

The Study of a Smart Wiper System

何英傑、張舜長

E-mail: 9419905@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop the smart wiper system for automotive. This system consists of two subsystems, one is auto-wiper system, another is self adjustable pressure system. In the tradition wiper system, the driver needs to adjust wiper speed according to the rainfall. It is easy to cause driver distracts and the inadequate pressure in a rubber-glass contact for wiper system, it can affect driver 's sight. In this study, we using Matlab/Simulink and Matlab/Fuzzy Logic Toolboxes set up the group of the controller to adjust the wiper speed and pressure. By using rain sensor and force measurement system, the controller received the sensor 's signals, to determine and adjust the wiper speed and pressure at proper time. The pressure is adjusted by using air pump to pressurize the wiper. We utilize Matlab/Real Time Workshop and Real Time Windows Target to build the simulation environment of the hardware, and combines the software with the hardware by National Instruments DAQ 6024E card. The results of experiment indicate that the proposed control techniques is effective in smart wiper system.

Keywords : Rain sensor, Auto-wiper system, Self adjustable pressure system, force measurement system, Fuzzy logic controller

Table of Contents

目錄封面內頁 簽名頁 授權書 1 中文摘要 v 英文摘要 vii 誌謝 viii 目錄 ix 圖目錄 xii 表目錄 xviii 符號說明 xix 第一章 緒論 1
1.1 研究背景 1 1.2 研究動機與目的 3 1.3 文獻回顧 5 1.4 研究步驟 8 1.5 論文架構 10 第二章 系統描述 11 2.1 智慧型雨刷系統架構 11 2.2 雨滴感測器之原理與特性 15 2.3 雨刷刷動間歇時間控制設計 37 2.4 雨刷片壓力自我調節系統元件介紹與測試 38 2.5 智慧型雨刷系統軟體介紹與應用 56 2.5.1 MATLAB/Simulink 建立控制器模組 56 2.5.2 National InstrumentsR DAQ 6024E 資料擷取卡應用 60 第三章 控制器設計 61 3.1 模糊控制理論 61 3.2 模糊控制器之設計 64 3.3 模糊控制實驗結果 79 第四章 各類型雨刷系統控制之比較 91 4.1 自動雨刷之控制速度式與控制間歇式 92 4.2 自動雨刷系統之測試 92 4.3 雨刷片加壓調節系統之測試 95 第五章 結論與建議 98 5.1 結論 