

線控轉向系統車輛穩定控制之研究

梁晉豪、張舜長

E-mail: 9607877@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要是探討線控轉向系統(Steer-by-Wire,SBW)之車輛穩定控制，由於線控轉向系統是透過控制轉向馬達使車輛轉向，因此可在其控制核心內加入車輛穩定控制之策略，不但可使車輛能達到轉向之效果，同時也具備了車輛安全穩定之特性。在車輛轉向穩定控制中，其主要目的在於控制車輛之重心側滑角，使車輛在行駛時都能保持在最低的蟲心側滑角的範圍內，以增加車輛在低速或高速過彎時的安全性、操控性以及穩定性。車輛穩定控制之方法主要分為二種。一為跟隨控制的前輪轉向穩定控制，透過控制車輛之橫擺率，控制在最佳的橫擺率之範圍，進而間接降低車輛之重心側滑角。由於前輪轉向之車輛受限於兩個輪胎轉向，因此在車輛穩定控制上無法有效地將重心側滑角降至最低之範圍，為了要有效地降低重心側滑角，本研究設計出第二種車輛轉向穩定控制，利用四輪轉向之優勢，控制後輪轉角，以輔助和修正的方式，使重心側滑角有效地降低。利用模擬軟體CarSim模擬測試，並觀察分析模擬車輛在行駛時是否能保持在最低的重心側滑角的範圍內。再透過硬體迴路(HIL)測試與本研究所建立的線控轉向平台向互連接控制，經由觀察硬體迴路測試之結果，可證實線控轉向系統會遵照車輛穩定控制之判斷控制轉向馬達。最後，將線控轉向系統移植於實際車輛上，透過實車量測，可更加確定本研究之線控轉向系統之強健性。

關鍵詞：車輛穩定控制，重心側滑角，線控轉向系統，CarSim，硬體迴路

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iv	西文摘要	vi
誌謝辭	vii	目錄	viii	圖目錄	xi
表目錄	xvi	符號說明	xvii	第一章 緒論	1
1.1.1 前言	1	1.2 文獻回顧	2	1.3 研究動機	5
1.4 研究流程	6	第二章 車輛線控轉向系統動態數學模型	8	2.1 建立二個自由度的自行車動態模型	8
2.2 建立轉向馬達模型	15	2.3 車輛動態模擬軟體(CarSim)介紹	21	2.4 線控轉向模型建立於CarSim	24
第三章 線控轉向系統車輛穩定控制探討與設計	29	3.1 傳統車輛之轉向原理	29	3.2 車輛穩定控制之設計	32
3.2.1 跟隨控制的前輪轉向穩定控制	32	3.2.2 P型回饋控制的四輪轉向穩定控制	35	3.3 車輛穩定控制模擬結果分析	41
第四章 線控轉向系統之設計與實現	63	4.1 線控轉向系統架構	63	4.2 分散式系統架構介紹	64
4.3 CAN Bus系統簡介	66	4.4.1 控制模組	67	4.4.2 線控轉向系統平台架設	71
4.4.3 可變液壓負載控制	74	4.5 線控轉向之備用系統	78	第五章 實驗方法與驗證	86
5.1 硬體迴路系統(HILS)架構	86	5.2 實驗結果與計算結果的比對	89	5.3 可便轉向比系統	96
5.4 實車測試	99	5.4.1 線控轉向系統改安裝於實際車輛(Focus)	98	5.4.2 實車測試結果	101
第六章 結論與建議	105	6.1 結論	105	6.2 建議事項與未來研究項目	106
參考文獻	108				

