

34. 多重用途模組化機器人系統

蘇國嵐 助理教授、郭智宏、蕭勝文、蕭智煒、巫信輝
國立雲林科技大學 電機工程系
電力電子學與永續能源技術研發中心

摘要

本論文以設計一個適用於多用途之模組化移動機器人系統，此機器人之結構為圓柱體，其直徑8公分圓形而高度約為20公分，其主控制器為MCS51系列晶片，並且以多用途應用(娛樂、保全及教育)為設計訴求，並採用模組化標準介面連接方式，而設計了具有路徑規劃、無線遠端監控、環境偵測、群組運動介面、中文語音樂會介面、電子羅盤回路及自動避障巡邏等功能，並採用低成本及組合容易之統一介面，不僅如此，另外將不同實驗模組結合後，可搖身一變成為娛樂型機器人或保全機器人，最後我們測試此娛樂機器人之運動功能，包括無線遙控和路徑規劃等功能擴充應用於象棋娛樂生活之中。

關鍵詞：模組化移動機器人、無線遠端監控、群組運動介面、娛樂型機器人

便於規劃以及管理，群體中的各個機器人唯一目的，就是解決使用者給予的任務，以“任務”為目的的機器人群組，發展出一套方式，當各個機器人接受到任務時，機器人會懂得應該如何去分配人力資源，讓能源效益能提昇[6]，而給予所有的機器人各個不同目的地，讓各個機器人經由相互間的溝通後，能到達目的地而且各個機器人在行進過程中，不會相互干擾或撞擊[7]，讓群組機器人選出一個領導者，負責收集所有機器人送回來的訊息與傳送給其他機器人的命令，各自機器人都會搭載著不同的感測元件，能觀察不同的環境[8]，讓各自機器人們都擁有相同的使命，並且發展出一套人機介面，讓使用者透過此介面後，操控著群組機器人，共同完成這一件使命[9]，本論文在基於以上文獻資料探討下，找到一簡單而適合於娛樂之應用層面，並利用我國之象棋藝術，將此機器人應用於象棋之場合，使人文藝術和科技可以作深層之結合，並作為發展群組機器人技術之起步。

2 機器人設計概念

1 前言

由於自動化科技之提升，為了要提高工作效率與經濟效應，緩慢的人工生產能力逐漸的被又快又準確的機器取代了，在各種不同的自動化機器一再問世後，人們對機器的要求水準也跟著提升，於是越來越多事物都強調智慧型與自動化，所以發展機器人技術是一種高度智慧型與自動化整合之產物。

正當智慧型機器人的應用愈來愈多，各式各樣關於智慧型機器人的研究技術越來越成熟；初期的機器人都偏向於工業、太空、軍事等，然而隨著智慧型機器人的發展與進步，有關替人類服務性質的智慧型機器人漸漸的被重視與研究，例如運用於辦公室：幫辦公室員工傳遞公文，帶領訪客參觀辦公室等。類似的智慧型家用機器人已經被不少單位開始重視研究[1-5]。可是在繁忙和快速的社會生活中，機器人可以加速生產，可是機器人也可以舒解緊張之生活，所以娛樂機器人變成另一個發展之主流。所以本設計團隊秉持此一訴求，希望開發出一款集聚教育意義、娛樂性質的小型機器人。然而在設計機器人時體認到現今的機器人發展多半以價格昂貴的機構與高階核心處理器來設計機器人，依此方向開發的機器人雖然富有較強大的反應功能，不過都因價格過於昂貴不易被大眾接受，而導致無法提升機器人之相關商品在市場上的普及度，因此，在作品開發過程中我們將「低成本」列為設計時的重要標的。

