

汽車ABS控制技術之硬體迴路模擬與實車路試

張翔棋、陳志鋐

E-mail: 321883@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要是自行開發 ABS(Anti-lock Brake System)控制器，並透過CarSim 模擬軟體驗證，藉由實際煞車系統進行硬體迴路模擬，同時透過基因演算法進行線上調整，促使控制器最佳化。將煞車油壓與控制閥門訊號利用CAN-bus 做資料之接收與傳送，透過所設計之ABS 控制器運用於實際硬體上，並結合MotoTron 將控制器運用在實車上作控制，探討車輛於煞車狀態下，輪胎作用力對車體行駛動態之影響。在 ABS 控制器設計方面，本文分別以車速與輪速所計算出滑差及油壓回授作為控制指標，在模擬與硬體迴路模擬過程中，分別利用高、中、低、高/中係數路面下測試控制器之控制性能，再到 ARTC 車輛測試中心進行實車測試，評估ABS 控制器控制性能在硬體迴路模擬與實車作比較，以修正模糊控制器在控制效果不佳區域之控制成效，期望能有效縮短煞車時間及煞車距離，以達到防鎖死煞車系統功能。

關鍵詞：防鎖死煞車控制器，CAN-bus，MotoTron，模糊控制，硬體迴路模擬，實車測試

目錄

博碩士論文暨電子檔案上網授權書.....	iii 中文摘要	iv ABSTRACT
v 致謝	vi 目錄	vii 圖目錄
x 表目錄	xv 符號說明	xvi
第一章 緒論	1 1.1 前言.....	1 1.2 文獻回
顧.....	2 1.3 研究動機與目的.....	5 1.4 本文架
構.....	6 第二章 ABS 控制器設計.....	8 2.1 模糊控制理
論.....	8 2.2 基因演算法(GA).....	14 2.3 ABS 控制器開發與設
計.....	16 2.4 模擬結果.....	27 2.4.1 車輛在高摩擦係數路面下模
擬.....	28 2.4.2 車輛在中摩擦係數路面下模擬.....	32 - viii - 2.4.3 車輛在低摩擦係數路面下模
擬.....	34 2.4.4 車輛在左右差異摩擦係數路面下模擬.....	37 第三章 ABS 煞車平台與實車煞車系統改
裝介紹.....	43 3.1 ABS 實車煞車平台介紹.....	44 3.2 ABS 系統元件介
紹.....	51 3.3 ABS 系統油路功能.....	52 3.4 ABS 作動器油路功能測
試.....	54 第四章 ABS 硬體迴路模擬實驗結果.....	58 4.1 實驗架構及控制流
程.....	58 4.2 實驗儀器設備和軟體介紹.....	60 4.3 基因演算法線上調
整.....	66 4.4 ABS 硬體迴路模擬實驗結果.....	69 4.4.1 車輛在高摩擦係數路面下硬體迴
路模擬.....	69 4.4.2 車輛在中摩擦係數路面下硬體迴路模擬.....	74 4.4.3 車輛在低摩擦係數路面下硬體迴
路模擬.....	77 第五章 實車驗證	81 5.1 實驗設備及記錄儀器介紹.....
5.2 實車測試控制流程.....	87 5.3 ARTC 路試.....	88 5.4 ARTC 路試量測及數
據分析.....	89 5.4.1 車輛在高摩擦係數路面下測試結果.....	90 5.4.2 車輛在中摩擦係數路面下測
試結果.....	95 5.4.3 車輛在低摩擦係數路面下測試結果.....	98 5.4.4 車輛在左右差異摩擦係數路面下
測試結果.....	100 5.4.5 主動煞車ABS 在高摩擦係數路面下測試.....	104 5.4.6 主動煞車ABS 在中摩擦係數路
面下測試.....	108 第六章 結論	113 參考文獻
108 第六章 結論	113 參考文獻	115 圖目
錄 圖 2.1 模糊推論系統流程方塊圖.....	9 圖 2.2 模糊推論方式的種類.....	11 圖 2.3 e ? e 網
狀平面.....	13 圖 2.4 CarSim 模擬環境下最佳滑差.....	17 圖 2.5 BOSCH 文獻滑差對應縱
向與橫向力係數[22].....	17 圖 2.6 控制流程方塊圖.....	18 圖 2.7 Conditional on-off 轉換
表[15].....	18 圖 2.8 模糊控制器使用基因演算法流程圖.....	20 圖 2.9 模糊控制器架
構.....	20 圖 2.10 誤差量歸屬函數.....	21 圖 2.11 誤差變化量歸屬函
數.....	21 圖 2.12 模糊控制輸出歸屬函數.....	22 圖 2.13 左前輪油壓響
應.....	25 圖 2.14 右後輪油壓響應.....	26 圖 2.15 CarSim 軟體與ABS 控制器控制模
組.....	27 圖 2.16 模擬高摩擦係數路面下有無控制器車速變化.....	29 圖 2.17 高摩擦係數路面下四輪滑差變
化.....	30 圖 2.18 高摩擦係數路面下四輪油壓變化.....	31 圖 2.19 中摩擦係數路面下四輪車速變
化.....	32 圖 2.20 中摩擦係數路面下四輪滑差變化.....	33 圖 2.21 中摩擦係數路面下四輪油壓變
化.....	34 圖 2.22 低摩擦係數路面下四輪車速變化.....	35 圖 2.23 低摩擦係數路面下四輪滑差變