參考文獻

- [1] T.Kaufmann, S. Millsap, B. Murray and J. Petrowski, "Development Experience with Steer-by-Wire," SAE Paper 2001-01-2479 [2] M.Segawa, R.Hayama and S.Nakano, "A Study on Reactive Torque for Steer-by -Wire System(SBW) with Mechanical Fail-safe Device," Koyo Engineering Journal English Edition No.162E,2003.
- [3] T.J. Park, S.H. Lee and C.S.Han, "Design of the Electronic Control Unit for the Rack-Actuating Steer-by-Wire Using the Hardware-In-the-Loop Simulation System," Mechatronics, Vol.15pp.899-918,2005.
- [4] E.Ono, S.H.D. Tuan and S.Do, "Bifurcation in Vshcle Dynamics," IEEE Trans.Contr.Syst.Technol, Vol.6, No.3, pp.113-132, 198.
- [5] M.Segawa, S.Nakano, O. Nishihara and H. Kumamoto, "Vehicle Stability Control Strategy for Steer-by-Wire System," SAE Review, Vol.22, pp.383-388, 2001.
- [6] M.Yamamoto, "Active Control Strategy for Improved Handling and Stability," SAE Paper, No.911902, 2002.
- [7] M.Hosaka, T.Murakami, "Yaw Rate Control of Electric Vehicle Using Steer-by- Wire System," IEEE P0-7803-8300-1AMC2004-Kawasaki, Japan [8] H.J.Kim and Y.P.Park, "Investigation of Robust Roll Motion Control Considering Varying Speed

- and Actuator Dynamics,"IEEE Paper, Mechatronics,Vol.14,99.35-54,2004.
- [9] B.L.Boada et al."Fuzzy-logic Applied to Yaw Moment Control for Vehicle" Stability,"Vehicle System Dynamics,Vol.43,No.10,pp.753-770,October 2005.
- [10] 高利, "一種車輛主動橫擺力矩的神經網路控制方法,"江蘇大學學報(自然科學版),第28卷 第一期 2007年一月。
- [11] 楊樹, "電動輔助系統與車輛操控穩定性的仿真研究,"華中科技大學,碩士學位論文,2003。
- [12] N. Irie and J. Kuroki,"4WS Technology and the Prospects for Improvement of Vehicle Dynamics,"Society of Automotive Engineers, Vol.6,No.901167,pp.1334-1342,1990.
- [13] 張竣凱, "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。
- [14] 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.
- [15] E.Bakker,L.Nyborg and H.B.Pacejka,"Tyre Modelling for Use in Vehicle" Dynamics Studies,"SAE Paper,No.840421,1987.
- [16] A.Stotsky and X.Hu,"Stability Analysis of Robustly Decoupled Car Steering System with Nonlinear Tire Model,"IEEE,Proc.of the 36th Conference on Decision and Control,San Diego,California USA,Decemder 1997.
- [17] 黃立佳, "伺服馬達應用於車輛線控轉向系統之研究之發展,"私立大葉大學車輛工程研究所碩士論文,2006。
- [18] Dr.D.Hanselman, "Brushless Permanent Magnet Motor Design,"Electrical and Computer Engineering University of Maine Orono,ME 04469 USA.
- [19] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ja/nid/13117> [20] M. Shino,M. Nagai,"Yaw-Moment Control of Electric for Improving Handling and Stability," JSAE Paper,pp.473-480,2001.
- [21] 陳佳鑫, "四輪轉向車輛重心側滑角控制系統之設計與分析,"第六屆全國機構與機器設計學術研討會,2003.11。
- [22] Z. van, A.T., "Bosch ESP System:5 Years of Experience,"SAE paper, NO.2000-01-1633.
- [23] 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班,2005。
- [24] 2007 Microchip Technology Inc. MCP2510 Data Sheet.
- [25] G. Zuo et al."Quantitative Reliability Analysis of Different Design Alternatives for Steer-by-Wire System,"Elsevier Ltd.All rights reserved.
- [26] <http://china5.nikkeibp.co.jp/china/news/200511/auto200511030112.html>.
- [27] 張舜長、林海平、梁晉豪, "車輛線控轉向系統之備用裝置" 中華民國專利, 申請中, 2006年5月。
- [28] xPC Targetuse's Guide,The Mathworks.Inc.
- [29] <http://usl.webpublications.au.Steering wheel and tire angle at 20,40,60, 80 and 100km/hr,2000>.