

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

子計畫二：視覺系統、行為策略與控制電路之整合設計與實現(1/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-032-023-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：淡江大學電機工程學系(所)

計畫主持人：翁慶昌

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中精簡報告
中型機器足球系統之設計、研製與競賽 - 子計畫二：
視覺系統、行為策略與控制電路之整合設計與實現(1/3)

計畫編號：NSC 92-2213-E-032-023

執行期限：92年8月1日至93年7月31日

主持人：翁慶昌 淡江大學 電機工程學系

一、 中文摘要(關鍵字：機器足球賽，足球機器員，機器視覺，行為策略。)
本計劃的主要目的是在三年規劃期間有系統的製作中型足球機器員與完成一個可進行4對4機器足球賽的中型機器足球系統。本計劃擬從視覺系統、行為決策、與控制電路等三項來規劃實現中型機器足球系統，並與其他子計劃分年度進行1對1、2對2、與4對4機器足球賽，從競爭與合作過程中建立總計劃之最佳的軟硬體架構。在第一年，我們已完成一台可以處理球場部分資訊以及具備一些行為反應能力的第一代自主性視覺足球機器員。目前所實現的機器人已具有到達定點、找球、避障等比賽所需具備的基本行為動作。

英文摘要(Keywords: robot soccer game, soccer robot, robot vision, behavior strategy)

The main purpose of this project is to design and implementation a robot soccer system for middle-size RoboCup. Three topics about vision system, behavior strategy, and control circuit are considered to design this system. This project is organized three years. One-to-one, two-to-two, and four-to-four robot soccer games will be organized such that the three subprojects can compete with each other in the three years. An optimal software and hardware of robot soccer system will be proposed from the process of the competition and cooperation with the other subprojects. In the first years, we design and implement an autonomous soccer robot, which has the fundamental abilities to play soccer. The implemented soccer robot can move to the assigned position, find ball, and avoid obstacles.

二、計劃緣由及目的

世界上一些頂尖的科學家們正在努力的實踐“人型機器人與人類進行正式的世界盃足球競賽”這個夢想，他們預計在西元 2050 年能實現這個計劃。目前在機器人學與人工智慧的蓬勃發展之下，人類要機器人能完成的事情不再只是簡單而重複的動作，而是期盼機器人能有獨立思考的能力，能自行完成高度複雜性的問題。在 1992 年，加拿大不列顛哥倫比亞大學的 A. Mackworth 教授撰寫一篇“On Seeing Robots”論文[1]，內容中提到了機器人足球競賽的構想。日本學者立即對這一想法進行了系統的研究和可行性分析，並在 1993 年由 M. Asada、H. Kitano 和 Y. Kuniyoshi 等著名的學者創辦了“世界盃機器人足球競賽”(Robot World Cup Initiative, 簡稱 RoboCup)。同時，許多國際上著名的實驗室，如日本政府的電子技術實驗室(ETL)與美國卡內基-梅隆大學等著名的研究機構，開始將機器人足球競賽的研究作為主要議題，並且以此主題展開了許多相關系統的研究。終於在 1997 年時，國際上最權威的人工智慧系列學術大會：第 15 屆國際人工智慧聯合大會(The 15th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 簡稱 IJCAI-97)，機器人足球競賽被正式的列為人工智慧的一項挑戰。至此，機器人足球競賽成為人工智慧和機器人學新的標竿性主題。

中型機器人足球賽是目前機器人足球競賽其中的一個分項。中型足球機器員並不能以一個固定的公式來統合所有的可能發生的情況。中型足球機器員所討論的是一個真實的環境。而在真實的環境中，動態環境的變化以及複雜度使得人工智慧策略分析的困難度相對的提高。在中型足球機器員中，每一個機器人都擁有自主的人工智慧，再藉由傳球、卡位、隊形等相互合作的策略，讓一群機器人能發揮出更高的智慧行為。因此，本計畫所設計中型足球機器員將架構具有到達定點、找球、避障等比賽所需具備的基本行為動作[2-7]。在目前的成果中，我們已完成一台可以處理球場部分資訊以及具備一些行為反應能力的第一代自主性視覺足球機器員。我們將在第三節中介紹目前的研究方法與成果，並在第四節中做第一年進度的結論與討論。

