

適用於光碟機主軸馬達之模糊控制晶片

張宗桓、洪進華

E-mail: 9223693@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文主要是以模糊理論來控制光碟機的主軸馬達，使其轉速能更快速且穩定地達到設定的目標值。當今的模糊控制器多以微處理機來實現其推論架構，但是因微處理機的工作頻率太慢，在處理現今更複雜且更快速的系統時，往往會造成系統效能降低[1]，因此便有先進提出以FPGA實現Fuzzy Controller的硬體架構來提高其推論速度[2-4]，本論文更進一步提出以ASIC的設計流程來實現模糊控制晶片，期望能對需要快速推論分析的“及時系統(Real Time)”有所幫助。文中我們以光碟機主軸馬達為受控對象，設計一個光碟機主軸馬達速度控制器，並以Matlab和Simulink軟體模擬其推論動作，最後成功地以Verilog硬體描述語言將其硬體架構實現出來。

關鍵詞：模糊理論；主軸馬達；ASIC

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘		
要.....	v	誌謝.....	vi	目錄.....	vii	圖目
錄.....	x	表目錄.....	xiii	第一章 緒論.....	1	1.1 前
言.....	1	1.2 研究動機.....	1	1.3 研究方法.....	2	1.4 論文架
構.....	2	第二章 模糊理論之探討.....	4	2.1 模糊理論簡介.....	4	2.2 模
糊集合.....	5	2.3 歸屬函數.....	6	2.4 模糊控制器.....	8	2.4.1 模糊
化介面.....	8	2.4.2 資料庫.....	9	2.4.3 規則庫.....	9	2.4.4 推論引
擎.....	10	2.4.5 解模糊化介面.....	12	第三章 光碟機主軸馬達簡介.....	14	3.1
光碟機主軸馬達簡介.....	14	3.1.1 無刷直流馬達種類.....	14	3.1.2 霍爾元		
件.....	15	3.1.3 無刷直流馬達驅動法.....	16	3.1.4 主軸馬達動作原理.....	16	3.2
主軸馬達數學模式.....	18	第四章 主軸馬達模糊速度控制器.....	21	4.1 系統架		
構.....	21	4.2 模糊控制系統.....	23	4.2.1 輸入與輸出變數.....	24	4.2.2 歸
屬函數之定義.....	24	4.2.3 規則庫之定義.....	26	4.2.4 解模糊化方法之定		
義.....	28	4.3 模擬結果.....	29	第五章 電路實現與模擬結果.....	33	5.1 硬體電
路架構.....	33	5.1.1 浮點數表示法.....	34	5.1.2 模糊化系統.....	35	5.1.3 推
論系統.....	37	5.1.4 解模糊化系統.....	39	5.2 Cell Based設計流程.....	43	5.3
模擬結果.....	43	第六章 結論與未來發展.....	46	參考文獻.....	48	圖
目錄 圖2.1 傳統集合.....	5	圖2.2 模糊集合.....	6	圖2.3 高斯型歸屬函		
數.....	7	圖2.4 三角型歸屬函數.....	7	圖2.5 梯形歸屬函數.....	7	圖2.6 模糊
系統基本架構.....	8	圖2.7 模糊推論過程.....	11	圖2.8 單值模糊推論過程.....	12	
圖3.1 霍爾元件之原理.....	15	圖3.2 半波驅動方式.....	16	圖3.3 全波驅動方		
式.....	16	圖3.4 利用霍爾元件之無刷直流馬達.....	17	圖3.5 主軸馬達等效模式.....	18	
圖3.6 主軸馬達之等效方塊圖.....	19	圖4.1 主軸馬達模糊控制器系統架構.....	21	圖4.2 開迴路方塊模糊		
圖.....	22	圖4.3 輸入電壓1V之馬達響應(無載).....	23	圖4.4 輸入電壓1V之馬達響應(有載)		
.....	23	圖4.5 輸入輸出方塊圖.....	24	圖4.6 歸屬函數(一).....	26	圖4.7 歸屬函數(二)
.....	26	圖4.8 馬達控制步階響應圖.....	27	圖4.9 模糊控制器模擬方塊圖.....	29	
圖4.10 歸屬函數一之馬達響應圖(無載).....	29	圖4.11 歸屬函數一之輸出操作量(無載).....	30	圖4.12 歸屬函數一		
之馬達響應圖(有載).....	30	圖4.13 歸屬函數一之輸出操作量(有載).....	30	圖4.14 歸屬函數二之馬達響應圖(無		
載).....	31	圖4.15 歸屬函數二之輸出操作量(無載).....	31	圖4.16 歸屬函數二之馬達響應圖(有載).....	31	
圖4.17 歸屬函數二之輸出操作量(有載).....	32	圖5.1 硬體系統電路架構.....	33	圖5.2 IEEE 754浮點數標		
準定義法.....	34	圖5.3 浮點數定義法.....	35	圖5.4 模糊化系統.....	36	圖5.5 減法
器模擬圖.....	36	圖5.6 資料庫.....	37	圖5.7 Data Base模擬圖.....	37	圖5.8
推論系統.....	38	圖5.9 推論系統模擬圖.....	38	圖5.10 解模糊化系統.....	39	
圖5.11 解模糊化系統模擬圖.....	40	圖5.12 加法器運算流程.....	40	圖5.13 乘法器運算流		