而對於群組式機器人的研究，雖然為數不多但也已經有相關的研究理論一一的被發表，為了使群組機器人

主要由AT89S51微控制器作為本機器人的控制核心(如圖1所示)，而使用NRF905無線RF收發模組作為通訊介面；接著由3組紅外線感測器模組作為機器人自走模式的避障感測元件，機器人運動驅動部分，則由2組直流馬達相關驅動電路，在這裡搭配TOSHIBA的TA7291P馬達控制晶片，作為調整機器人驅動機動性的最佳工具，最後由簡便且易更換的機器人充電電源裝置，作為機器人的鋰電池個別補給供電的來源，當然也可以由外界提供AC110V之電源，以利於常期實驗方便之用。

機器人的硬體架構主要可分為兩大類，為『保全版機器人』與『娛樂版對打機器人』，機構部分為使用機座為直徑8cm的圓盤，以兩個直流馬達搭配齒輪帶動輪圈旋轉，前後方各有一組舵輪機構防止機身傾倒，機器人的高度約為20cm。而兩版機器人硬體電路希望以模組化方式設計，特色是可互相通用與組裝容易，以達到一機多用的目的，以及組裝容易之特色。機器人各模組的組裝完成架構如圖2及圖3所示，圖2所示為此機器人之示意圖，圖3所示為機器人在象棋娛樂應用中之完成圖，在此針對不同之棋子(機器人)，分別給予不同之編碼位址。

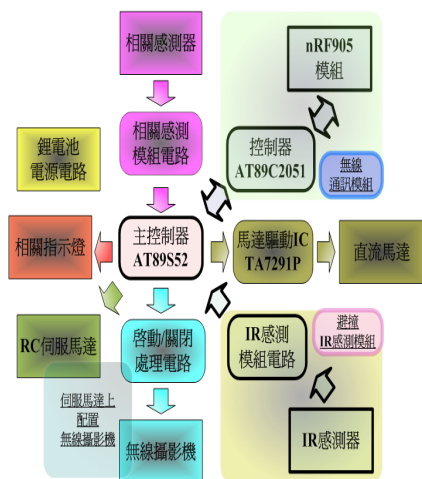


圖1 機器人硬體架構圖

另外使用光學編碼器(Encoder)模組來執行機器人之路徑規劃，其裝置示意圖如圖4所示，經由光感測器CNY70感測貼在輪圈上黑白相間的計數圓盤，當馬達帶動輪圈轉動時，光學編碼器模組電路將產生方波訊號，利用控制器的外部計數功能計數此信號，既可達到低成本計數機器人行走路徑之目的。

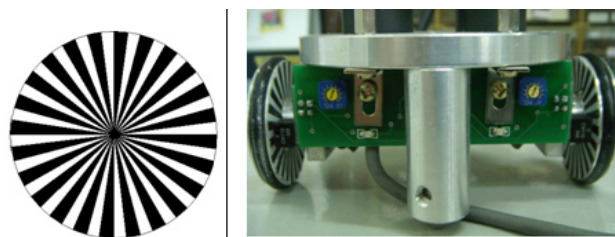


圖4 光學編碼器模組

多功能教育機器人除了可由中心監控電腦控制外，還可由無線簡易遙控器來做功能控制，在這裡如圖5所示，機器人驅動方向控制方面由4x3的簡易薄膜鍵盤，數個控制功能的按鍵控制機器人的驅動行進方向及相關功能控制，由無線RF(NRF905)發射及接收通訊模組，進行傳輸控制機器人的功能訊號，除此之外此無線遙控器可以接收機器人所回傳之數位信號，並經由發光二極體予以顯示出來。

