

# 無鐵心式線性直流無刷馬達控制器之設計與實

張富傑、胡永柟,周鵬程,陳盛基

E-mail: 9015778@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

過去，工業界普遍以滾珠導螺桿作為傳統旋轉馬達週運動轉換為直線運動的元件，但滾珠導螺桿因易含有背隙而具非線性、響應性不高等現象，控制過程不但繁複且精確度不易提高。近幾年來，世界各國(尤其是歐、美、日)對線性馬達的研究都投入了大量的人力、物力、時間和金錢，希望能利用線性馬達的特性如高精密度定位、高響應度、直接驅動等，取代傳統滾珠導螺桿的間接傳動。而我國目前亦積極對線性馬達投入人力、物力及金錢之研發，希望藉以提高國內基礎工業技術水平，進而廣泛地應用於生產製造、工具機、搬運等。本論文的研究重點首在於利用系統鑑別求出線性馬達之轉移函數，以MATLAB/SIMULINK設計其控制器，並使用四軸D/A介面卡來實現各種控制法則，最後再比較各種控制器特性及優缺點，以發揮線性馬達高速高精度的運動特性。

關鍵詞：無

## 目錄

第一章 緒論	--P1
1.1 研究動機	--P 1
1.2 研究目的	--P 2
1.3 研究步驟	--P 3
1.4 系統架構	--P 3
1.4.1 線性馬達	--P 4
1.4.2 光學尺	--P 4
1.4.3 界面卡	--P 5
1.4.4 驅動器	--P 5
1.5 內容大綱	--P 6
第二章 線性馬達工作原理	--P 11
2.1 線性馬達歷史	--P 11
2.2 線性馬達簡介	--P 11
2.3 線性馬達分類	--P 13
2.4 線性直流無刷馬達	--P 14
2.5 線性馬達數學模式之建立	--P 16
第三章 模糊控制器	--P 25
3.1 模糊控制器簡介	--P 25
3.2 模糊控制器之設計	--P 26
3.3 線性馬達系統特性	--P 27
3.4 模糊控制器歸屬函數之設計	--P 27
3.5 模糊控制法則之設計	--P 28
3.6 解模糊化	--P 29
3.7 模糊控制器之實現	--P 30
3.8 結論	--P 37
第四章 系統模式鑑別	--P 50
4.1 系統模式鑑別簡介	--P 50
4.2 系統模式鑑別方法	--P 52
4.3 系統模式鑑別實驗	--P 55
第五章 控制器之設計	--P 60
5.1 控制器簡介	--P 60
5.2 PID控制器	--P 61
5.2.1 前濾波步階PID控制器之設計與模	--P 61
5.2.2 前濾波步階PID控制器之實現與結果	--P 65
5.2.3 前濾波斜坡PID控制器之設計與模擬	--P 66
5.2.4 前濾波斜坡PID控制器之實現與結果	--P 67
5.3 軌跡規劃	--P 68
5.4 強健PID控制器	--P 70
5.4.1 強健前濾波步階PID控制器之設計與實現	--P 70
5.4.2 強健前濾波斜坡PID控制器之設計與實現	--P 74
5.5 死擊控制器	--P 75
5.5.1 死擊控制器之設計與模擬	--P 75
5.5.2 死擊控制器之實驗	--P 78
5.6 前饋PID控制器	--P 79
5.6.1 前饋PID控制器之設計與模擬	--P 79
5.6.2 前饋PID控制器之實現	--P 83
5.7 控制器之比較與結論	--P 83
第六章 結論	--P 104

## 參考文獻

- [ 1] A. BASAK, "PERMANENT MAGNET DC, LINEAR MOTOR", OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1996.
- [ 2] C.W. GREEN AND R. J. PAUL, " APPLICATION OF DC LINEAR MACHINES AS SHORT-STROKE AND STATIC ACTUATORS", PROC. IEE, VOL.116, NO.4, 1969, PP.599-604.
- [ 3] A. BASAK, AND A. F. FLORES-FILHO, " STATIC AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF A DOUBLE ARMATURE DC LINEAR MOTOR", IEE JAPAN, VOL.118-D NO.9, '98, PP.1050-1055.
- [ 4] 許中平、黃煌嘉，"線性伺服電動機"，全華科技圖書，1989。
- [ 5] 桂人傑，"明日之星-線性伺服系統"，機械工業雜誌，1998年4月，PP.156-129。
- [ 6] 林義讓，"線性搬運技術與應用"，全華科技圖書股份有限公司，台北，台灣，1995。
- [ 7] 廖聰明，"線性馬達於產業應用之分析"，工業技術研究院委託學術機構研究期末報告，1998。
- [ 8] 陳秋麟譯，"電機機械基本原理"，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司，台北，台灣，1995。
- [ 9] LI-XING WANG, "A COURSE IN FUZZY SYSTEMS AND CONTROL",PRENTICE HALL PTR, 1997.
- [10] 楊英魁博士校閱，中國生產力中心技術引進服務組編譯，"FUZZY CONTROL"，"FUZZY理論與應用實務"，全華科技圖書股份有限公司，台北，台灣，1991。
- [11] 孫宗瀛 楊英魁，中國生產力中心技術引進服務組編譯，"FUZZY 控制"，全華科技圖書股份有限公司，台北，台灣。
- [12] 楊英魁博士校閱，中國生產力中心技術引進服務組編譯，"FUZZY實用化範例-用C語言"全華科技圖書股份有限公司，台北，台灣。
- [13] 洪錦魁，"TURBO C 入門與應用、徹底剖析"，文魁資訊股份有限公司，1998。
- [14] BENJAMIN C. KUO AND JACOB TAL, "DC MOTORS AND CONTROL SYSTEMS", SRL PUBLISHING COMPAN -Y, 1978.
- [15] RICHARD C. DORF AND ROBERT H. BISHOP, "MODERN CONTROL SYSTEMS", ADDISON-WESLEY, 1998.

- [16] 胡永柟, "自動控制", 全華科技圖書股份有限公司, 台北, 台灣, 1996。
- [17] 張碩, "自動控制", 四版, 鼎茂圖書出版有限公司, 台北, 台灣, 1997。
- [18] 桂人傑, "現代交流伺服產品控制技術", 機械工業雜誌, 1998年4月, PP.168-179。
- [19] 何丕倫, "工業控制器定位控制原理及應用技術", 機械工業雜誌, 1995年4月, PP.113-127。
- [20] 杜光宗, "控制馬達的應用", 建宏出版社, 台北, 台灣, PP.241-247, 1991 . [21] OGATA, K., "DESIGNING LINEAR CONTROL SYSTEMS WITH MATLAB", ENGLEWOOD CLIFFS, N.J, PRENTICE HALL, 1987.
- [22] WILLIAM S. LEVINE, "USING MATLAB TO ANALYZE AND DESIGN CONTROL SYSTEMS", 2ND, CUMMING -S PUBLISHING COMPANY, INC, 1995.
- [23] 薛定宇, "控制系統計算機輔助設計-MATLAB語言及應用", 凡異出版社, 新竹, 台灣, 1996。
- [24] OGATA, K., "DISCRETE-TIME CONTROL SYSTEMS", ENGLEWOOD CLIFFS, N.J, PRENTICE HALL, 1987.
- [25] 胡永柟, "數位控制", 全華科技圖書股份有限公司, 台北, 台灣, 1997。