化.....	36 圖 2.24 低摩擦係數路面下四輪油壓變化.....	37 圖 2.25 高/中摩擦係數路面下四輪車速變化.....
化.....	38 圖 2.26 高/中摩擦係數路面下四輪滑差變化.....	39 圖 2.27 高/中摩擦係數路面下四輪油壓變化.....
化.....	40 圖 2.28 高/中摩擦係數路面下有無控制器橫擺率變化.....	41 圖 3.1 Continental Teves series[21]
.....	44 圖 3.2 ABS 實車煞車平台.....	45 圖 3.3 實車改裝之引擎室空間配置.....
置.....	47 圖 3.4 位移計安裝.....	48 圖 3.5 安裝四輪分泵之壓力感知器.....
器.....	48 圖 3.6 實車後車廂改裝配置部份.....	50 圖 3.7 實車V-BOX 天線安裝.....
裝.....	50 圖 3.8 MK60 作動器外觀.....	51 圖 3.9 ABS 作動器閥體解說.....
說.....	52 圖 3.10 ABS 作動器油路圖.....	53 圖 3.11 油路功能測試流程.....
程.....	55 圖 3.12 壓力調節器之增壓測試.....	56 圖 3.13 壓力調節器之降壓測試.....
試.....	56 圖 3.14 壓力調節器之連續壓力之測試.....	57 圖 4.1 硬體迴路模擬實驗流程.....
程.....	59 圖 4.2 CC03 類比訊號輸入模組.....	61 圖 4.3 CC03 數位訊號輸出模組.....
組.....	61 圖 4.4 NI Softing-CAN-AC2-PC 硬體外觀.....	62 圖 4.5 RT-LAB 介面連結.....
結.....	63 圖 4.6 CarSim RT 操作介面.....	64 圖 4.7 QNX 操作介面.....
面.....	65 圖 4.8 MotoTron 車用控制模組.....	66 圖 4.9 CarSim RT 與實車連結.....
結.....	67 圖 4.10 基因演算法線上調整流程圖.....	68 圖 4.11 硬體迴路模擬高摩擦係數路面下有控制器車速變化.....
有控制器車速變化.....	70 圖 4.12 硬體迴路模擬高摩擦係數路面下無控制器車速變化.....	70 圖 4.13 硬體迴路模擬高摩擦係數路面下四輪滑差變化(有ABS).....
.....	71 圖 4.14 硬體迴路模擬高摩擦係數路面下四輪滑差變化(無ABS).....	72 圖 4.15 硬體迴路模擬高摩擦係數路面下四輪油壓變化(有ABS).....
.....	73 圖 4.16 硬體迴路模擬高摩擦係數路面下四輪油壓變化(無ABS).....	73 圖 4.17 硬體迴路模擬中摩擦係數路面下車速變化.....
.....	74 圖 4.18 硬體迴路模擬中摩擦係數路面下四輪滑差變化.....	75 圖 4.19 硬體迴路模擬中摩擦係數路面下四輪油壓變化.....
.....	76 圖 4.20 硬體迴路模擬低摩擦係數路面下車速變化.....	77 圖 4.21 硬體迴路模擬低摩擦係數路面下四輪滑差變化.....
.....	78 圖 4.22 硬體迴路模擬低摩擦係數路面下四輪油壓變化.....	79 圖 5.1 V-BOX 儀器.....
.....	80 圖 5.2 ES8 高頻訊號擷取器.....	82 圖 5.3 MotoTron 車用快速開發ECU