三、研究方法及成果

本計劃主要是設計製作一台RoboCup中型機器足球員系統的自主機器人來尋找球、踢球。機器人必須在自行蒐集環境資訊的前提下，將足球帶到指定的球門裡完成比賽。開發中型足球機器人系統的前提為機器人必須能完全自主性偵測環境、自主分析資訊以及依照不同環境做出適當行為動作的目標。因而在此目標下，我們完成了一台中型機器足球員，如圖1所示。圖2為中型機器足球員的系統架構圖，目前機器人可以自行計算機器人位置坐標，然後朝電腦端指定位置方向移動。在中型機器足球員的實現上，我們以下列四部份做介紹：(1)機器人機構之設計與研製、(2)硬體與數位信號處理電路之研製、與(3)定位系統之設計、與(4)初期成果。其分別敘述如下：



圖 1.中型機器人示意圖

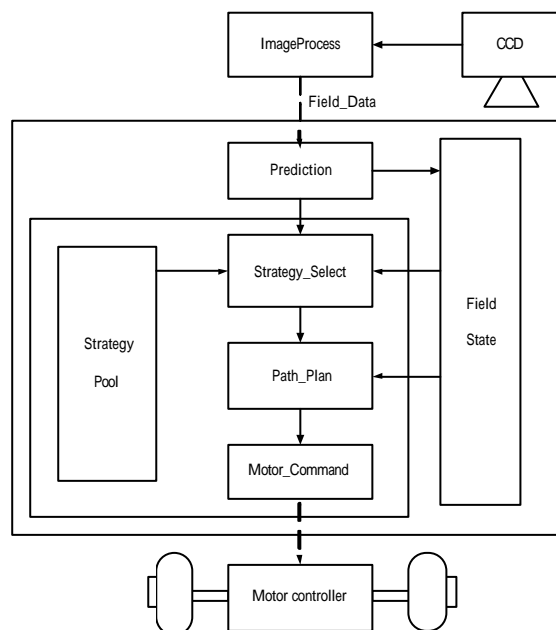


圖 2、中型機器足球員架構

3.1 機器人機構之設計與研製

本計劃所完成的中型機器人以威盛公司所開發的嵌入式主機板為控制核心搭配 Maxon 公司的馬達、全域性影像系統與 Nios 發展版來實現整體架構。為了提升機器人的操控性，所以我們考慮，車身機構設計必須輕小堅固耐撞。所以我們以鋁條及鋁板來加工完成，此中型機器人的尺寸為 40 公分(L)×40 公分(W)×80 公分(H)。表 1 是我們中型機器人所用到的設備表。

表 1、中型機器人配備表

名稱	產品
攝影機	EeRise MapCam 360
影像擷取卡	Matrox CronosPlus
主機板	VIA EPIA Nehemiah M10000 Mini-ITX
記憶體	Transcend 512MB DDR266 memory
硬碟	Hitachi DK23EB-20
無線通訊卡	BenQ AWL400
直流馬達	Maxon 110406

3.2 硬體與數位信號處理電路之研製

機器人主體是由一套嵌入式電腦主機系統與 FPGA 相關電路所組成的。在兩者之間的，我們以 RS-232 為二者資料傳遞的標準介面。機器人除了具有自主的環境處理能力之外。機器人處理完影像資料後，便會針對環境所辨識的結果做出對應動作。因此除了在策略端軟體的撰寫之外，各種應用電路的整合也是發展的重點。在電源供應部分，我們以 2 顆機車用電瓶當作我們的電源部分，可以提供整個比賽 30 分鐘所需的電力。在應用電路設計上，由於車子全身的重量為 13 公斤，所以在驅動電路部分，要機器人移動需要額外設計一個能提供大電流的馬達驅動電路來推動機器人移動。在其他電路方面搭配紅外線感測電路做避障、以及 RS-232 傳輸電路等相關電路來實現機器人的實體電路。

