。在計畫第一年之機器人的設計與實現上，主要的目標是機器人的主體製作與機器人視覺系統之研製。

三、研究方法與成果

本子計畫在導盲杖導引系統的設計與實現上，如圖一所示，包含導盲磚、導盲杖以及一語音播放主機。導盲杖尾端會不斷地發射訊號，當導盲磚接收到導盲杖的觸發訊號時，會回傳一訊號開啟主機，播放路口資訊指引盲胞，如圖二所示。細節分別敘述如下。

導盲磚的部份，我們選擇採用125KHZ頻帶的RFID標籤作為各路口的辨識依據。在每個RFID標籤中，燒入一組代碼，代表淡江大學校園內的一個據點(這組代碼長度為64bits，因此可依照這個方式佈建在校園內的 2^{64} 個據點)，然後將RFID標籤嵌入導盲磚中，以防水瓷土密封。

當導盲磚接收到柺杖端的觸發訊號，導盲磚中的被動式RFID的感應線圈會產生一感應電動勢，經穩壓電路將標籤內的代碼回傳至柺杖端作判斷[1-2]。整個柺杖端與導盲磚溝通的動作原理如下。參考圖三，當柺杖上電源打開時，系統會先讓喇叭嗶兩聲且紅、綠LED交互閃爍，以確認電路無誤，接著由MCU(89C2051)發出一個載波的致能信號(Carrier enable)，使得Read/write base station IC(U2270B)輸出125KHz之載波，並反覆偵測read/write base station IC (U2270B)的訊號。當read/write base station IC (U2270B)偵測到導盲磚內Transponder IC之代碼訊號時，會由read/write base station IC (U2270B)的第二腳輸出此代碼訊號。Transponder IC之代碼

訊號是由八組8bits的資料所組成，而以方波型式串列輸出，各個方波的高準位會有不同的間隔時間，這是由曼徹斯特碼所編製。因此只要知道高準位的維持時間，就可以知道接收到什麼資料。我們利用MCU(89C2051)內的TIMER功能來完成此工作，當接收到U2270B的第二腳輸出為高準位時，MCU(89C2051)會紀錄下TIMER 0的TH0和TL0到暫存器，當接收完八組8bits來自導盲磚的資料後，MCU(89C2051)會將這個資料轉換成二進制碼送給編碼器(HT12E)，透過無線傳輸傳送給主機，然後程式會回到起始位置反覆執行上述動作[3-8]。

掛在腰部的主機，當透過無線模組接收到柺杖端傳來的資料時，如圖四，主機端的MCU(89c2051)會根據所收到的代碼資料產生控制信號選取正確的路口資訊，控制語音播放單元，並透過耳機傳達給盲胞[7-9]。另外，我們也整合出一套指紋辨識演算法，預備將來以硬體實現，並與校園之門禁監控系統結合，以便盲人利用指紋辨識方式進出門禁區域。

本子計畫在導盲機器人的設計與實現上，所設計完成的機器人如圖五所示。在機器人的底盤設計上[10-14]，我們設計一個全方位移動的四輪裝置，讓機器人可以往任何方向移動，其可以增加機器人移動的靈活性。在機器人視覺系統設計上[15-17]，我們在機器人的上方裝設一個全方位影像系統來讓機器人能夠取得周圍的環境資訊（視障人士、導盲磚、障礙物等資訊），其包含一個雙曲面鏡與一個攝影機，雙曲面鏡在機器人的最上方，攝影機鏡頭朝向雙曲面鏡去擷取雙曲面鏡上的影像，全方位視覺系統的最大的優點與特色在於利用雙曲面鏡的特性，藉由光學反射的原理讓攝影機能夠同時擷取機器人四周的環境資訊，其水平可視範圍是360度，垂直可視範圍在俯角約-10至80度之間。其擷取影像如圖六所示，所以全方位視覺系統讓機器人比較沒有視覺上的死角，可以增加機器人在導盲時的安全性。攝影機會將全方位的影像擷取進來，透過影像擷取盒

將NTSC的數位訊號轉成USB2.0訊號傳送到主控電腦端做影像處理與分析。在影像處理辨識上，我們以物體的邊緣偵測搭配色彩辨識與顏色分離的方式搜尋判斷導盲磚的位置與方向。此外，本計畫搭配距離偵測的硬體感應方式來偵測物體的遠近距離以提高導盲機器人在環境中執行導盲任務時的應變能力與穩定性，如圖七、圖八、圖九所示。我們成功的把導盲磚從複雜的環境中辨識出來，未來只要配合導航的策略即可導引視障人士在校園內走動。