.....	84 圖 5.4 車身數據收集NoteBook+LabView	85 圖 5.5 LabView 圖控介面.....
.....	86 圖 5.6 實驗架構圖.....	87 圖 5.7 ARTC 煞車性能測試道.....
.....	89 圖 5.8 實車測試高摩擦係數路面下有控制器車速變化.....	90 圖 5.9 實車測試高摩擦係數路面下無控制器車速變化.....
.....	92 圖 5.10 實車測試高摩擦係數路面下四輪滑差變化(有ABS).....	93 圖 5.11 實車測試高摩擦係數路面下四輪滑差變化(無ABS).....
.....	94 圖 5.12 實車測試高摩擦係數路面下四輪油壓變化(有ABS).....	95 圖 5.13 實車測試高摩擦係數路面下四輪油壓變化(無ABS).....
.....	96 圖 5.14 實車測試高摩擦係數路面下有無控制器煞停距離.....	97 圖 5.15 實車測試中摩擦係數路面下車速變化.....
.....	98 圖 5.16 實車測試中摩擦係數路面下四輪滑差變化.....	99 圖 5.17 實車測試中摩擦係數路面下四輪油壓變化.....
.....	100 圖 5.18 實車測試低摩擦係數路面下車速變化.....	101 圖 5.19 實車測試低摩擦係數路面下四輪滑差變化.....
.....	102 圖 5.20 實車測試低摩擦係數路面下四輪油壓變化.....	103 圖 5.21 實車測試高/中摩擦係數路面下車速變化.....
.....	104 圖 5.22 實車測試高/中摩擦係數路面下四輪滑差變化.....	105 圖 5.23 實車測試高/中摩擦係數路面下四輪油壓變化.....
.....	106 圖 5.24 實車測試高/中摩擦係數路面下有無控制器橫擺率變化.....	107 圖 5.25 實車測試主動煞車高摩擦係數路面有控制器車速變化.....
.....	108 圖 5.26 實車測試主動煞車高摩擦係數路面無控制器車速變化.....	109 圖 5.27 實車測試主動煞車高摩擦係數四輪滑差變化(有ABS).....
.....	110 圖 5.28 實車測試主動煞車高摩擦係數四輪滑差變化(無ABS).....	111 圖 5.29 實車測試主動煞車高摩擦係數四輪油壓變化(有ABS).....
.....	112 圖 5.30 實車測試主動煞車高摩擦係數四輪油壓變化(無ABS).....	113 圖 5.31 實車測試主動煞車中摩擦係數路面車速變化.....
.....	114 圖 5.32 實車測試主動煞車中摩擦係數四輪滑差變化.....	115 圖 5.33 實車測試主動煞車中摩擦係數四輪油壓變化.....
.....	116 表 2.1 模糊控制器規則庫.....	117 表 2.2 油壓數學方程式.....
.....	118 表 2.3 高摩擦路面低速鎖死距離比較.....	119 表 2.4 模擬實驗煞車時間與距離之成效比較.....
.....	120 表 3.1 作動器各閥門作動之特性.....	121 表 3.2 升壓值與降壓值之結果.....
.....	122 表 3.3 煞車時間與距離之成效比較.....	123 表 4.1 硬體迴路模擬煞車時間與距離之成效比較.....
.....	124 表 5.1 實車煞車訊息位置表.....	125 表 5.2 實車測試煞車時間與距離之成效比較(腳踩).....
.....	126 表 5.3 實車測試煞車時間與距離之成效比較(主動煞車)	127 表 5.4 實車測試煞車時間與距離之成效比較(主動煞車)

