

複合動力車輛引擎控制之研究

劉兆俊、張舜長

E-mail: 9707929@mail.dyu.edu.tw

摘要

複合動力車輛(Hybrid Electric Vehicle, HEV)是一種結合引擎與電動馬達零污染特性所創造出輸出功率大、續航力佳與低噪音的一種省能、低污染且具環保概念的車輛。在今日環保意識抬頭下，複合動力車輛可兼顧省能、低污染，可謂是未來車輛中的一大福音。本研究旨在探討複合動力車輛能於高經濟效益下操作，為使複合動力系統的車輛能達到真正低污染且節省能源的目標，須先將整個複合動力系統中唯一會產生廢氣的引擎，控制在高效率且能保持在低油耗、污染的狀態下運轉。在本研究中為了使引擎能夠維持在最佳運轉區運轉，因此事先蒐集了許多國內外的論文，以做為發展引擎控制器之參考。研究最終選擇以比例、積分、微分(PID)的控制器，來製作引擎的控制器。並以實驗測試的方式，確認所發展出的引擎控制器是否能符合需求。最後將製作出的引擎控制器，應用於複合動力系統的實驗平台上，以ECE40行車型態作測試，搭配油耗計、空燃比計、廢氣分析儀等實驗儀器來確認引擎控制器的控制成果。經過在複合動力系統實驗平台上驗證後確認所製作的引擎控制器確實可使引擎達到油耗及廢氣的排放量都減少且輸出的功率亦能保持在設定的目標值內。

關鍵詞：複合動力系統；引擎控制器；PID控制法則；ECE40行車型態

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..... | vii | 目錄..... | viii | 圖目..... | x |
| 表目錄..... | xi | 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 研究動機與目的..... | 8 |
| 1.4 研究步驟..... | 9 | 1.5 論文架構..... | 10 | 第二章 並聯式複合動力系統架構簡介..... | 11 |
| 2.1 並聯式複合動力系統架構簡述..... | 11 | 2.1.1 並聯式複合動力系統各部元件介紹..... | 11 | 2.1.2 第一代並聯式複合動力系統實驗平台介紹..... | 19 |
| 2.1.3 第二代並聯式複合動力系統實驗平台介紹..... | 25 | 2.2 新舊複合動力系統實驗平台差異處解析..... | 26 | 第三章 並聯式複合動力車輛引擎控制器之發展與實現..... | 29 |
| 3.1 並聯式複合動力車輛引擎控制器控制法則簡述..... | 29 | 3.1.1 P型控制法則..... | 29 | 3.1.2 P型引擎控制器設計成果..... | 31 |
| 3.1.3 PID型控制法則..... | 35 | 3.1.4 PID型引擎控制器設計成果..... | 37 | 3.2 電子節氣門驅動器製作與實現..... | 42 |
| 3.2.1 直流三相同步馬達驅動器設計成果..... | 43 | 3.2.2 電子節氣門設計成果..... | 43 | 第四章 ECE40行車型態測試介面建立與測試..... | 45 |
| 4.1 ECE40行車型態測試法規簡述..... | 45 | 4.2 ECE40行車型態車輛阻力計算結果..... | 47 | 4.3 ECE40行車曲線程式建立..... | 50 |
| 第五章 實驗結果與數值分析..... | 54 | 5.1 引擎控制器實驗結果..... | 54 | 5.2 複合動力系統輸出功率實驗結果..... | 55 |
| 5.3 複合動力系統引擎油耗、廢氣排放量測實驗結果..... | 62 | 第六章 結論與建議..... | 71 | 6.1 結果與討論..... | 71 |
| 6.2 建議事項與未來研究方向..... | 72 | 參考文獻..... | 74 | 附錄A 直流三相同步馬達驅動電路設計圖..... | 80 |
| 附錄B 引擎控制器系統電路設計圖..... | 81 | 附錄C 行政院環保署公告之交通工具空氣污染物排放標準表[42].82 | | | |

參考文獻

- [1]鄭勝文，“電動車輛專輯”，機械月刊，pp.354-405，1999年。
- [2]呂振宇，“電動車輛發展概況介紹”，車輛研測資訊，pp.25-29，1999年。
- [3]尤如瑾，“我國電動機車產業發展現況與趨勢”，機械工程雙月刊，pp.44-57，2000年。
- [4]解潘祥，“複合電動車輛動力技術介紹”，機械工業雜誌，2003年。
- [5]J. Cassidy, M. Athans, and W. H. Lee, “On the Design of Electronic Automotive Engine Controls Using Linear Quadratic Control Theory,” Automatic Control, IEEE Transactions, Vol.25, Issue. 5, pp.901-912, 1980.
- [6]A. Bastian, “Modeling Fuel Injection Control Maps Using Fuzzy Logic,” Proceeding of the Third IEEE Conference on Computational Intelligence, Vol.2, pp.740-743, 1994.

