

汽車之半主動懸吊系統的模糊控制器設計

鄭佳玟、林志哲

E-mail: 9601232@mail.dyu.edu.tw

摘要

本論文主旨在針對一般汽車行駛於常見路面之情況，設計一運用模糊理論下可兼顧乘坐舒適性與操縱安全性之半主動懸吊系統控制器，並應用於符合實際汽車使用。本文藉由汽車動態模擬軟體CarSim來定義模擬之汽車模型參數，針對被動式與傳統半主動式懸吊系統在不同車速下之固定波長路面之車輛動態，整理歸納並探討其乘坐舒適性與安全性。除此之外，再加以模擬模糊控制器之半主動式懸吊系統在各種不同形式之不平路面，與速度切換控制模式下的汽車動態，以及具模糊控制器之懸吊系統在環狀平坦路面轉彎、車道變換等駕駛狀況下之汽車動態，並加以分析比較乘坐舒適性與操縱安全性，以佐證本論文所設計之模糊控制器能達到期望之改善效果。

關鍵詞：可調式避震器；半主動式懸吊系統；Fuzzy；舒適性；安全性；CarSim；模糊控制；均方根值

目錄

| | |
|--------------------------|----------|
| 封面內頁 簽名頁 授權書 |iii |
| 中文摘要 | ...iv |
| 英文摘要 | ...v |
| 誌謝 |vi |
| 目錄 |vii |
| 圖目錄 |ix |
| 表目錄 |xii |
| 符號說明 | ...xv |
| 第一章 緒論 |1 |
| 1.1 前言 |1 |
| 1.2 研究動機與本文架構 |2 |
| 1.3 文獻回顧 |3 |
| 第二章 汽車之懸吊系統介紹 |6 |
| 2.1 車輛座標定義 |6 |
| 2.2 懸吊系統組成元件 |8 |
| 2.3 懸吊系統分類 |10 |
| 2.3.1 依連桿形式分類 |10 |
| 2.3.2 依性能分類 |12 |
| 第三章 被動式懸吊全車模型之建立與分析 |15 |
| 3.1 全車模型之懸吊系統的數學模型 |16 |
| 3.2 CarSim軟體介紹與全車模型建立 |21 |
| 3.2.1 CarSim之介紹 |21 |
| 3.2.2 被動式懸吊系統之建立 |22 |
| 3.2.3 半主動式懸吊系統之建立 |25 |
| 3.2.4 全車模型之建立 |27 |
| 3.2.5 測試路面之建立 |31 |
| 3.3 懸吊系統全車模型的模擬分析 |33 |
| 3.3.1 全車模型之性能指標定義 |33 |
| 3.3.2 懸吊系統之舒適性能分析 |36 |
| 3.3.3 懸吊系統之安全性能分析 |49 |
| 第四章 半主動式懸吊系統之模糊控制器設計 |63 |
| 4.1 半主動式懸吊系統之模糊控制器設計 |65 |
| 4.1.1 定義輸入輸出變數 |65 |
| 4.1.2 車身垂直加速度取樣方式探討 |66 |
| 4.1.3 模糊控制器規則之設計 |72 |
| 4.2 半主動式懸吊系統之模糊控制器舒適性能分析 |76 |
| 4.2.1 混合波長路面之舒適性能分析 |76 |
| 4.2.2 車速切換控制之舒適性能分析 |83 |
| 4.2.3 變換振幅路面之舒適性能分析 |87 |
| 4.3 半主動式懸吊系統模糊控制器之安全性能分析 |93 |
| 4.3.1 車道變換之安全性模擬與分析 |94 |
| 4.3.2 環形平坦路面之安全性模擬與分析 |97 |
| 第五章 結論與未來展望 |101 |
| 5.1 結論 |101 |
| 5.2 未來展望 |102 |
| 參考文獻 |104 |

參考文獻

- [1] A. Turtli, S. Roukieh, E. Dayre, " Three control approaches for the design of car semi-active suspension (optimal control, variable structure, fuzzy control) , " IEEE, Dec. 1993
- [2] F. Nicolas, J. Landauze, E. Castrillo, M. Gaston, R. Reyero, " Application of Fuzzy Logic Controller to the Design of Semi-Active Suspension Systems, " IEEE, Apr. 1997.
- [3] Keqiang Li, Masao Nagai, " Control and evaluation of active suspension for MDOF vehicle model, " JSAE, Jan. 1999.
- [4] Yuanjie Wu, Bohou Xu, " Nonlinear Modeling and Control of Automotive Vibration Isolation System, " IEEE, Jun. 2000.
- [5] Wanli Kim, Jeong-Woo Lee, Haak-Kyun Kim, Min-Soo Doo, " Handling Analysis of Active Height Control System Using ADAMS, " 2001.
- [6] 徐正會, 許益誠, " 車輛滾動控制之回顧與分析, " 第五屆全國機構與機器設計學術研討會, 2002.
- [7] Shiu-Jer Huang, Wei-Cheng Lin, " Mechatronic semi-active and active vehicle suspensions, " IEEE, 2003.
- [8] 賴耿陽, " 汽車懸吊裝置總覽, " 復漢出版社, 1998.
- [9] Terje Rolvag, " Design and optimization of suspension systems and components, " NTNU, Jan. 2004.
- [10] Fu-Cheng Wang, " Design and Synthesis of Active and Passive Vehicle Suspensions, " University of Cambridge, Sep. 2001.
- [11] Dahlberg T., " Ride Comfort and Road Holding of a 2-DOF Vehicle Travelling on a Randomly Profiled Road, " Journal of Sound and Vibration, 1978.
- [12] Daniel Fischer, Rolf Iserann, " Mechatronic semi-active and active vehicle suspensions, " Control Engineering Practice, Feb. 2003.
- [13] J. Y. Wang, " Theory of Ground Vehicle, " John Wiley & Sons, New York
- [14] John C. Dixon, " The Shock Absorber Handbook, " SAE,

Feb. 1999.

[15] Michael W. Sayers, Steven M. Karamihas, " The Little Book of Profiling, " University of Michigan Transportation Institute, Sep. 1998.

[16] 方鐘文, " 車輛主動式懸吊模糊控制系統研究, " 成功大學航空太空工程研究所碩士論文, 1996.

[17] 張記函, " 汽車懸吊避震器於規則路面之舒適性分析, " 雲林科技大學機械工程系碩士論文, 2003.

[18] 周振華, " 汽車獨立式懸吊避震器阻尼參數分析, " 雲林科技大學機械工程系碩士論文, 2004.