參考文獻

- [1] Cho, J. M., Hwang, D. H., Lee, K. C., Jeon, J. W., Park, D. Y., Kim, Y. J., and Joh, J. S., "Design and Implementation of HILS System for ABS ECU of Commercial Vehicles," IEEE International Symposium, Vol. 2, pp. 1272-1277, 2001.
- [2] Chamaillard, Y., Gissinger, G. L., Perronne, J. M., and Renner, M. "An original braking controller with torque sensor," Proc. of the Third IEEE Conference on Control Applications, Vol. 1, pp. 619-625, 1994.
- [3] De Koker, P. M., Gouws, J., and Pretorius, L., "Fuzzy Control Algorithm for Automotive Traction Control System," IEEE Trans.on control system technology., Vol. 1, pp. 226-229, 1996.

- [4] Kuang, M. L., Fodor, M., Hrovat, D., and Tran, M., " Hydraulic Brake System Modeling and Control For Active of Vehicle Dynamics, " Proc. of the American Control Conference., Vol. 6,pp. 4538-4542, 1999.
- [5] Kiencke, U., and Nielsen, L., Automotive Control Systems, Springer, 2000.
- [6] Layne, J. R., Passino, K. M., and Yurkovich, S., " Fuzzy Learning Control For Anti-skid Braking System, " IEEE Trans. on control systems technology., Vol. 1, No. 2, pp.122-129, 1993.
- [7] Lee, J. C., and Suh, M. W., " Hardware-in-the Loop Simulator for ABS/TCS, " Proc. of the 1999 IEEE International Conference on Control Applications, pp. 652-657.
- [8] Mauer, G. F., " A Fuzzy Logic Controller for an ABS Braking System, " IEEE Trans. on Fuzzy systems., Vol. 3, No. 4, pp.381-388, 1995.
- [9] Mazumdar, S. K., and Lin, C. C., " Investigation of the Use of Neural Networks for Anti-Skid Brake System Design, " Proc. of the 1995 IEEE International Symposium., pp. 505-510.
- [10] Shih, M-C., and Wu, M-C., " Hydraulic anti-lock braking control using the hybrid sliding mode pulse width modulation pressure control method, " ImechE Proc. Instrn. Mech. Engrs., Vol. 215,part 1, pp. 177-187, 2001.
- [11] Shih, M-C., and Wu, M-C., " Using the sliding-mode PWM in an anti-lock braking system, " Asian Journal of Control., Vol. 3, no.3, pp. 255-261, 2001.
- [12] Shih, M-C., and Wu, M-C., " Simulated and experimental study of hydraulic anti-lock braking system using sliding mode PWM control, " Mechatronics., pp. 331-351, 2003.
- [13] Teng, F. C., " Real-time control using Matlab Simulink, " 2000 IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics., Vol. 4 , pp.2697-2702.
- [14] Yuan, F., Puskorius, G. V., Feldkamp, L. A., and Davis, L. I., " Neural Network control of a Four-Wheel ABS Model, " Proc.of the 1995 IEEE Int. Symp. on Intelligent Control., Vol. 2 pp.1503~1506, 1995.
- [15] 張瑞宗, " 模糊脈寬調變控制液壓防鎖死煞車系統之研究, " 成功大學碩士論文, 1999.
- [16] 李連春, " 液壓防止鎖死剎車系統控制器設計之研究, " 成功大學碩士論文, 1997.
- [17] 洪士超, " 防鎖死煞車系統之模糊控制, " 大葉大學碩士論文, 1997.
- [18] 黃俊源, " CAN-bus 應用於車輛安全控制系統之研製, " 大葉大學碩士論文, 2003.
- [19] 吳金華, " 汽車防鎖定煞車系統, " 全華科技圖書股份有限公司 , 1997.
- [20] 陳宗文, " 汽車行駛動態模擬與實驗, " 大葉大學碩士論文, 2003.
- [21]

http://www.cointionline.com/generator/www/de/en/cas/cas/themes/products/electronic_brake_and_safety_systems/electronic_brake_systems/abs_tcs_esc/ebs_mkxxe_1003_en.htm [22] BOSCH, " Driving-safety systems, " Robert Bosch GmbH 1999.