程.....	41	圖5.14 乘法器演算法.....	41	圖5.15 除法器運算流程.....	42	圖5.16 除法器演算法.....	42	圖5.17 Cell Based設計流程.....	43	圖5.18 Gate Level模擬波形圖.....	44	圖5.19 Overshoot模擬波形圖.....	44	圖5.20 晶片佈局圖.....	45	表目錄
表4.1 馬達參數表.....	22	表4.2 控制規則表.....	28	表5.1 預計規格表.....	45	表6.1 電路比較表.....	46									

參考文獻

S.J Sharkey, D.J Brookfield, and W.M Steen, “ Software for real time temperature control Sharkey ”, Software Engineering for Real Time Systems of Third International Conference, pp. 93-97, 1991. Bao-Sheng Hu and Jing Li, “ The Fuzzy PID Gain conditioner:Algorithm, Architecture and FPGA Implementation ”, IEEE International Conference on Industrial Technology . 1996. Yi-Chi Yang, “ Design of PID Fuzzy Controller IC Using FPGA ”, Master Dissertation, Da-Yeh University, 2002. 許晨聲、李祖聖, “ 以FPGA實現動態模糊控制器IC之設計 ”, 成功大學碩士論文, 1999. 李明中, “ 以模糊理論設計光碟機主軸馬達速度控制器 ”, 逢甲大學碩士論文, 2000. L. A. Zadeh, “ Fuzzy Sets ”, Information and Control, Vol. 8, pp.338-353, 1965. 楊英魁、孫宗瀛、鄭魁香、林建德、蔣旭堂, “ 模糊控制理論與技術 ”, 全華出版社, 1996. 蘇木春、張孝德, “ 機器學習:類神經網路、模糊系統以及基因演算法則 ”, 全華出版社, 2002. H. Ichihashi and T. Watanabe, “ Learning control by fuzzy models using a simplified fuzzy reasoning ”, Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Systems , pp.429-437, 1990. Chung-Cheng Wang, “ Study for the Brushless Spindle DC Motor of a High—Speed CD-ROM Drive ”, Master Dissertation, National Chiao Tung University, 1996. 黃昌圳、孫清華, “ 最新無刷直流馬達 ”, 全華出版社, 2001. 辰白, “ 馬達驅動電路技術 ”, 建興出版社, 1999. Gwo-Ruey Yu and Shun-Qin Yang, “ Adaptive fuzzy-VSS control for the spindle motor of cd-rom systems ”, IEEE International Conference on Industrial Technology, Vol.2, pp.1116-1121, 2002. D. A. Patterson, J. L. Hennessy, “ Computer Organization & Design the Hardware/Software Interface ”, Morgan Kaufmann Publishers, 2000.