

## 輪型機器人影像追蹤系統之實現

### Implementation of Rolling-Ball Image Tracking System for Wheeled Mobile Robots

蔡樸生

Pu-Sheng Tsai

中華技術學院電子系副教授

Department of Electronic

Engineering

China Institute of Technology

林盈灝

Ying-Hao Lin

中華技術學院電子系副教授

Department of Electronic

Engineering

China Institute of Technology

林志穎

Chih-Ying Lin

中華技術學院電子所研究生

Institute of Electronic

Engineering

China Institute of Technology

#### 摘要

本文之目的在建立小型輪型機器人足球比賽所需的硬體平台與週邊介面，整合 CCD 影像處理、RF 通訊模組、伺服機定位控制、超音波測距以及電子羅盤，使得輪型機器人能夠辨識及抓取目標球送至球門的位置。本系統建構於 PC Matlab 的 GUI 介面平台，以 CCD 攝影機來擷取足球場中的影像資訊，經由影像處理的演算法來計算足球機器人與目標球之間的距離與角度，透過無線發射/接收模組對機器足球員上的嵌入式微控制器進行伺服機的定位控制。為了避免影像重複擷取與分析所耗費的龐大運算資源，本系統加入電子羅盤作方位辨識及超音波距離感測器以提升輪型機器人即時動作反應之性能，進而導引機器足球員將目標球放置在指定的區域內。本文提出邊點序向排列法，成功地結合圓形偵測法來提升影像處理與辨識的速度。邊點序向排列法是將所有影像中的物體作分割並且進行有序的排列，使得圓形偵測法能夠獲得最有效率的辨識結果。由實驗結果證實，本文所提出的輪型機器人影像追蹤系統可以完成小型機器人競賽的基本雛型動作。

**關鍵詞：**機器足球員，影像追蹤系統，邊點序向排列法，圓形偵測法，伺服機構。

#### Abstract

The hardware architecture and software programming of the image tracking system for the robot soccer are implemented and investigated in this paper. Based on Matlab platform, the system is composed of (1) hardware structure of wheeled mobile robot, (2)

host computer, (3) digital video camera system (4) wireless communication module. Firstly, digital video camera is used to detect the objects, the boundary sequence method evolved from the chain code is capable of detecting and classifying the objects. The method arranges boundary coordinates for each object in order as well as determines the link relation of each boundary. Applying the geometric characteristics, the circle detection is developed to determine whether there are round objects in the image. If the round objects exist, the center coordinates and the radii of the corresponding circles are evaluated. The purpose is to extract the 2D position of the robot soccer, obstacle, and ball. Then the rotational angle and distance between the wheeled mobile robot and target ball are calculated as well as transmitted to the servo machines by the wireless radio module. The motion of the robot soccer is controlled by the image tracking system. Experiment results show that the proposed methodology is applicable, and gives good results.

Keywords: Robot Soccer, Image Tracking System, Boundary Sequence Method, Circle Detection Algorithm, Servo Machine.

## 一、前言

由 1990 年代開始，具有約束性質的機械系統早已吸引許多學者的興趣與投入。這方面研究最大的特色在於它所涵蓋的範圍非常廣泛，包括非線性系統、約束動力學的理論、運動規劃的問題、控制器的設計等。由過去的文獻看來[1]，每個領域都有許多豐碩的成果，也奠定了非完整約束機械系統的研究基礎。移動式機器人為非完整約束的經典案例，有關這方面的應用如機器人足球賽(Robot Soccer)儼然成為國內最熱門的競賽之一。有關輪型機器人控制演算法(Control Algorithm)以及路徑規劃(Path Planning)方面，Tsai [2]針對非完整約束系統提出一套階層化設計的架構，基於 Appell 方程式所蘊涵的解耦特性，整個系統可以分解成動力模型與運動模型兩部份，針對這兩個模型進行控制器的設計可減化控制器結構，在實際應用上更具彈性且易於實現。Kim [3]將滑動模式控制(Sliding Mode Control)演算法應用在輪型機器人的軌跡追蹤控制上，並且獲致良好的追蹤效果。近年來，智慧型控制演算法大量實現在機器足球員的實際應用中，賦予機器人自我思考的能力[4,5]，以適應各種不同環境與約束條件之需求。所謂路徑規劃就是在有限的工作環境中尋找一條合理軌跡，連接初始位形(位置與姿態)與最終位形並可成功地避開障礙物。避障的演算法可以分成兩大類，一是以環境模型(Model Base)為基礎的演