3.3 定位系統之設計

要讓一台機器人能夠完成比賽，需要很多感測器的配合。才能提供給策略端作判斷，而在策略端最需要的資訊一般就是我方機器人與球的位置資訊。因為在一個長×寬為 12 公尺×8 公尺的比賽場地上，機器人除了用影像辨識場上的色柱做定位的方式外，我們另外提出一個定位方法讓機器人從馬達跟電子指南針的資訊計算出機器人的位置資訊。當影像在比賽場上無法做機器人位置辨識外，還可以由 FPGA 得到機器人的位置資訊。圖 3 是我們所設計的操作介面圖。其使用方式如下：當我們在畫面中指定一點位置時，機器人將會依照目前的位置與移動目標之間的位置、角度關係，自主移動到指定位置之附近。

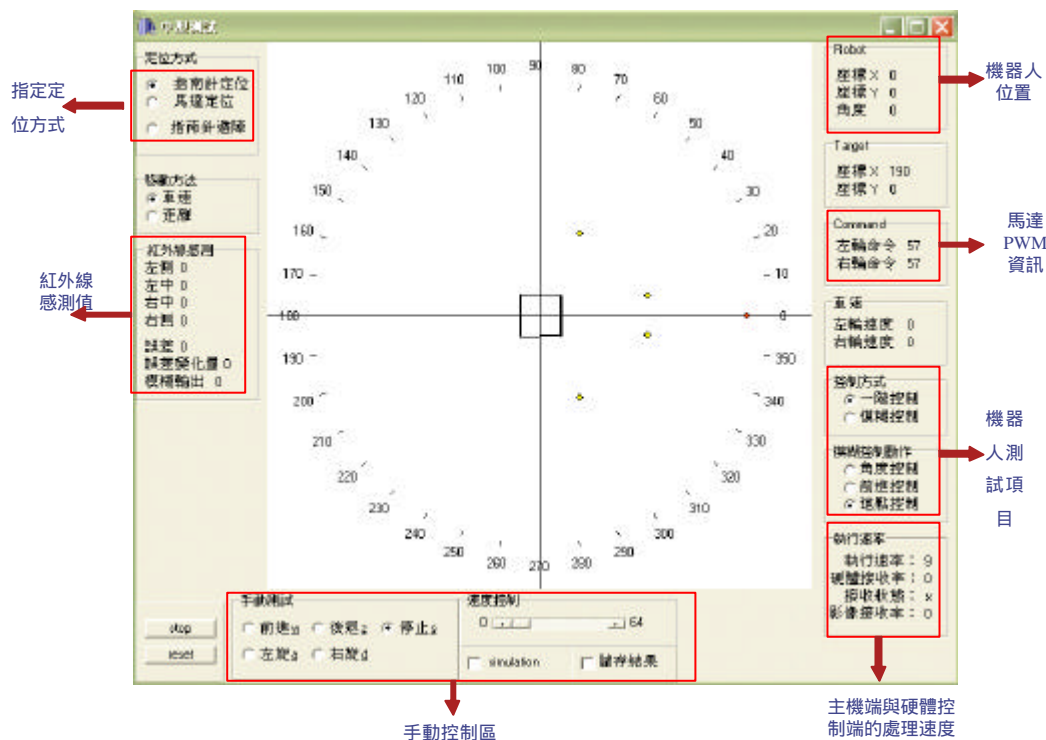


圖 3. 機器人操作介面

3.4 初期成果

圖 4~圖 6 是我們展示所實現的機器人在定位效果上的連續圖。其為機器人在固定三點位置移動之連續示意圖。圖 4 為機器人從場地上三個點的最上方 X 點位置移動到場地左方 X 點位置。圖 5 為機器人再從左方 X 點位置移動到右下方 X 點位置。圖 6 為機器人再從右下角 X 點位置移動回到原點位置的連續圖。由連

