

磁浮懸吊系統強健模糊控制器之分析與設計

王茂祥、陳昭雄

E-mail: 9224490@mail.dyu.edu.tw

摘要

磁浮懸吊系統是藉由控制電磁鐵所產生的電磁力來使受控體被吸引且定位於空中，然而電流與電磁力之間是屬於非線性變化的關係，而且在建立系統之數學模型時需要做些假設與忽略，如此所建立的數學模型與真實之物理系統間存在著不確定性之差異，若是使用傳統的線性控制理論，在控制時就只能侷限在平衡點附近，且往往會受系統不確定性因素影響而造成不穩定，所以必須選擇對於系統之非線性與不確定有較好的執行效能的控制器。在本文中我們選用模糊邏輯控制器，然而模糊控制器之設計往往流於主觀，無系統性之設計方法，所以本文主要是提出一種具有系統化之強健性模糊控制器的設計方法，用於解決非線性系統之不確定性及外部干擾的控制問題。首先，本文分析一乘和(Product-Sum)形式模糊控制器的動態行為，從結果顯示，這種形式的模糊控制器其輸出會近似於增益隨狀態位置改變之狀態回授控制器，再者為了克服系統非線性及不確定性對控制系統的影響，所以分析與應用控制的設計技巧，讓系統之非線性特性所造成的動態干擾能透過控制器參數的調整，而將此干擾對系統產生之誤差抑制在一預定之範圍，確保受控系統具有強健穩定的控制效能。最後，本文建構出一套真實的磁浮懸吊系統，應用所提出的強健模糊控制器實現磁浮懸吊系統之控制，以驗證本文所提方法之有效性及可行性。

關鍵詞：非線性系統，磁浮懸吊系統，模糊控制，H 控制

目錄

-ix-	第一章前言.....	1	1.1 研究動機.....	1	1.2 研究目的.....	1	1.3 文獻回顧.....	3	1.4 本文內容簡介.....	5
	第二章磁浮懸吊系統之介紹及分析.....	7	2.1 磁浮的歷史.....	7	2.2 磁浮的種類.....	7	2.3 直流電磁鐵之電磁力分析.....	8	2.4 動態方程式推導.....	14
	第三章強健模糊控制器之分析與設計.....	17	3.1 模糊邏輯控制器架構.....	17	3.2 Product-Sum 形式模糊控制器的分析.....	22	3.3 強健模糊控制系統之設計與分析.....	26	第四章磁浮懸吊系統硬體架構.....	32
	4.1 磁浮懸吊模組.....	33	4.2 位置感測器.....	34	4.3 驅動器.....	39	4.4 電腦介面卡(AD 卡及DA 卡).....	41	4.5 霍爾元件電流感測器.....	42
	第五章磁浮懸吊控制系統.....	44	5.1 PID 控制器之設計.....	44	5.2 強建模糊控制器設計.....	47	5.3 模擬.....	52	5.3.1 PI 電流控制模擬.....	52
	5.3.2 PID 控制器定位控制之模擬.....	54	5.3.3 強健模糊控制器定位控制之模擬.....	58	第六章實驗結果.....	61	6.1 PI 電流回授控制器.....	62	6.2 PD 定位控制器.....	63
	6.3 PID 定位控制器.....	65	6.4 強健模糊控制器定位控制.....	67	第七章結論與建議.....	73	參考文獻.....	75		

參考文獻

- [1] Slotine J.J., and Li W., Applied Nonlinear Control EnglewoodCliffs, NJ:Prentice-Hall, 1991.
- [2] Maliki H.A., Li H. and Chen G., "New design and stability analysis of fuzzy proportional-derivative control systems" IEEE Trans. on Fuzzy Systems. 2, 245-254, 1994.
- [3] Ollero A. Aracil J. and Garcia-Gerezo A. "Robust design of rule-based fuzzy controllers". Fuzzy Sets and Systems. 70,249-273, 1995
- [4] Kang H., Kwon C., Lee H., and Park M., "Robust stability analysis and design methods for the fuzzy feedback linearization regulator" IEEE Trans. On fuzzy Systems, 6, 464-472, 1998.
- [5] Choi, B.J., Kwak, S.W. and Kim B.K., "Design and stability analysis of single-input fuzzy logic controller " IEEE Trans. on Fuzzy Systems,30, 303 -309,2000.

- [6]Wong L.K. Leung H.F. and Tam K.S. "Lyapunov-function-based design of fuzzy logic controllers and its application on combining controllers. IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 45,502-509,1998 [7] Chen C.S. and Chen, W.L., "Analysis and design of a stable fuzzy control system", Fuzzy Sets and Systems, 96, 21-35.
- [8] Joh, J., Chen, Y.H., and Langari, R., "On the stability issues of linear Takagi-Sugeno fuzzy models". IEEE Trans on Fuzzy Systems,6,402-410, 1998.
- [9] Cuesta F., Gordillo F., Aracil, J. and Ollera A. " Stability analysis of nonlinear multivariable Takagi-Sugeno fuzzy control system" IEEE Trans. on Fuzzy Systems, 7, 508-528, 1999.
- [10]Wu S.J. and Lin C.T. "Optimal Fuzzy controller Design: localconcept approach. IEEE Trans. onFuzzy Systems. 8, 171-185,2000.
- [11]Wang H.O. Tanaka K. and Griffin M.F. "An approach to fuzzy control of nonlinear systems:stability and design issues". IEEE Trans. On Fuzzy Systems. 4, 14-23, 1996.
- [12]Fhu C.C. and Tung P.C. "Robust stability analysis of fuzzy control system", Fuzzy Sets and Systems 88, 289-298, 1997.
- [13]Stootovgel A., The H Control Problem: A State Space Approach,New York: Prentice-Hall, 1992.
- [14] Vidyasagar M., Nonlinear Systems Analysis Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1978.
- [15]Anderson B.D.O. and Moore J.B. Optimal Control LinearQuadratic Methods, Englewood Cliffs NJ:Prentice-Hall, 1990.
- [16] Wang L.X. Adaptive Fuzzy Systems and Control: design andanalysis. Englewood Cliffs,NJ: Prentice-Hall,1994.
- [17]Jang J.S., Sun C.T.andE.Mizutani , " Neuro-Fuzzy and softcomputing " , Pentice Hall NJ [18]T. Namerikawa and M. Fujita "Modeling and robustness analysisof a magnetic suspension system considering structured uncertainties" IEEE Conference on Decision & Control USA Dec. 1997 [19]陳政宏，一種新型磁浮控制系統之研究，國立成功大學電機工程研究所碩士論文，1999.
- [20]孫宗瀛，楊英魁，"Fuzzy 控制:理論、實作與應用"，全華科技圖書公司，2001.
- [21]呂有勝，滑動模式控制於非線性伺服系統之應用，國立清華大學動力機械工程研究所博士論文，1995.
- [22]許毅然，利用混合式控制在特殊非線性不穩定系統的探討，國立成功大學航空太空研究所博士論文，1993.
- [23]黃忠良，"磁懸浮與磁力軸承"，復漢出版社，2001 [24]楊宗銘，"電機機械"，全華科技圖書公司，1991