# 汽車ABS控制之硬體迴路模擬與實驗


## 蘇建彰、陳志鏗

E-mail: 9314785@mail.dyu.edu.tw



**摘 要**

本研究運用硬體模擬迴路之觀念，將輪速與控制閥門訊號利 用CAN-bus 做資料之接收與傳送，透過所設計之控制器運用於實 際硬體上，並結合已建構之七自由度的車輛運動數學模型探討車 輛於煞車狀態下，輪胎作用力對車體行駛動態之影響，再調整控 制器在最佳煞車效果。在ABS 控制器設計方面，本文分別以滑差 及輪速回授作為控制指標，在煞車過程中，分別利用潮濕路面及 乾燥路面測試控制器之控制性能，再與原廠ABS 控制器所控制性 能作比較，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 : 硬體模擬迴路，CAN-bus，車輛行駛動態，模糊控制，防 鎖死煞車系統


**目錄**


封面內頁 簽名頁 授權書.....iii 中文摘要.....v 英文摘要.....vi 誌謝.....vii 目錄.....viii 圖目錄.....xi 表目錄.....xiv 符號說明.....xv 第一章 緒論.....1 1.1 前言.....1 1.2 文獻回顧.....3 1.3 研究動機與本文架構.....6 第二章 液壓防鎖死煞車系統元件與實驗架構.....8 2.1 實驗架構.....8 2.2 實驗儀器與設備.....11 第三章 車體動態數學模型.....18 3.1 系統數學模式建立.....18 3.1.1 車體動態方程式.....18 3.1.2 車體動態系統整體數學模式.....28 3.2 驅動及煞車狀態下輪胎所受作用力.....29 第四章 ABS控制器設計.....37 4.1 調壓機構之特性.....37 4.2 模糊控制器理論.....43 4.3 查表法之設計.....47 4.4 模糊控制之設計.....48 4.4.1 輪速回授之設計.....49 4.4.2 滑差回授之設計.....49 4.5 最佳化滑差控制器之設計.....52 4.6 Conditional On-Off轉換.....54 4.7 路面狀況檢出方式.....55 第五章 硬體迴路連結實驗結果與討論.....56 5.1 原廠控制器之制動性能.....57 5.1.1 無ABS作用之制動性能.....58 5.1.2 乾燥路面之制動性能.....59 5.1.3 潮濕路面之制動性能.....61 5.1.4 不同路面切換之制動性能.....63 5.2 輪速回授煞車性能探討.....66 5.2.1 查表法控制結果.....66 5.2.2 模糊控制器控制結果.....70 5.3 滑差回授煞車性能探討.....71 5.3.1 乾燥路面之制動性能.....72 5.3.2 潮溼路面之制動性能.....74 5.3.2 不同路面切換之制動性能.....75 5.4 最佳化滑差控制之煞車性能探討.....81 5.5 控制結果與討論.....85 第六章 結論.....87 參考文獻.....88 附錄A 模糊控制器之規則庫.....91


**參考文獻**


[1] Wong, J. Y.,“ Theory of Ground Vehicle, ” John Wiley & Son,Third edition, 1993.

[2] Kaoru, S., Yoshiaki S.,“ Application of active yaw control to vehicle dynamics by utilizing driving/breaking force, ” JSAE Review., vol. 20, no. 2, pp. 289-295, 1999.

[3] Zanten, D. A., Erhardt, D. R., Pfaff, D. G., and Wiss, D. H.,“ ESP Electronic Stability Program, ” BOSCH, First Edition, 1999.

[4] 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.

[5] 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.

[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] 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.

[8] 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. 2pp.1503~1506, 1995.

[9] 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.
[10] Teng, F. C.,“ Real-time control using Matlab Simulink,” 2000 IEEE Int. Conf. on Systems, Man, and Cybernetics., vol. 4 , pp. 2697-2702.
[11] 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.
[12] 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. Instn. Mech. Engrs., vol. 215, part 1, pp. 177-187, 2001.
[13] 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.
[14] 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.
[15] 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.
[16] 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.
[17] Kiencke, U., and Nielsen, L., Automotive Control Systems, Springer, 2000.
[18] 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.
[19] 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.
[20] 洪士超,“ 防鎖死煞車系統之模糊控制”, 大葉大學碩士論文,1997.
[21] 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.
[22] 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.
[23] 陳宗文,“ 汽車行駛動態模擬與實驗”, 大葉大學碩士論文,2003.
[24] L.A.Zadeh,“ Fuzzy Set,” Information Control Vo18,pp.338~3531965 [25] Qiao, W. Z., Mizumoto, M.,“ PID type fuzzy controller and parameter adaptive method,” Fuzzy Sets and Systems., pp.23-35 1996.