續圖可以看出機器人確實可以移動到所指定的位置，經過實際測試後發現機器人
可以都可以移動到所指定的位置附近，其可驗證所提方法與機器人的實現方式確
實有效可行。

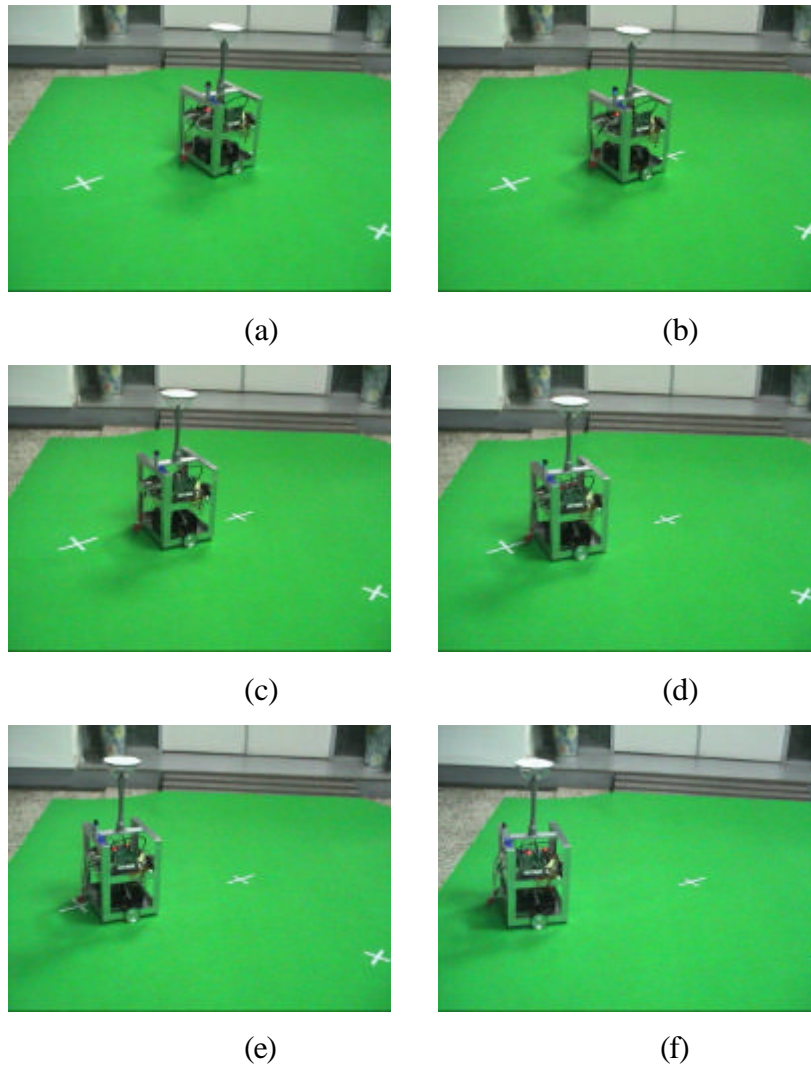
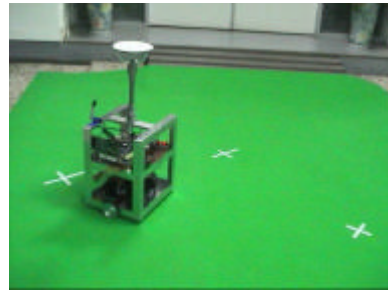


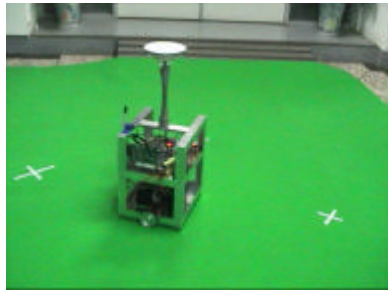
圖 4、機器人三點定位連續示意圖(1)



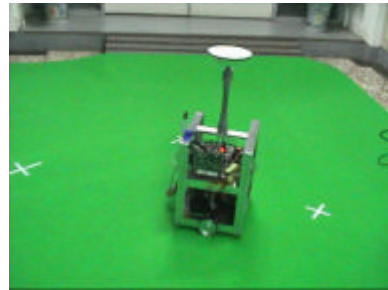
(a)