四、結論與討論

本子計畫所完成的導盲杖導引系統不僅可提供定點語音導引資訊，而且將來可結合指紋辨識系統與校園之門禁監控系統，以便盲人利用指紋辨識方式進出門禁區域。而本子計畫所設計的機器人具有全方位移動的底盤機構與全方位的視覺系統。全方位移動底盤讓機器人的移動更靈活更有機動性。全方位的視覺系統解決一般攝影機無法同時擷取到機器人四周的環境資訊的缺點，讓機器人比較沒有視覺上的死角，可以增加機器人導盲時的安全性。由於光源的強弱會影響影像辨識的準確率，未來將加強此部分來讓影像辨識更具強健性。未來亦將配合導盲杖的導航策略，如圖十，與其他子計畫以實現導引視障人士在校園內走動的構想。

五、參考文獻

- [1] 周湘琪/譯，「RFID技術與應用」，日經BP社，2004年9月初版。
- [2] 鄭同伯，「RFID EPC 無線射頻辨識完全剖析」，博碩文化，2004年11月初版。
- [3] 盧明智、王地河、范俊杰，「邏輯設計與思考實驗」，高立圖書有限公司，1998年6月15日初版。
- [4] 盧明智、盧鵬任，「感測應用與線路分析」，全華科技圖書股份有限公司，1999年5月初版五刷。

- [5] 楊明豐,「8051 單晶片設計實務」, 碁峰, 1998 年 5 月初版。
- [6] 陳益良、唐和誠、彭慧美、沈雍超, 「MCS-8051 單晶片入門與實習」, 高立圖書有限公司, 1999 年 6 月 10 日二版四刷。
- [7] 曾佰祥、趙吉興、何政昌,「第五屆全國大專校院學生創意實作競賽系統設計說明文件_盲之眼」, 南台科技大學, 2004 年 5 月 13 日。
- [8] 廠商資料手冊: U2270B、DS1232、PC827、HT12E、HT12D。
- [9] 楊明豐,「8051 單晶片 C 語言設計實務」, 碁峰, 2004 年 3 月初版四刷。
- [10] L. Husng, Y.S. Lim, D. Li, and C.E.L. Teoh, "Design and analysis of a four wheel omnidirectional mobile robot," *International Conference on Autonomous Robots and Agents*, 2004.
- [11] K.S. Byun, S.J. Kim, and J.B. Song, "Design of a four-wheeled omnidirectional mobile robot with variable wheel arrangement mechanism," *International Conference on Robot & Automation*, 2002.
- [12] M. Wada and H.H. Asada, "Design and control of a variable footprint mechanism for holonomic omnidirectional vehicles and its application to wheelchairs," *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 15, no. 6, 1999.
- [13] R. Holmberg and O. Khatib, "Development and control of a holonomic mobile robot for mobile manipulation tasks," *International Journal of Robotics Research*, vol. 19, no. 11, pp.1066-1074.
- [14] H.B. Zhang, K. Yuan, and J.D. Liu, "A fast and robust vision system for autonomous mobile robots," *IEEE International Conference on Robotics, Intelligent Systems and Signal*, pp.60-65, 2003.
- [15] J. Bruce, T. Balch, and M. Veloso, "Fast and inexpensive color image segmentation for interactive robots," *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, vol. 2, 2061-2066, 2000.
- [16] T. Matsuoka, and A. Motomura, and T. Hasegawa, "Real-time self-localization method in a dynamically changing environment," *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, vol.2, 27-31, 2003.
- [17] C.F. Marques and P.U. Lima, "Vision-based self-localization for soccer robots," *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp.1193-1198. 2000.