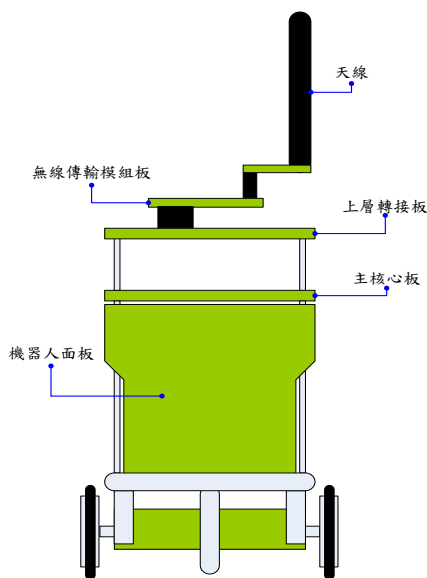


圖2 機器人架構示意圖

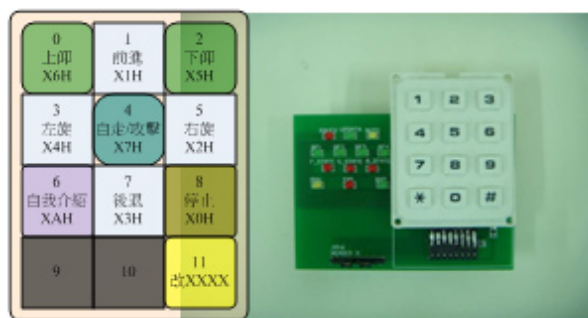


圖5 無線遙控器

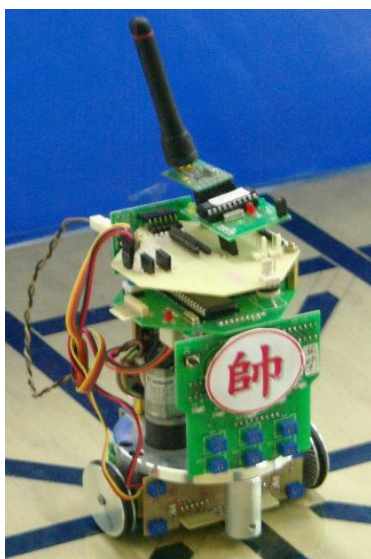


圖3 機器人成品圖

表1 各模組之使用狀況表

	對打版機器人	保全版機器人
主核心板	共用	
電源供應板	共用	
上層轉接板	共用	
語音IC模組板	共用	
無線傳輸模組板	共用	
燒錄線	共用	
機器人面板	獨立	獨立
ENCODER板	無	有

接著將兩版機器人的硬體電路之使用概況劃分如表1所示，至於各模組之功能如下所述。

- 主核心板：掌管機器人動作的處理核心。
- 電源供應板：提供機器人電力的來源，可分別輸出12V、8V及5V*2組的電壓至機器人系統。
- 上層轉接板：機器人的機構為直徑8cm的圓盤，相對

的無法裝載所有元件，因此透過此板將線路轉接至上層。

- d. 語音IC模組板：機器人的發音工具，可依需求發出中英文語音。
- e. 無線傳輸模組板：為機器人端與主控端無線資料傳輸的收發工具。
- f. 燒錄線：機器人應用在教育用途時的晶片燒錄工具，配合燒錄軟體可對主核心板上的AT89S52單晶片進行程式燒錄動作。
- g. 機器人面板：可分為兩版，娛樂對打版機器人的面板有光敏電阻模組(配合發光元件如白光LED與另一台娛樂版機器人就可進行對打遊戲)；保全版機器人的面板有紅外線避障模組，在自行走運動模式時，就可自行閃避障礙物而移動。
- h. 編碼器驅動板：可應用於機器人行走路徑的距離計算，分別刻有放射狀之黑白條紋。

3. 介面系統

在此機器人系統中，使用了非常穩定的無線RF通訊模組，如圖6所示，作為群組機器人與主控端監控電腦間或無線遙控器的無線通訊平台，而這穩定的無線通訊模組，是由GFSK(Gaussian frequency shift keying)調變的NRF905模組與一組控制器AT89C2051所架構成，其中NRF905模組是由Nordic公司所生產的無線通訊晶片，為一具備半雙工通訊模式的無線通訊模組，以曼徹斯特編碼(Manchester Encoding)方式進行二進制編碼，可進行傳送資料或是接收資料的傳輸模式，NRF905模組除了具備433 MHz /868 MHz /915MHz的3段通訊頻段可供選擇外，低工作電壓、消耗功率小的特性也是其選擇的關鍵，其抗干擾能力強以及最遠的通訊範圍為300公尺(空曠範圍下)等特性，更是作為小型機器人系統中無線通訊模組的最佳選擇。