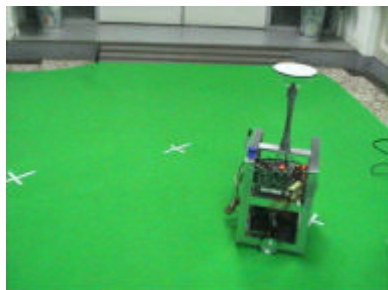
(b)



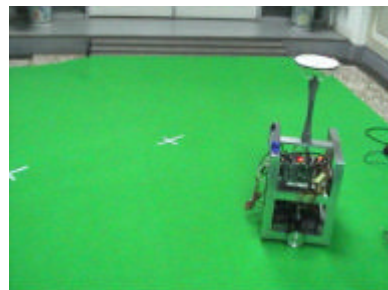
(c)



(d)

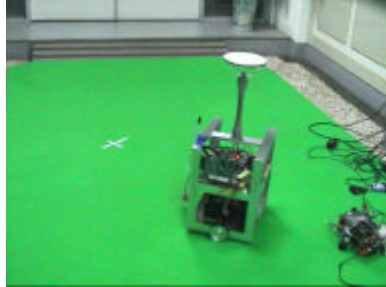


(e)

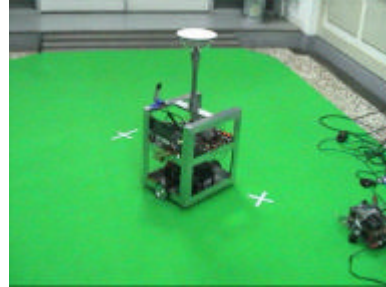


(f)

圖 5、機器人三點定位移動示意圖(2)



(a)



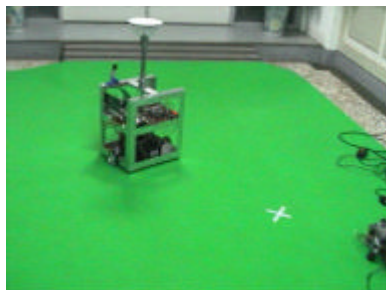
(b)



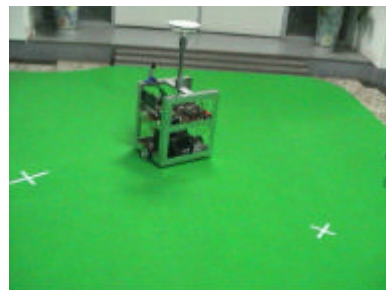
(c)



(d)



(e)



(f)

圖 6、機器人三點定位移動示意圖(3)

四、結論與討論

本計劃在第一年已完成機器人研製的大部分預期工作。我們將再加強單一隻機器人追球、找球的功能，並且依計畫原先的規劃參加「2004 台灣機器人足球大賽」之「RoboCup 一對一中型機器人足球賽組」(比賽時間：2004/11/19~11/20)，在比賽中與其他子計劃交流，並且分析各自的優缺點，提供第二年機器人製作以及策略規劃的參考，朝著參加 Robocup 世界盃中型機器人足球賽邁進。

五、參考文獻

- [1] A. Mackworth, "On seeing robots," *World Scientific Press Computer Vision: System, Theory, and Applications*, 1993, pp. 1-13.
- [2] M. F. Chou, "Design of robot soccer using the DSP controller," *Master Thesis, Department of Electrical Engineering, Tamkang University*, 2001. (In Chinese.)
- [3] W. G. Han, S. M. Baek and T. Y. Kuc, "GA based online path planning of mobile robots playing soccer games," *The 40th Midwest Symposium on Circuits and Systems*, vol. 1, 1997, pp. 522-525.
- [4] R. Toogood, H. Hao and C. Wong, "Robot path planning using genetic algorithms," *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 1, 1995, pp. 489-494.
- [5] K. Kostiadis and H. Hu, "Reinforcement learning and co-operation in a simulated multi-agent system," *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, vol. 2, 1999, pp. 990-995.
- [6] K. J. Lu, "Development and implementation of real-time visual servoing system for multi agent soccer robot systems," *Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, National Taiwan University*, 2001.
- [7] T. C. Karpati, R. D'Andrea and J. W. Lee, "Real-time visual perception for autonomous robotic soccer agents," 1999.