

應用智慧型交叉耦合控制器於多軸線性馬達之高精密運動控制

王勇勝、陳昭雄

E-mail: 384342@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文提出監督式模糊控制器應用於龍門型兩軸永磁式線性同步馬達滑台的軌跡跟隨。適應性模糊控制器在有系統不確定量存在下，其學習過程會降低系統的控制性能。而順滑控制器在選擇太大的切換控制下，會引起控制系統產生抖動現象，因而降低控制系統的性能。為了克服適應性模糊控制器和順滑控制器的缺點，並整合兩者優點，因此本文設計監督式模糊控制系統，利用一根據跟隨誤差而設計的調和函數來整合兩控制器，並透過不同的輪廓軌跡與負重來進行模擬與實驗，最後與傳統PID控制器進行比較來驗證本文所提方法的有效性。硬體方面，以個人電腦為基礎，結合MRC-6810伺服控制卡、Cornet驅動器和龍門型兩軸永磁式線性同步馬達平台。軟體方面，以MATLAB軟體進行模擬，以Microsoft Visual C++軟體設計控制程式。

關鍵詞：監督式控制、永磁式線性同步馬達、適應性模糊控制、順滑控制器

目錄

簽名頁 中文摘要.....	iii	英文摘要.....	iii
.....iv 誌謝.....	v	目錄.....	v
.....vi 圖目錄.....	ix	表目錄.....	ix
.....xiii 符號說明.....	xiv	第一章 緒論.....	xiv
.....1 1.1 研究動機.....	1	1.2 研究方法.....	1
.....2 1.3 文獻回顧.....	2	1.4 論文架構.....	4
第二章 系統硬體架構介紹.....	5	2.1 龍門型永磁式線性同步馬達平台系統架構.....	5
2.2 線性同步馬達種類和動作原理.....	26	2.2.1 線性馬達種類.....	26
2.2.2 永磁式線性同步馬達動作原理.....	30	第三章 多軸線性馬達的同動控制介紹.....	32
3.1 永磁式線性同步馬達數學模型.....	32	3.1.1 d-q軸座標轉換.....	33
3.1.2 電氣的數學模型.....	41	3.1.3 機械的數學模型.....	43
3.1.4 控制問題描述.....	43	3.2 多軸同動控制的原理.....	45
3.2.1 串聯式同動控制.....	45	3.2.2 並聯式同動控制.....	46
3.2.3 交叉耦合控制.....	47	第四章 監督式模糊控制系統設計.....	52
4.1 模糊邏輯系統介紹.....	52	4.1.1 模糊歸屬函數.....	54
4.1.2 模糊規則庫.....	57	4.1.3 模糊推論.....	59
4.1.4 解模糊化.....	60	4.2 模糊系統建模.....	61
4.3 監督式模糊控制系統.....	63	4.3.1 適應性模糊控制器.....	64
4.3.2 順滑控制器.....	67	4.3.3 監督式模糊控制系統.....	70
第五章 模擬、實驗與結果.....	75	5.1 龍門型兩軸線性滑台軌跡規劃.....	75
5.2 控制器設計.....	78	5.3 控制系統模擬.....	82
5.3.1 無負重控制系統模擬.....	82	5.3.2 負重5kg控制系統模擬.....	90
5.4 控制系統實驗.....	97	5.4.1 無負重控制系統實驗.....	98
5.4.2 負重5kg控制系統實驗.....	105	第六章 結論與未來研究.....	112
參考文獻.....	112		113

參考文獻

- [1]T. H. Liu, Y. C. Lee, and Y. H. Chang, " Adaptive controller design for a linear motor control system," IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., vol. 40, no. 2, pp. 601 – 613, Apr. 2004.
- [2]L. Xu and B. Yao, " Adaptive robust precision motion control of linear motors with negligible electrical dynamics: Theory and experiments," IEEE/ASME Trans. Mechatronics, vol. 6, no. 4, pp. 444 – 452, Dec. 2001.
- [3]K. K. Tan, S. N. Huang, and T. H. Lee, " Robust adaptive numerical compensation for friction and Force ripple in permanent-magnet linear motors," IEEE Trans. Magnetics, vol. 38, no. 1, pp. 221-228, 2002.
- [4]D.L. Zhang, Y.P. Chen, Z.D. Zhou, W. Ai and X.D. Li, " Robust adaptive motion control of permanent magnet linear motors based on disturbance compensation," IET Electr. Power Appl., vol.1, no.4, pp. 543 – 548, 2007.