98 5.2 建議 99 參考文獻 101 附錄A 105 附錄B 108 附錄C 111 附錄D 112 附錄E 113 附錄F 114 附錄G 116 圖目錄 圖2.1 智慧型雨刷系統架構圖 11 圖2.2 自動雨刷系統方塊圖 12 圖2.3 雨刷片壓力自我調節系統方塊圖 13 圖2.4 智慧型雨刷系統示意圖 14 圖2.5 智慧型雨刷系統實體圖 15 圖2.6 Benz雨滴感測器實體圖 15 圖2.7 光學式雨滴感測器作動示意圖 16 圖2.8 雨量與雨滴感知器輸出訊號之關係 17 圖2.9 落在擋風玻璃的雨量與車速之關係 17 圖2.10 車速測試示意圖 20 圖2.11 車速模擬測試實體圖 20 圖2.12 濾波前的雨滴感測器訊號圖(最大值) 22 圖2.13 濾波前的雨滴感測器訊號圖(最小值) 22 圖2.14 濾波後的雨滴感測器訊號圖(最大值) 23 圖2.15 濾波後的雨滴感測器訊號圖(最小值) 23 圖2.16 乾擦拭雨滴感知器輸出波形 24 圖2.17 雨量0.5cc, 雨滴感知器輸出波形 25 圖2.18 雨量5cc, 雨滴感知器輸出波形 25 圖2.19 雨滴感知器輸出波形特性 26 圖2.20 雨滴感測器輸出電壓3.5V之雨量, 測試條件: 時速10km/hr; 被測物距離 5m 30 圖2.21 雨滴感測器輸出電壓3V之雨量, 測試條件: 時速 10km/hr; 被測物距離 5m 31 圖2.22 雨滴感測器輸出電壓2.5V之雨量, 測試條件: 時速10km/hr; 被測物距離5m 31 圖2.23 雨滴感測器輸出電壓2 V之雨量, 測試條件: 時速10km/hr; 被測物距離 5m 32 圖2.24 雨滴感測器輸出電壓3.5V之雨量, 測試條件: 時速20km/hr; 被測物距離 10m 32 圖2.25 雨滴感測器輸出電壓3V之雨量, 測試條件: 時速 20km/hr; 被測物距離 10m 33 圖2.26 雨滴感測器輸出電壓2.5V之雨量, 測試條件: 時速20km/hr; 被測物距離 10m 33 圖2.27 雨滴感測器輸出電壓3.5V之雨量, 測試條件: 時速30km/hr; 被測物距離 15m 34 圖2.28 雨滴感測器輸出電壓3V之雨量, 測試條件: 時速 30km/hr; 被測物距離 15m 34 圖2.29 雨滴感測器輸出電壓2.5V之雨量, 測試條件: 時速30km/hr; 被測物距離 15m 35 圖2.30 雨滴感測器輸出電壓3.5V之雨量, 測試條件: 時速40km/hr; 被測物距離 20 35 圖2.31 雨滴感測器輸出電壓3V之雨量, 測試條件: 時速40km/hr; 被測物距離 20m 36 圖2.32 雨滴感測器輸出電壓2.5V之雨量, 測試條件: 時速40km/hr; 被測物距離 20 36 圖2.33 雨刷刷動間歇時間控制示意圖 38 圖2.34 應變規基本結構圖 39 圖2.35 四個應變規之電橋輸出 41 圖2.36 應變規歸零及放大之電橋電路 43 圖2.37 雨刷壓力測量架構圖 43 圖2.38 直流馬達往覆電路 46 圖2.39 氣動加壓方塊圖 47 圖2.40 過濾減壓閥實體圖 48 圖2.41 電磁方向閥實體圖 48 圖2.42 電控比例閥實體圖 49 圖2.43 雙動氣壓缸實體圖 49 圖2.44 各元件控制壓力變化圖 50 圖2.45 氣壓元件迴路控制圖 50 圖2.46 力量感測系統 51 圖2.47 應變規調整器 52 圖2.48 ispPAC-10訊號放大卡 52 圖2.49 應變規調整器調整 53 圖2.50 加壓壓力300g/mm ² ; 力量感測系統輸出0.27V 53 圖2.51 加壓壓力500g/mm ² ; 力量感測系統輸出0.57V 54 圖2.52 加壓壓力700g/mm ² ; 力量感測系統輸出0.82V 54 圖2.53 加壓壓力900g/mm ² ; 力量感測系統輸出1.3V 55 圖2.54 加壓壓力1100g/mm ² ; 力量感測系統輸出1.87V 55 圖2.55 加壓壓力1300g/mm ² ; 力量感測系統輸出2.31V 56 圖2.56 雨刷系統實驗平台之控制器模組 58 圖2.57 加壓判斷模組控制策略 58 圖2.58 模糊點基準值模組控制策略 59 圖2.59 雨刷刷動判斷模組控