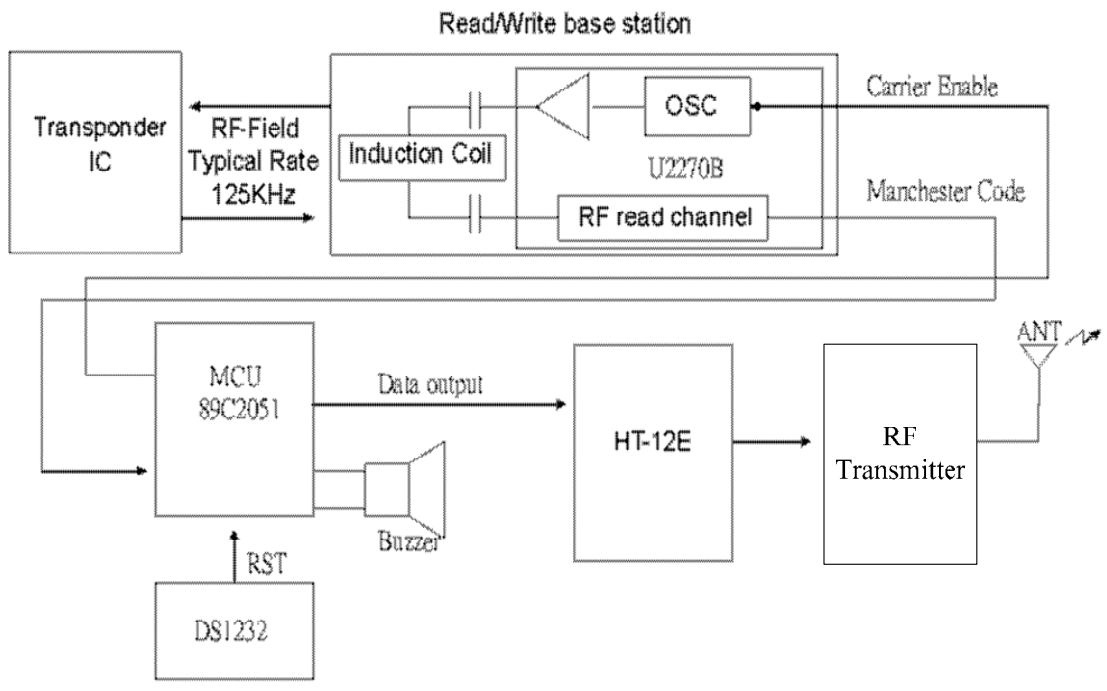
六、圖表



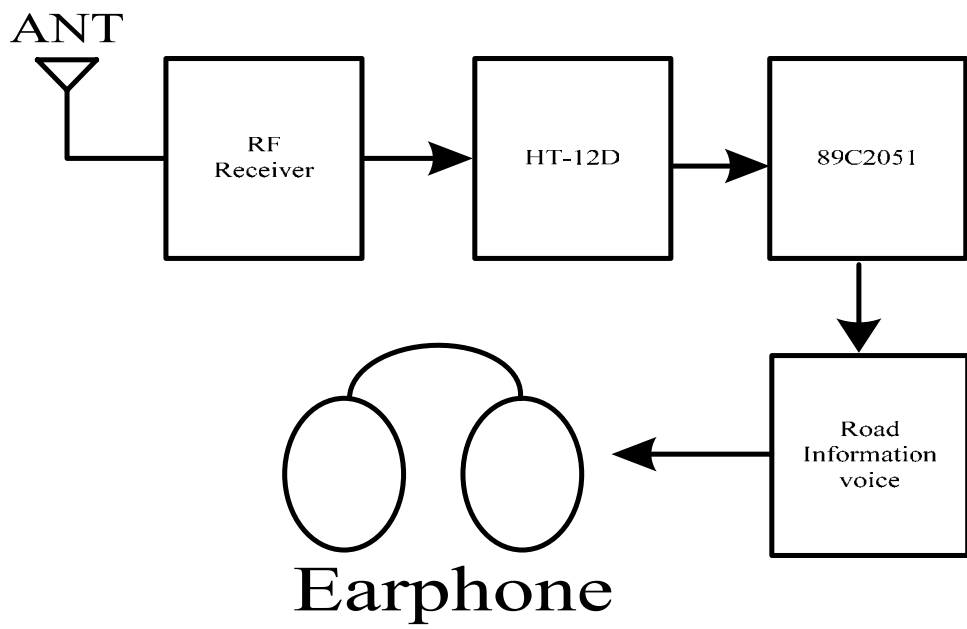
圖一、導盲杖導引系統



圖二、人與導盲杖導引系統



圖三、拐杖端的硬體方塊流程圖



圖四、主機端的硬體方塊流程圖



圖五、導盲機器人



圖六、全方位影像



(a)



(b)

圖七、(a)有導盲磚的全方位原始影像。(b)導盲磚的影像辨識結果。



(a)



(b)

圖八、(a)有導盲磚的全方位原始影像。(b)導盲磚的影像辨識結果。



(a)



(b)

圖九、(a)有導盲磚的全方位原始影像。(b)導盲磚的影像辨識結果。



圖十、導盲杖導引系統與導盲機器人之整合