

# 車輛線控轉向系統研究與實作 = The study and manufacturing of vehicle steer-by-wire system

林立璿、林海平

E-mail: 9707243@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

線控轉向系統已在航空領域成功地應用多年，而無機械或線控轉向系統也已在車輛領域中實現。車輛線控轉向系統由於取消了傳統車輛轉向系統中方向盤和轉向機柱之間的機械連接，完全擺脫了傳統轉向系統的各種限制，不僅給汽車轉向設計帶來無限的空間也可以任意設計傳動比，對轉向輪進行主動控制，並對隨車速變化的參數進行補償，實現理想的轉向特性，更提高汽車的操縱穩定性、安全性、舒適性。本研究中利用 Matlab/Simlink 建立線控轉向系統模型，並綜合車輛轉向系統動力學模型、力回饋馬達模型以及輪胎模型後得到的轉向力矩計算模型，並將車輛各項參數帶入建立之線控轉向系統模型，將實際車輛之轉動方向盤路感模擬出來，並與實際車輛所量測之扭力與轉角變化作比較。實驗平台則使用直流馬達、減速機、止擋機構、轉角感知器及使用脈波寬度調變控制訊號來驅動馬達轉動，馬達經過控制器所接收的訊號判定方向盤旋轉方向及速度，給予駕駛者應有的路感及力回饋。

關鍵詞：線控轉向系統；路感；力回饋

## 目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 博碩士論文暨電子檔案上網授權書.....	iii	中文摘要.....	iv
ABSTRACT.....	v	誌謝.....	vi
目錄.....	x	表目錄.....	xiii
符號說明.....	xiv	第一章 緒論.....	
1.1.1 前言.....	1	1.1.2 文獻回顧.....	3
1.2 文獻回顧.....	3	1.3 研究目的.....	7
第二章 車輛轉向系統介紹.....	9	2.1 傳統機械式車輛轉向系統 (TS).....	9
2.2 液壓輔助式車輛轉向系統 (HPS).....	11	2.3 電子液壓動力輔助轉向系統 (EHPS).....	12
2.4 電子輔助式車輛轉向系統 (EPS).....	13	2.5 線控轉向系統 (SBW).....	14
2.5.1 線控轉向系統之備用系統.....	15	第三章 車輛轉向系統理論分析.....	18
3.1 轉向系統動力學模型.....	19	3.2 力回饋馬達模型.....	21
3.3 輪胎模型.....	23	3.4 兩個自由度的自行車轉向模型.....	25
第四章 力回饋方向盤系統建立.....	30	4.1 線控轉向系統架構.....	30
4.2 實驗設備軟體介紹.....	30	4.2.1 Kyowa 方向盤操舵力角計.....	31
4.2.2 CAN-Bus 系統之方向盤轉角感知器.....	32	4.2.3 Kyowa 應變資料擷取系統.....	33
4.2.4 方向盤力回饋馬達.....	34	4.2.5 力回饋馬達減速機.....	36
4.2.6 National Instruments 軟體介紹.....	36	4.2.7 Keil $\mu$ -Vision2 整合發展軟體介紹.....	38
4.3 CAN-Bus 系統簡介.....	39	4.4 脈波寬度調變簡介 (Pulse Width Modulate, PWM).....	40
4.5 力回饋馬達控制模組.....	41	4.5.1 馬達驅動層.....	41
4.5.2 網路處理核心輸出入層介面.....	42	4.6 線控轉向系統之力回饋方向盤實驗平台建立.....	45
4.6.1 車輛線控轉向系統方向盤停止機構.....	46	第五章 模擬與實驗結果.....	49
5.1 實車量測轉動力矩.....	49	5.1.1 實驗車型.....	49
5.1.2 實車量測方法.....	50	5.2 實車量測與模擬結果.....	50
5.2.1 模擬結果.....	51	5.3 線控轉向系統改裝於一般車輛.....	55
第六章 結論與建議.....	57	6.1 結論.....	57
6.2 建議事項與未來研究項目.....	57	參考文獻.....	59
附錄.....	62		

## 參考文獻

- 參考文獻 [1]車輛線控轉向系統, <http://www.csi-auto.nl/carshopping/0013/>.  
[2]日本精工的線控轉向系統, <http://big5.nikkeibp.co.jp/china/news/news/200711/auto200711070126.html> [3]H.Ryouhei, N.Katsutoshi, N.Shirou and K.Kazuhiro, "The Vehicle Stability Control Responsibility Improvement Using Steer-by-Wire," Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2000.  
[4]Douglas Cesiel, Michael C. Gaunt and Brian Daugherty, "Development of a Steer-by-wire system for the GM Sequel," Proceedings of the SAE Technical Paper Series 2006-01-1173.  
[5]卓桂榮, "四輪驅動電動汽車關鍵技術研究," 博士後學位論文, 2004 [6]徐正會, 許益誠, 2002.11., "車輛滾動控制之回顧與分析," 第五屆全國機構與機器設計學術研討會論文集, pp.490-497.  
[7]山西汽車信息網, <http://www.0351auto.com/bbs/dispbbs.asp?boardid=9&id=1169&star=1>.

- [8]徐榮傑,“線控轉向系統力回饋控制之技術”,“私立大葉大學車輛工程研究所碩士論文”,2007 [9]徐榮傑,“線控轉向系統力回饋控制之技術”,“私立大葉大學車輛工程研究所碩士論文”,2007 [10]Masaya Segawa, Shiro Nakano, Osamu Nishiara, Hiromitsu Kumamoto, “Vehicle Stability Control Strategy for Steer by wire System,” JSAE Review 22(2001) 383-388.
- [11]第39屆東京車展,“富士機工展出使用鋼繩的線控轉向被用裝置”。
- [12]Douglas Cesieli, Michael C. Gaunt and Brian Daugherty, “Development of a Steer-by-system for the GM Sequel,” Proceedings of the SAE Technical Paper Series 2006-01-1173 [13]郭孔輝,“汽車操縱動力學”長春,吉林科學技術出版社,1991。
- [14]E. Bakker, L. Nyborg and H. B. Pacejka, “Tyre Modelling for Use in Vehicle Dynamics Studies,” SAE Paper No.870421, 1987.
- [15]張峻凱,“線控轉向系統動態分析之研究”,“私立大葉大學車輛工程研究所碩士論文”,2006 [16]Sam Sang You and Seok Kwon Jeong, “Controller Design and Analysis for Automatic Steering of passenger Cars,” IEEE, Mechatronics, Vol.12, pp.427-446, 2002 [17]NI USB-847x CAN 介面, <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/zht/nid/203382> [18]洪永杰,“單晶片實習-馬達轉速控制,” 2002 [19]林海平,張舜長,徐榮傑,“車輛線控轉向系統方向盤停止機構,”中華民國專利。
- [20]SAVRIN車輛規格, <http://www.5230.com.tw/cmcpublished/product/4/spec24.htm>