

# 以機械視覺為基礎之機械臂動態追蹤系統研究

吳尚輯、陳昭雄

E-mail: 9707289@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本論文主要為發展一結合機械視覺與兩軸機械臂之人臉軌跡追蹤系統。以個人電腦為基礎，並結合研華的PCI-1784 Encoder卡、PCI-1720U D/A卡和彩色數位CMOS攝影機，並應用Borland C++ Builder 6.0來撰寫系統的控制軟體。首先，利用機械視覺抓取移動中的人臉影像，經由影像前處理之後，再利用人臉辨識系統去找尋人臉中心位置空間座標點，經由逆向運動學計算出兩軸機械臂必須移動之角度，且發展一新的強健控制器以計算出兩軸所要驅動電壓，最後藉由馬達驅動器驅使兩軸機械手臂，達到人臉軌跡跟隨的目的。在控制器設計方面，本文利用一類神經模糊網路系統以估測機械手臂結構和非結構的不確定性量，再設計一監督式控制器抑制近似誤差對軌跡跟隨的影響，並利用Lyapunov理論，推導出適應性的網路參數調整法則，以確保軌跡跟隨的穩定性。最後以實際的兩軸電驅動機械臂，實驗證明本文所提出方法之可行性。

關鍵詞：類神經模糊網路;人臉辨識;機械臂控制;機械視覺

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 v 致謝 vi 目錄 vii 圖目錄 ix 表目錄 x 符號說明 xi 第一章 緒論 1 1.1 研究動機 1 1.2 研究目的 2 1.3 研究方法 2 1.4 文獻回顧 3 1.5 論文結構 5 第二章 兩軸機械臂系統硬體架構介紹 6 2.1 兩軸機械臂硬體系統架構 6 2.2 控制流程 16 第三章 機械視覺軌跡跟隨控制器設計 18 3.1 電驅動機械手臂的數學模型 18 3.2 問題描述 20 3.3 類神經模糊系統介紹 22 3.4 強健控制器的設計 25 3.5 穩定性證明 35 第四章 機械視覺跟隨控制流程 37 4.1 色彩空間轉換和膚色判別 38 4.2 人臉偵測 40 4.3 影像空間與機械臂空間座標的轉換 41 4.4 機械臂運動學 43 4.4.1 順向運動學 45 4.4.2 逆向運動學 47 第五章 控制系統模擬與實驗 49 5.1 機械視覺實驗 49 5.1.1 膚色判別 49 5.1.2 人臉收尋 51 5.2 控制器模擬 53 5.2.1 PD控制器 55 5.2.2 類神經模糊控制器 60 5.2.3 模擬結果 65 5.3 控制器實驗 66 第六章 結論 74 參考文獻 76

