

伺服馬達應用於車輛線控轉向系統之研究發展

黃立佳、張舜長

E-mail: 9511431@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要以控制器區域網路(Controller Area Network)為基礎來建構分散式系統架構並針對車輛線控轉向系統的操控研究，以減少中途雜訊的干擾。在本論文中，馬達控制部份則以二階系統近似，利用系統鑑別來找出馬達轉移函數。在控制方面是利用速度迴路與位置迴路的雙迴路控制系統，加入PI控制法則控制馬達轉速與定位，在利用實驗與模擬結果來證明線控轉向系統的可行性。再實驗的模擬與訊號擷取的部分，是利用硬體迴路的概念，透過The Mathwork, Inc.所推出的Matlab/SimulinkR之xPC產品，來進行實驗。其最終實驗結果，主要是希望伺服馬達可以依照方向盤訊號做相對應的變化，其次利用軟體的撰寫來實現車輛可變轉向比，即車輛轉向時能依照車速的不同，改變轉向比。

關鍵詞：控制器區域網路；線控轉向；分散式系統；硬體迴路

目錄

目錄	封面內頁	簽名頁	授權書	iii	中文摘要	iv	英文摘要	v	目錄	vii	圖目錄	ix	表目錄	xii	符號說明	xiii	第一章 緒論	1.1	前言	1	1.2	文獻回顧	3	1.3	研究動機與目的	4	1.4	研究步驟	5	第二章 線控轉向系統	2.1	傳統轉向系統介紹	8	2.2	線控轉向系統架構	11	2.3	CAN bus的硬體協定與訊息格式	12	2.4	分散式系統架構	14	2.5	硬體結構	16	2.6	轉向機總成與前軸伺服馬達	21	第三章 控制器設計	3.1	解碼器	25	3.2	建立馬達數學模型	27	3.3	系統鑑別	29	3.4	PI 控制器設計	35	第四章 實驗方法與結果	4.1	硬體迴路系統架構	42	4.2	實驗結果	44	4.3	實車量測與平台比對	45	4.4	可變轉向比	49	4.5	系統整合	51	第五章 結論與建議	5.1	結論	55	5.2	建議	56	參考文獻	57	圖目錄	圖1	線控轉向系統方塊圖	2	圖2	研究步驟流程圖	7	圖3	傳統轉向系統價構圖[1]	9	圖4	動力轉向系統架構圖[1]	10	圖5	電控輔助式轉向系統(EPS)	10	圖6	線控轉向系統架構[4]	11	圖7	CAN的實體層網路架構[13]	13	圖8	CAN Data frame format	13	圖9	分散式智慧控制架構圖[11]	14	圖10	線控轉向系統控制迴路	15	圖11	線控轉向系統分散式架構圖	16	圖12	實體輸出層介面	17	圖13	處理核心[11]	18	圖14	網路連結層[11]	18	圖15	CAN訊號擷取卡	19	圖16	訊息監看軟體介面	20	圖17	並列埠對CAN bus	20	圖18	轉動扭力測試圖	21	圖19	前軸轉向小齒輪示意圖	22	圖20	直流馬達與驅動器實體圖	23	圖21	線控轉向實驗平台	24	圖22	四倍頻解碼取樣原理[16]	26	圖23	四倍頻解碼狀態[16]	26	圖24	直流馬達等效電路	27	圖25	直流馬達系統方塊圖	29	圖26	閉迴路系統方塊圖	30	圖27	系統暫態響應圖	31	圖28	實驗與模擬暫態響應圖	32	圖29	ARX模型	34	圖30	System Identification Toolbox	34	圖31	實驗與ID暫態響應比較圖	35	圖32	馬達控制系統架構圖	36	圖33	數位PI控制流程	38	圖34	馬達內迴路速度控制	39	圖35	馬達外迴路位置控制	40	圖37	馬達正反轉測試	41	圖38	Matlab/SimulinkR xPC Target傳輸架構	43	圖39	xPC模組應用於線控轉向控制器	43	圖40	加入負載後系統響應	44	圖41	轉向角度對應前軸馬達扭力圖	45	圖42	實車測試方法	46	圖43	Kyowa方向盤操舵力角計	46	圖44	裕隆精兵	47	圖45	應變資料擷取系統	47	圖46	輸入轉向角度命令	48	圖47	前軸轉向扭力	48	圖48	不同車速所對應的轉向比	49	圖49	方向盤轉角對應輪胎角度	51	圖50	方向盤轉角感測器	52	圖51	整合系統架構圖	53	圖52	整合系統實體圖	54	表目錄	表1	前軸馬達規格	22	表2	方向盤操舵力角計規格	46	表3	方向盤轉角感知器之規格表	52	表4	CAN bus 輸出數值與轉動角度轉換關係表	53
----	------	-----	-----	-----	------	----	------	---	----	-----	-----	----	-----	-----	------	------	--------	-----	----	---	-----	------	---	-----	---------	---	-----	------	---	------------	-----	----------	---	-----	----------	----	-----	-------------------	----	-----	---------	----	-----	------	----	-----	--------------	----	-----------	-----	-----	----	-----	----------	----	-----	------	----	-----	----------	----	-------------	-----	----------	----	-----	------	----	-----	-----------	----	-----	-------	----	-----	------	----	-----------	-----	----	----	-----	----	----	------	----	-----	----	-----------	---	----	---------	---	----	--------------	---	----	--------------	----	----	----------------	----	----	-------------	----	----	-----------------	----	----	-----------------------	----	----	----------------	----	-----	------------	----	-----	--------------	----	-----	---------	----	-----	----------	----	-----	-----------	----	-----	----------	----	-----	----------	----	-----	-------------	----	-----	---------	----	-----	------------	----	-----	-------------	----	-----	----------	----	-----	---------------	----	-----	-------------	----	-----	----------	----	-----	-----------	----	-----	----------	----	-----	---------	----	-----	------------	----	-----	-------	----	-----	-------------------------------	----	-----	--------------	----	-----	-----------	----	-----	----------	----	-----	-----------	----	-----	-----------	----	-----	---------	----	-----	---------------------------------	----	-----	-----------------	----	-----	-----------	----	-----	---------------	----	-----	--------	----	-----	---------------	----	-----	------	----	-----	----------	----	-----	----------	----	-----	--------	----	-----	-------------	----	-----	-------------	----	-----	----------	----	-----	---------	----	-----	---------	----	-----	----	--------	----	----	------------	----	----	--------------	----	----	------------------------	----