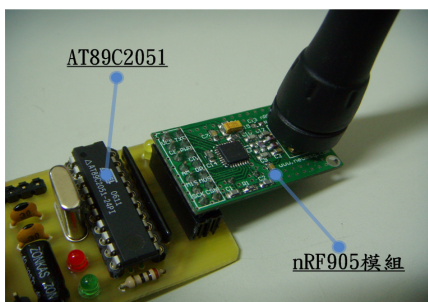


圖6 無線RF通訊模組

在此娛樂機器人系統中，為了提高娛樂之交互性，當運作的機器人要執行動作時，會以中文語音說明所要執行之動作。在本系統中所使用的語音IC型號為SD178A，這是一款能將輸入中文文字及英文字母轉換成語音輸出的單一晶片處理器。SD178A內建30 bytes 資料緩衝器，輸入的中文Big5 碼或ASCII 碼經由SD178A的輸入接腳接收並暫存於該緩衝器。SD178A會自動將緩衝器內的資料即時的轉換成高品質語音輸出，並清除已轉換完成的資料，以便輸入文字能持續不斷的送入緩衝器內。此外SD178A 也提供數種功能命令碼供使用者應用，如停止撥放、暫停撥放、重新啟動，及調整文字間靜音時間長度等，此中文語音模組完成品如圖7所示。

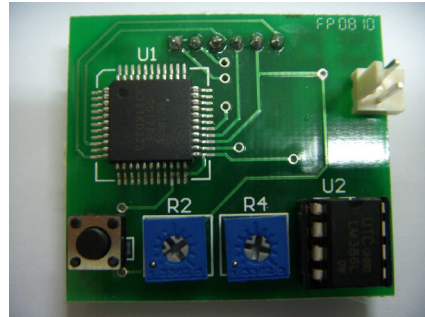


圖7 中文語音模組

本程式兼具教育與遊戲，並加入Microsoft Agent(精靈)以增加遊戲的生動性，棋子移動時Agent會顯示棋子移動的狀況一開始使用者可以設定通訊規格，以配合實體機器人之通訊規格，與機器人通訊時，會顯示傳送出去的資料，跟回傳的資料，如此可確認資料是否收發正常程式已將象棋基本規則加入，因此各棋子必須按象棋規則才能移動，如馬走日，象走田，士僅能在中心田字區域移動等下棋時，使用者直接點選棋子，並移動到目的區域即可，並且當一方走完時，必須等另一方走完後才可走下一步，其棋盤介面如圖8所示。

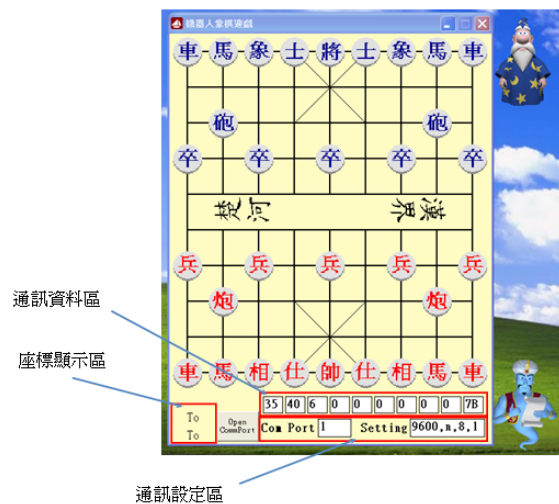


圖8 象棋娛樂之監控介面

4. 實驗結果

首先我們執行此機器人之遙控功能實驗，使用者以無線通訊模組發送各種控制命令進行控制，將其實驗結果之過程如圖9所示。使用者由電腦端下達命令給予機器人，由圖9 (a)-(d)的依序圖片中可知，以無線通訊方式下達前進、右旋、左旋的驅動控制命令。當機器人接收到任何命令時，則會執行其相關動作，透過這些驅動功能使各個機器人能在有效通訊範圍內，隨意由使用者控制前往欲探索的環境(理論上為300公尺左右)。所以我們只要事先由監控端設定好各個棋子(機器人)所要執行之動作，就能夠控制該棋子(機器人)移動至所指定之位置。