## 參考文獻

- [1] Lee M.J. and Choi Y.K., An adaptive neurocontroller using RBFN for robot manipulators. IEEE Trans. Ind. Electron., June 2004, 51(3), 711-717.
- [2] Hu H. and Woo P.Y., Fuzzy supervisory sliding-mode and neural-network control for robotic manipulators. IEEE Trans. Ind. Electron., June 2006, 53(3), 929-940.
- [3] Gueaieb W., Karray F., and Sharhan S.A., A robust hybrid intelligent position/force control scheme for cooperative manipulators. IEEE Trans. Mech., April 2007, 12(2), 109-125.
- [4] Harimi H.R., Lohmann B., Moshiri B., and Maralani P.J., Wavelet-based identification and control design for a class of nonlinear systems, I.J. of Wav. Mult. Inf. Proc. 2006, 4(1), 213-226.
- [5] Ge S.S. and Wang C., Adaptive neural control of uncertain MIMO nonlinear systems, " IEEE Trans. Neural Network, 2004, 15 (3), 674 – 692.
- [6] Chen B.S., Uang H.J., and Tseng C.S., Robust tracking enhancement of robot systems including motor dynamics: a fuzzy-based dynamic game approach. IEEE Trans. Fuzzy systems, November 1998, 6(4), 538-552.
- [7] Hwang J.P. and Kim E., Robust tracking control of an electrically driven robot: adaptive fuzzy logic approach. IEEE Trans. Fuzzy Systems, April 2006, 14(2), 232-247.
- [8] Wai R.J. and Chen P.C., Robust neural-fuzzy-network control for robot manipulator including actuator dynamics. IEEE Trans. Ind. Electron., August 2006, 53(4), 1328-1349.
- [9] Lee S.J. and Hou C.L., A neural-fuzzy system for congestion control in ATM networks. IEEE Trans. Syst. Man, Cybern., February 2000, 30(1), 2-9.
- [10] Duh F.B. and Lin C.T., Tracking a maneuvering target using neural fuzzy network. IEEE Trans. Syst. Man, Cybern., February 2004, 34(1), 16-33.
- [11] Juang C.F. and Hsu C.H., Temperature control by chip-I mplemented adaptive recurrent fuzzy controller designed by tionary algorithm. IEEE Trans. Circuits Syst., November 2005, 52(11), 2376-2384.
- [12] Leu Y.G., Wang W.Y., and Lee T.T., Robust adaptive fuzzy-neural controllers for uncertain nonlinear systems. IEEE Trans. Robot. Autom.,

Oct. 1999, 15(5), 805-817.

- [13]Sun F.C., Li H.X., and Liu H.P., Neuro-fuzzy dynamic-inversion-based adaptive control for robotic manipulators-discrete time case. IEEE Trans. Ind. Electron., June 2007, 54(3), 1342-1351.
- [14]Lin Y. and Liu Y., Adaptive neural-fuzzy control for a nonholonomic mobile modular manipulator moving on slop. In Proceedings of IEEE International Conference on Mechatronics, Taipei, Taiwan, July 2005, 358-363.
- [15]Qu Z. and Dawson D.M., Robust tracking control of robot manipulators, 1996 (Piscataway, NJ:IEEE) [16]Tarn T. J., Bejczy A. K., Yun X., and Li Z., Effect of motor dynamics on nonlinear feedback robot arm control. IEEE Trans. Robot. Automat., 1991, 7, 114 – 122.
- [17]Fabri, S. and Kadirakanathan V., Dynamic structure neural networks for stable adaptive control of nonlinear systems. IEEE Trans. Neural Networks, 1996, 7 (5), 1151-1167.
- [18]Wang L.X., Adaptive fuzzy systems and control: Design and stability analysis, 1994 (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
- [19]Gao Y. and Er M.J., Online adaptive fuzzy neural identification and control of a class of MIMO nonlinear systems. IEEE Trans. Fuzzy Systems, 2003, 11 (4), 462-477 [20]Han H.Su C. Y.,and stepanenko Y. Adaptive control of a class of nonlinear systems with nonlinearly parameterized fuzzy approximators. IEEE Trans. Fuzzy systems,2001,9(2),315-323.
- [21]Wang S.D. and Lin C.K., Adaptive tuning of fuzzy controller for robots. Fuzzy Sets and Systems, 2000, 110( 3), 351 – 363.
- [22]Sastry S. and Bodson M., Adaptive control: stability, convergence and robustness, 1989 ( Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
- [23]Kasabov N. K. and Song Q., DENFIS: Dynamic evolving neuralfuzzy inference system and its application for time-series prediction. IEEE Trans. Fuzzy System, April 2002, 10(2), 144 – 154.
- [24]黃泰祥，具備人臉追蹤與辨識功能的一個智慧型數位監視系統，私立中原大學電子工程學系碩士學位論文，2004。
- [25]胡冠宇，基於膚色之裸體影像偵測之研究，國立成功大學工程科學系碩士論文，2004 [26]高啟泰，以視覺系統引導機械手臂對移動物進行追蹤之研究，南台科技大學機械工程研究所碩士論文，2006 [27]李建治，應用機械視覺於機械臂圖形文字書寫系統之研究，機電自動化研究所碩士論文，2007