制策略 59 圖2.60 National InstrumentsR DAQ 6024E資料擷取卡 60 圖3.1 模糊邏輯控制流程圖 62 圖3.2 模糊控制系統方塊圖 65 圖3.3 雨量誤差量之歸屬函數 68 圖3.4 雨量誤差變化量之歸屬函數 69 圖3.5 受壓力量之歸屬函數 69 圖3.6 雨刷掃除誤差量之歸屬函數 70 圖3.7 氣動加壓壓力之歸屬函數 70 圖3.8 雨刷刷動間歇時間之歸屬函數 71 圖3.9 情況一(Min-Min-Max)推論的作法 74 圖3.10 情況二(Min-Min-Max)推論的作法 75 圖3.11 情況三(Min-Min-Max)推論的作法 76 圖3.12 雨刷刷動間歇時間控制曲面圖 78 圖3.13 氣動加壓控制曲面圖 78 圖3.14 雨刷間歇時間控制(雨滴感測器輸出電壓大於3V) 79 圖3.15 雨刷間歇時間控制(雨滴感測器輸出電壓介於3V~2V) 80 圖3.16 雨刷間歇時間控制(雨滴感測器輸出電壓介於2V~1V) 80 圖3.17 雨刷間歇時間控制(雨滴感測器輸出電壓低於1V) 81 圖3.18 雨量掃除誤差 $e_2=0$ 82 圖3.19 雨量掃除誤差 $e_2=0.5$ 83 圖3.20 雨量掃除誤差 $e_2=1$ 84 圖3.21 雨量固定當雨滴感測器輸出3V時，雨滴感測器控制前與控制後之訊號變化 85 圖3.22 雨量固定當雨滴感測器輸出2V時，雨滴感測器控制前與控制後之訊號變化 86 圖3.23 雨量固定當雨滴感測器輸出1V時，雨滴感測器控制前與控制後之訊號變化 86 圖3.24 雨量固定為雨滴感測器輸出電壓3V時，施加350g/mm²的壓力 88 圖3.25 雨量固定為雨滴感測器輸出電壓2V時，施加350g/mm²的壓力 89 圖3.26 雨量固定為雨滴感測器輸出電壓3V時，施加600g/mm²的壓力 89 圖3.27 雨量固定為雨滴感測器輸出電壓2V時，施加600g/mm²的壓力 90 圖3.28 雨量固定為雨滴感測器輸出電壓2V時，施加1100g/mm²的壓力 90 圖4.1 雨滴感測器輸出電壓2.5V之雨量與固定雨刷壓力600g/mm² 93 圖4.2 雨滴感測器輸出電壓1V之雨量與固定雨刷壓力600g/mm² 94 圖4.3 雨滴感測器輸出3V之雨量，雨刷刷動速度(低速)，雨刷片加壓350g/mm²，偵測區瞬間電壓約為3.5V 96 圖4.4 雨滴感測器輸出2V之雨量，雨刷刷動速度(低速)，雨刷片加壓600g/mm²，偵測區瞬間電壓約為2.8V 96 圖4.5 雨滴感測器輸出2V之雨量，雨刷刷動速度(低速)，雨刷片加壓1100g/mm²，偵測區瞬間電壓約為3.5V 97 表目錄 表2.1 交通部安全法規-行車安全距離 28 表4.1 各類型雨刷系統控制之特性 91 表4.2 自動雨刷系統與智慧型雨刷系統的優、缺點比較 94 表4.3 雨刷片加壓調節系統與智慧型雨刷系統的優、缺點比較 97