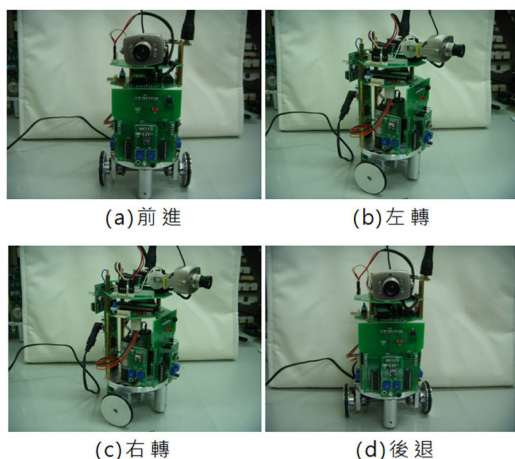


圖9 機器人之無線驅動控制

接下來實驗所展現的功能，是測試機器人所搭載的光學編碼器模組之準確性，以及執行路徑規劃之能力。以自製的機器人實驗平台作為測試，使用者透過電腦端對小機器人，以無線通訊模組發送各種控制命令至機器人，使機器人往前行走20公分後，右旋90度，之後再往前行走5公分，然後比較其誤差。其實驗結果如圖10所示。在此機器人輪子的直徑為4.3公分，因此可得到輪子行走一圈的距離為13.5公分，而附於輪子兩旁的光學編碼器模組之最小單位是15度，因此可以得到在最小單位下所行走的距離是0.5625公分，整個路徑的規劃為向前行走20公分後，右旋90度，之後再往前行走5公分，並觀看實驗結果。在經過多次實際測試的過程中，會發現有些微的誤差存在，誤差值大多在0.2~0.4公分之內，皆屬可接受的範圍之中。

在象棋對弈之實驗中，一般以“楚河/漢界”為分隔區，一邊為黑棋，另一邊為紅棋，在此實驗中，使用者雙方可以在顯示螢幕上對弈，而對應之機器人就會依照棋盤中棋子之移動而產生相對應之運動，如圖11所示，在圖11(a)中，使用者在顯示幕上移動“帥”往前一步，則棋盤中“帥”(機器人)便會根據命令而往前移動一步後便停止，當然是利用光學編碼器計數一格之距離所需要的脈波數。

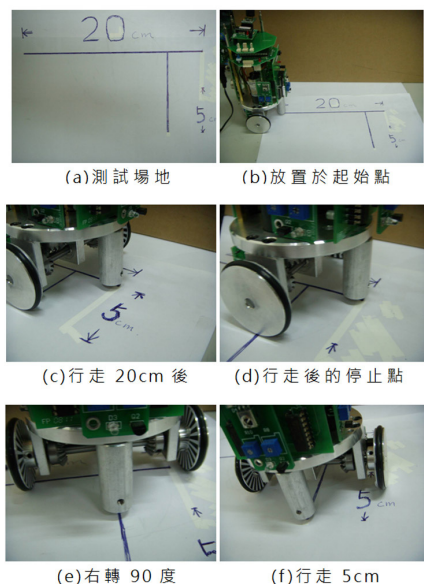


圖10 路徑規劃實驗結果

另一個實驗為“炮”之動作，在此實驗中，“炮”往右移動，在此棋盤機器人之動作中，此動作如圖12(a)-(b)所示，首先“炮”機器人會先以中文說明所要執行之動作，然後右轉90°，如圖12(c)所示，隨後執行前進之動作，一直往前運動至所設定之位置後停止，如圖12(d)所示，然後再以中文語言說明所要執行之動作後，再往左轉90°後便停止，此實驗結果如圖12(e)所示。