參考文獻

- [1] W. Harter, W. Pfeiffer, P. Dominke, G. Ruck and P. Blessing " Future Electrical Steering Systems: Realizations with Safety Requirements, " SAE Paper 2000-01-0822.
- [2] A. E. Bishop, " Pinion for Vehicle Ratio Rack and Pinion Steering Gear, " US Patent Number: 28740, 1976.
- [3] H. Tokunaga, Y. Schmizu, " Variable Gear Ratio Steering System, " US Patent Number: 6155377, 2000.
- [4] M. Segawa, S. Nakano, O. Nishihara and H. Kumamoto, " Vehicle Stability Control Strategy for Steer-by-Wire System, " JSAE Review 22, pp. 383-388, 2001.
- [5] T. Kaufmann, S. Millsap, B. Murray and J. Petrowski, " Development Experience with Steer-by-Wire, " SAE Paper 2001-01-2479.
- [6] T. J. Park, S. W. Oh, J. H. Jang and C. S. Han, " The Design of a Controller for the Steer-by-Wire System Using the Hardware-in-the-Loop-Simulation System, " SAE Paper 2002-01-1596.
- [7] R. G. Hebden, C. Edwards and S. K. Spurgeon, " An Application of Sliding Mode Control to Vehicle Steering in a Split-Manoeuvre, " Proceedings of the American Control Conference, Denver, Colorado June 46, pp.4359-4364, 2003.
- [8] M. Hosaka and T. Murakami, " Yaw Rate Control of Electric Vehicle using Steer-by-Wire System, " AMC 2004 Kawasaki, pp. 3134, Japan.

- [9] 徐豪聲, “以CANbase發展之智慧型Gateway達成遠端CAN-based輪椅車監控系統”, 國立交通大學電機與控制工程系碩士論文, 2003。
- [10] R.T. McLaughlin and C. Quigley, “Analysis and Diagnostics of Time Triggered CAN (TTCAN) Systems,” SAE paper, No. 2004-01-0201.
- [11] 林明志, “泛用型車輛電子控制單元發展平台之研製”, 私立大葉大學電機工程研究所碩士論文, 2005。
- [12] BOSCH CAN Specification Version 2.0 1991, Robert GmbH, Postfach 50, D-7000 Stuttgart 1.
- [13] 陳致成, “智慧型CAN-based汽車雷達防撞警告系統”, 國立交通大學電機與控制工程系碩士論文, 2003。
- [14] 孫成均, “CAN BUS網路之鋼板熱軋溫度監控系統”, 私立元智大學機械工程學系碩士論文, 2003。
- [15] <http://www.delphiauto.com> [16] <http://www.alliedelec.com/Search/ProductDetail.asp?SKU=787-1013&desc=HCTL-2020> [17] 歐宗勳, “全數位化線性馬達運動控制實務”, 全華, 2001。
- [18] N. S. Nise, “Control Systems Engineering,” Wiley International Edition, 2004.
- [19] 趙清風, “使用MATLAB控制之系統識別”, 私立大葉大學電機研究所碩士論文, 2002。
- [20] 曾世峰, “線性直流無刷馬達自調式DSP控制器之設計”, 私立大葉大學電機研究所碩士論文, 2001。
- [21] 詹前茂, “電機驅動控制”, 新文京, 2003。
- [22] 謝松慶, “智慧型計算技術用於PI控制器設計之研究”, 私立大葉大學電機工程研究所碩士論文, 2005。
- [23] 黃明隆, “機車引擎微電腦控制之HIL系統建立”, 國立台北科技大學車輛工程研究所碩士論文, 2005。
- [24] xPC Target user 's Guide, The Mathworks. Inc.
- [25] <http://us1.webpublications.com.au>