REFERENCES

- [1] K. Mori, Y. Shiraishi, and M. Kuribayashi, " An Intermittent Wiper System with a Raindrop Sensor, " SAE Paper 851637.
- [2] K. C. Cheok, K. Kobayashi, S. Scaccia, and G. Scaccia, " A Fuzzy Logic-Based Smart Automatic Windshield Wiper, " IEEE Control Systems Magazine, pp.28-34, 1996.
- [3] M. Ucar, H. M. Ertunc, and O. Turkoglu, " The Design and Implementation of Rain Sensitive Triggering System for Windshield Wiper Motor, " Electric Machines and Drives Conference, 2000. IEMDC 2001, pp.329-336, 2001.
- [4] O. Terakura, A. Kurahashi and S. Wakabayashi, " Development of Rain Sensor for Automatic Wiper System, " SAE Paper, 2001-01-0612.
- [5] 王文廷, " 智慧型雨刷系統設計與實務 ", 大葉大學, 碩士論文, 2003.
- [6] D. Brummer, J. Dietrich, J. Peter, " Wiper Unit for Vehicle, " Europe ' s Patent FR2544677, 1983.
- [7] T. Blachetta, B. Egner-Walter, K. Jaisle, " Windscreen Wiper with Pressure Adjusting Means, " Europe ' s Patent US5577292, 1993.
- [8] D. L. Harmon, D. A. Patterson, Centerville, both of Ohio. " Variable Pressure Windshield Wiper Arm, " Europe ' s Patent US5421055, 1993.
- [9] Dimatteo et al. " Variable Pressure Windshield Wiper System, " United States Patent, No.5822827, 1998.
- [10] R. Grenouillat and C. Leblanc, " Simulation of Mechanical Pressure in a Rubber-Glass Contact for Wiper Systems, " SAE Paper, 2002-01-0798.
- [11] L. X. Wang, " A Course in Fuzzy Systems and Control, " 1997 [12] 謝孟宏, " 雨刷壓力自我調節控制之研究 ", 大葉大學, 碩士論文, 2003.
- [13] 黃明耀, " 轎車雨刷之彈性動態分析 ", 成功大學, 碩士論文, 1983.
- [14] 徐碧生, " 轎車雨刷系統設計 ", 台灣工業技術學院, 碩士論文, 1985.
- [15] S. M. Baek, T. Y. Kuc, " An Adaptive PID Learning Control of DC Motors, " IEEE 0-7803-4053-1997.
- [16] R. Suzuki and K. Yasuda, " Analysis of Chatter Vibration in an Automotive Wiper Assembly, " JSME International Journal, Series C, Vol. 41, No. 3, pp.616-620, 1998.
- [17] 彭毓瑩, " 雨刷機構創新與合成 ", 清華大學, 碩士論文, 2002.
- [18] N. Cappetti and E. Santoro, " An Application of Visualisation for Solving a Mechanical Design by Fuzzy Set, " IEEE Control Systems Magazine, pp.79-88, 1996.
- [19] V. Nikanth, " Finite Element Analysis of Metal Canned Wiper Design, " SAE Paper 931170.
- [20] M. Y. Ghannam, M. R. Schumack, " Analsis of an Automotive Windshield Washer Fluid Delivery System, " SAE Paper 2001-01-0128.
- [21] Y. K. Chin, A. Kade, J. Kowalik and D. Graham, " Electronic Windshield Wiper System : Modeling and Validation, " Int. J. of Vehicle Design, Vol. 12, No. 2, pp.175-182, 1991.
- [22] 孫宗瀛、楊英魁, " Fuzzy控制:理論、實作與應用 " 全華科技圖書, 台北, 1999.
- [23] 孫宗瀛、楊英魁、鄭魁香、林建德、蔣旭堂, " 模糊控制理論與技術 ", 全華科技圖書, 2001.
- [24] 李書橋、林志堅, " 汽車感測器原理 ", 全華科技圖書, 1991.
- [25] 王文俊, " 認識FUZZY ", 全華科技圖書, 2000.

- [26] 楊英魁、中國生產力中心技術服務組， “ FUZZY控制 ” ， 全華科技圖書，1993。
- [27] 王進德、蕭大全， “ 類神經網路與模糊控制理論入門 ” ， 全華科技圖書，2002。
- [28] T. Itoh and T. Suga, “ Piezoelectric Sensor for Detecting Force Gradients in Atomic Force Microscopy, ” Research Center for Advanced Science and Technology(RCAST), Vol.33, No.1A, pp. 334-340, 1994.
- [29] B. S. Hsu, S. F. Ling, “ Windshield Wiper System Design, ” Int. J. of Vehicle Design, Vol. 11 , No. 1, pp.63-78, 1990.
- [30] C. C. Lin, H. N. Huang, “ Vibration Control of Beam-Plates with Bonded Piezoelectric Sensors and Actuators, ” Computers and Structures, pp.239-248, 1999.
- [31] 中華賓士 原廠修護手冊 [32] 張舜長.謝孟宏.王文廷， “ 雨刷壓力調節機構之設計與探討 ” ， 第十九屆機械工程研討會，雲林， pp.1137~pp.1143，2002。
- [33] 張舜長.謝孟宏.何英傑， “ 雨刷壓力自我調節控制之研究 ” ， 第二十屆機械工程研討會，台北， pp.1491~pp.1498，2003。