- [5]Y.S. Kung, " Design and implementation of a high-performance PMLSM drives using DSP chip, " IEEE Trans. Industr. Electr., vol. 55, no. 3, pp. 1341-1351, 2008.
- [6]C.L. Lin and H.T. Huang, " Linear servo motor control using adaptive neural networks, " Proc Instn Mech Engrs Part I: J Systems and Control Engineering, vol. 216, pp.407-427, 2002.
- [7]E. Kim, and S.G. Lee, " Output feedback tracking control of MIMO systems using a fuzzy disturbance observer and its application to the speed control of a PM synchronous motor, " IEEE Trans. Fuzzy Systems, vol. 13, no. 6, pp. 725-741, 2005.
- [8]G.W. Younkin, W.D. Mcglasson, and R.D. Lorenz, " Considerations for low-inertia Ac drives in machine tool axis servo applications, " IEEE Trans. Industry Applications, vol. 27, no. 2, p.p. 262-267, 1991.
- [9]H.Y. Chuang and C.H. Liu, A model-referenced adaptive control strategy for improving contour accuracy of multiaxis machine tools, " IEEE Trans. Industry Applications, vol. 28, no.1, pp. 22 1-227, 1992.
- [10]K.Y. Zhu and B.P. Chen, " Cross-coupling design of generalized predictive control with reference models, " Proc InstnMech Engrs Part I, vol 215, pp. 375-384, 2001.
- [11]Z.Z. Liu, F.L. Luo, and M.A. Rahman, " Robust and precision motion control system of linear-motor direct drive for high-speed X – Y table positioning mechanism, " IEEE Trans. Industrial Electronics, vol. 52, no. 5, pp. 1357-1363, 2005.
- [12]K. Huh, S. Han, and B. Lee, " Non-linear adaptive control of a linear-motor-driven X – Y table via estimating friction and ripple forces, " Proc. IMechE Part C: J. Mechanical Engineering Science, vol. 222, pp.911-918, 2008.
- [13]K.L. Barton and A.G. Alleyne, " A Cross-Coupled Iterative Learning Control Design for Precision Motion Control, " IEEE Trans. Control Systems Techn., vol. 16, no. 6, pp. 1218-1231, 2008.
- [14]張友倫, " 以Simulink模擬感應馬達的速度控制 ", 國立中央大學機械工程學系, 碩士論文, 民國99年6月。
- [15]劉昌煥, " 交流電機控制：向量控制與直接轉矩控制原理 ", 第三版, 頁27-56, 東華書局, 民國94年。
- [16]陳泓傑, " 直接轉矩控制於永磁同步馬達之轉矩漣波改善研究 ", 國立中央大學電機工程研究所, 碩士論文, 民國96年7月。
- [17]詹晉榮, " 直流無刷馬達驅動系統實務設計 ", 大葉大學電機工程學系, 碩士論文, 民國92年6月。
- [18]蔡凱宸, " 以DSP為控制架構之線性馬達驅動系統研製 ", 大葉大學機電自動化研究所, 碩士論文, 民國95年6月。
- [19]蘇裕新, " 全數位化永磁同步馬達之直接轉矩控制驅動器研製 ", 國立中央大學電機工程研究所, 碩士論文, 民國95年7月。
- [20]林法正、魏榮宗, " 電機控制 ", 初版, 頁284-298, 蒼海書局, 民國91年。
- [21]楊君賢, " 具機構耦合之雙線性伺服系統鑑別與控制 ", 國立成功大學機械工程學系, 碩士論文, 民國92年7月。
- [22]李文昊, " 交叉耦合控制在輪廓誤差之改善 ", 國立中山大學機械與機電工程研究所, 碩士論文, 民國93年6月。
- [23]陳鳴吉, " 交叉耦合控制在高速軌跡追蹤控制之設計與實作 ", 國立中山大學機械工程研究所, 碩士論文, 民國90年6月。
- [24]周晏鈴, " 應用動態模糊系統於旋轉式倒單擺系統之分析與控制 ", 大葉大學機電自動化研究所, 碩士論文, 民國93年6月。