

The Study on Force Feedback System for Vehicle Steering Wheel

徐榮傑、林海平

E-mail: 9608373@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Vehicles with Steer-by-Wire System (SBW) cancel the mechanical connections between steering wheel and steering rack. This helps vehicles with steer-by-wire system not only to get rid of limitations of traditional steer system but also design the free force transfer for vehicle steering. It brings infinitive space and improves steer capability and is also a significant innovation in the vehicle design. This study is divided mainly into two parts. The first part is to establish the mathematical model for vehicle steering system. The steering system equations are established. The steering torque for the steer wheel, which is the foundation for following research, is analyzed. After then, a force feedback for steering wheel system platform, by actual data obtained from the tests with the Pulse-Width-Modulate (PWM) controlled force feedback motor, is established. In so doing, we can design the vehicle steering system, with the characteristics of “driving on road”, such as, vibration, steer torque and self-aligning moment.. etc. Finally, the steer-by-wire system on the platform will be tested.

Keywords : Steer-by-wire system, Vehicle steering system, Feedback motor steering wheel, Road feeling

Table of Contents

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	vii	圖目錄
x	表目錄	xiv	符號說明	xv	第一章 緒論
..... 1	1.1 前言	1	1.1.1 前言	1	1.1.2 文獻回顧
..... 4	1.2 研究目的	6	1.3 研究目的	6	1.4 研究流程與論文架構
..... 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 電子輔助式車輛轉向系統 (EPS)	12	2.4 線控轉向系統 (SBW)	14	第三章 車輛轉向系統動態數學模型
..... 18	3.1 車輛動力學系統模型	18	3.1.1 四輪車輛動力學模型	19	3.1.2 側傾引起的車輪負荷變化模型
..... 21	3.2 轉向系統動力學模型	24	3.3 輪胎模型	25	3.3.1 線性穩態輪胎模型
..... 25	3.3.2 原地轉向情況下的轉向力矩	27	3.4 車輛動態模擬軟體 (CarSim) 介紹	28	3.5 不同車速下轉向力矩模擬分析
..... 31	第四章 力回饋方向盤系統建立	35	4.1 線控轉向系統架構	35	4.2 CAN-Bus 系統簡介
..... 38	4.3 脈波寬度調變簡介 (Pulse Width Modulate, PWM)	39	4.4 分散式系統架構	40	4.5 實驗設備軟硬體介紹
..... 41	4.5.1 CAN-Bus 系統之方向盤轉角感知器	42	4.5.2 Kyowa 方向盤操舵力角計	43	4.5.3 Kyowa 應變資料擷取系統
..... 44	4.5.4 方向盤力回饋馬達	45	4.5.5 力回饋馬達減速機	46	4.5.6 CAN-King 軟體介紹
..... 47	4.5.7 Keil μ -Vision2 整合發展軟體介紹	49	4.6 力回饋馬達控制模組	50	4.6.1 馬達驅動層
..... 50	4.6.2 網路處理核心輸出入層介面	53	4.7 線控轉向系統之力回饋方向盤實驗平台建立	58	4.8 車輛線控轉向系統方向盤停止機構
..... 63	第五章 研究結果與討論	66	5.1 實車量測轉動力矩	66	5.1.1 實驗車型
..... 66	5.1.2 實車量測方法	67	5.1.3 實車量測結果比較	69	5.1.3.1 改變胎壓-車速參數 (1.04 rad/sec)
..... 69	5.1.3.2 改變胎壓-車速參數 (0.52 rad/sec)	71	5.2 實車量測方向盤自我回復力矩	72	5.2.1 改變車速-胎壓參數
..... 73	5.3 力回饋馬達模擬實車曲線	74	5.3.1 隨車速改變之方向盤自我回復功能	76	5.3.2 力回饋方向盤模擬轉向系統路面突發情形
..... 78	5.3.3 模擬胎壓不足時之警告裝置	82	5.4 線控轉向系統改裝於一般車輛	83	第六章 結論與建議
..... 87	6.1 結論	87	6.2 建議事項與未來研究項目	88	參考文獻
..... 90	附錄 A	90 92		

REFERENCES

- [1] “ Koyo Receives Technology Development Award for Steer-by- Wire, ” Koyo Engineering Journal, 2001.
- [2] Kasselmann J and Keranen T, “ Adaptive Steering, ” Bendix Technical Journal, Vol.2, pp.26~35, 1969.
- [3] Diem W, “ The Hands-off Approach, ” Automotive Engineer, pp.38~39, 2000.
- [4] H.Youhei, N.Katsutoshi, N.Shirou and K.Kazuhiro, “ The Vehicle Stability Control Responsibility Improvement Using Steer-by-Wire, ”

Proceedings of the IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.596~601, 2000.

[5] http://www.bertone.it/en/filo_prima_en.htm.(FILO Drive-by-wire car).

[6] Christian Ebner, " BMW Technical Reports, " pp.1~13, 2000.

[7] 簡明溫, " 模組化底盤之設計關鍵、工程發展與未來整合趨勢展望, " 機械工業雜誌, Vol.260, pp. 227~237, 2004.

[8] <http://www.delphiauto.com/>.

[9] " Electrically Powered Steering Belt Drive, " TRW, Steering.

[10] Masaya Segawa, Shiro Nakano, Osamu Nishiara, Hiromitsu Kumamoto, " Vehicle Stability Control Strategy for Steer by Wire System, " JSAE Review 22, pp.383-388, 2001.

[11] 第39屆東京車展, " 富士機工展出使用鋼繩的線控轉向備用裝置, "。

[12] Thomas D. Gillespie, " Fundamentals of Vehicle Dynamics, " Society of Automotive Engineers, Inc., 1992.

[13] 劉照, " 汽車電動助力轉向系統動力學分析與控制方法研究, " 華中科技大學, 2004.8。

[14] 郭孔輝, " 汽車操縱動力學, " 長春, 吉林科學技術出版社, 1991。

[15] 殷國標, 陳南, " 4WS車輛 μ 綜合魯棒主動側傾操縱性能控制, " 東南大學學報, 2006.5。

[16] " BOSCH CAN Specification Version 2.0 Technical Data, " pp.1~72.

[17] 洪永杰, " 單晶片實習 - 交流馬達轉速控制, " 元智大學, 2002.4。

[18] 林明志, " 泛用型車輛電子控制單元發展平台之研製, " 電機工程學系碩士論文, 大葉大學, 2005。

[19] Getting Started and Creating Applications, " KEIL Software User's Guide, " 2000.

[20] TOSHIBA, " TA8429H/HQ, " pp.1~14, 2004.4.

[21] 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, 申請中, 2007。