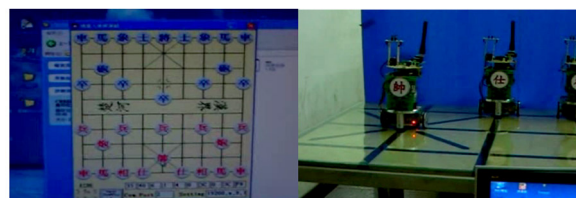


圖11 象棋娛樂之實驗結果(一)



圖11 象棋娛樂之實驗結果(二)

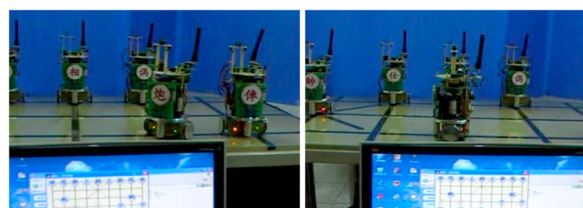


圖11 象棋娛樂之實驗結果(三)



圖11 象棋娛樂之實驗結果(四)

圖12 象棋娛樂之實驗結果(二)

5. 結論

本論文主要由數個具備無線傳輸介面、無線驅動控制、路徑規劃功能以及自動避障巡邏等…功能的小機器人所組合而成，並執行群組運動之功能，基於無線RF通訊平台下，可由無線遙控器與主控端電腦，對群組機器人下達相關之控制命令，也可從主控端電腦能下達所規劃之路線與群組之動作，經過距離的計算與回傳，即可清楚的了解機器人的所在位置。中文語音的加入拉近了機器人與使用者的距離，使用語音的方式告知所要執行之動作，大大的提升此系統的娛樂性。在未來研究方向中主要分成兩個部份，一為提升機器人之路徑規劃和自我定位之功能，另一為電腦自動下棋之人工智慧程式。

誌謝

本研究承蒙經濟部工業局之補助 “98年度智慧型機器人產業發展推動計畫-協助業界產品開發輔導” 計畫，在此特表感謝之意。

參考文獻

- [1] aito M., Takahashi Y., Sankaranarayanan A., Ohmachi H., Marukawa K., “A Mobile Robot Testbed with Manipulator for Security Guard Application,” IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol. 3, pp.2518-2523, 1995.
- [2] Kajiwara T., Yamaguchi J., Kanemoto J., “A Security Guard Robot Which Patrols Map Information,” IEEE/RSJ International Workshop on Intelligent Robots and Systems '89. Tsukuba, Japan, pp.504- 511, 1989.
- [3] Takahashi Y., Masuda I., “A Visual Interface for Security Robots,” IEEE International Workshop on Robot and Human Communication, pp.123- 128, 1992.
- [4] Kajiwara K., “Development of a Mobile Robot for Security Guard,” Proceedings of 15th ISIR, Vol. 1, pp.271- 278, 1985.
- [5] Shimosasa Y., Kanemoto J., Hakamada K., Horii H., Ariki T., Sugawara Y., Kojio F., Kimura A., and Yuta S., “Security Service System Using Autonomous Mobile Robot,” IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics, Vol. 4, pp.825-829, 1999.
- [6] L. E. Parker, “Task-oriented multi-robot learning in behavior-based systems” , Proceedings of the 1996 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems , Vol. 3, 4-8 Nov. 1996 PP.1478 – 1487 .
- [7] L. E. Parker, B. A. Emmons, “Cooperative multi-robot observation of multiple moving targets” , 1997 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol. 3, 20-25 April 1997 PP.2082 – 2089 .
- [8] S. Carpin, L. E. Parker, “Cooperative leader following in a distributed multi-robot system” , ICRA '02. IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol. 3, 11-15 May 2002 PP.2994 – 3001 .
- [9] B. Trouvain, H. L. Wolf, “Evaluation of multi-robot control and monitoring performance” , 2002 Proc. 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 25-27 Sept. 2002 PP.111 – 116 .