- [7]M. Majors, J. Stori, and D. Cho, "Neural Network Control of Automotive Fuel-Injection Systems," IEEE Control System Magazine, Vol.14, pp.31-36, 1994.
- [8]P. Bidan, S. Boverie, and V. Chaumerliac, "Nonlinear Control of a Spark-Ignition Engine," IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol.3, No1, 1995.
- [9]R. Pfiffner, F. Webber, A. Amstutz, and L. Guzzella, "Modeling and Model-based Control of Supercharged SI-Engines for Cars with Minimal Fuel Consumption," Proceeding of the American Control Conference, pp.304-308, 1997.
- [10]R. Turley and M. Wright, "Developing Engine Test Software in LabVIEW," IEEE Autotestcon Proceedings, pp.575-579, 1997.
- [11]M. Won, C. Seibum, and J. Hedrick, "Air-to-Fuel Ratio Control of Spark Ignition Engines Using Gaussian Network Sliding Control," Transaction on Control Systems Technology, Vol.6, No .5, pp.678-687, 1998.
- [12]A. Nagasaka, M. Nada, H. Hamada, S. Hiramatsu, and Y. Kikuchi, "Development of the Hybrid/Battery ECU for the Toyota Hybrid System," SAE Paper 981122, 1998.
- [13]K. Hirose, T. Ueda, T. Takaoka, and K. Yukio, "The High-Expansion-Ratio Gasoline Engine for the Hybrid Passenger Car," JSAE Review, Vol.20, pp.13-21, 1999.
- [14]J. K. Pieper and R. Mehrotra, "Air/Fuel Ratio Control Using Sliding Mode Methods," Proceeding of the American Control Conference, Vol.2, pp.1027-1031, 1999.
- [15]P. Bowles, H. Peng, and X. Zhang, "Energy Management in a Parallel Hybrid Electric Vehicle with a Continuously Variable Transmission," IEEE American Control Conference, Proceedings of the 2000, Vol.1, pp.55-59, 2000.
- [16]M. Salman, N. J. Schouten, and N. A. Kheir, "Control Strategies for Parallel Hybrid Vehicles," Proceedings of the American Control Conference, Vol.1, pp.524-528, 2000.
- [17]林展聖, "並聯式混合動力機車傳動機構系統與其動態性能之研究", 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 2000年。
- [18]V. H. Johnson, K. B. Wipke, and D. J. Rausen, "HEV Control Strategy for Real-Time Optimization of Fuel Economy and Emissions," SAE Paper No. 2000-01-1543, 2000.
- [19]許宏偉, "並聯式混合動力機車之實作與控制", 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 2001年。
- [20]B. Wichert, M. Dymond, W. Lawrance, and T. Friesea, "Development of a Test Facility for Photovoltaic-Diesel Hybrid Energy Systems," Renewable Energy, Vol.22, pp.311-319, 2001.
- [21]H. Xiaoling and J. W. Hodgson, "Modeling and Simulation for Hybrid Electric Vehicles. I. Modeling, Intelligent Transportation Systems," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.3, Issue.4, pp.235-243, 2002.
- [22]H. Xiaoling and J. W. Hodgson, "Modeling and Simulation for Hybrid Electric Vehicles. II. Modeling, Intelligent Transportation Systems," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.3, Issue.4, pp.244-251, 2002.
- [23]K. T. Chau and Y. S. Wong, "Overview of Power Management in Hybrid Electric Vehicles," Energy Conversion and Management, Vol.43, pp.1953-1968, 2002.
- [24]孫冬野, "並聯式混合動力車輛動力轉換控制策略之研究", 大陸重慶大學, 2003年。
- [25]張欣、李國岫、宋建鋒、王大興, "並聯式混合動力汽車多能源動力總成控制單元的研究與開發", 大陸北方交通大學, 2003年。
- [26]張瑞鋒, "四行程汽油引擎模擬分析與人機介面測試建立", 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2003年。
- [27]許坤寶、蔡俊興、張春林、朱存權, "混合動力機車傳動系統之設計與平台測試", 第七屆全國機構與機器設計學術研討會, 台南, 2004年。
- [28]陳加昌, "並聯式混合電動動力系統之研究", 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2004年。
- [29]陳華、王耀南、孫煒、楊輝前, "基於模糊高斯基函數神經網路的電子節氣門控制", 計算技術與自動化期刊, 第24卷, 第2期, 2005年。
- [30]K. Ahn, S. Cho, S. W. Cha, and J. M. Lee, "Engine Operation for the Planetary Gear Hybrid Powertrain," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D:Journal of Automobile Engineering, Vol.220, No.12, pp.1727-1735, 2006.
- [31]T. Aono and T. Kowatari, "Throttle-Control Algorithm for Improving Engine Response Based on Air-Intake Model and Throttle-Response Model," IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.53, No.3, pp.915-921, 2006.
- [32]李盈村, "混合動力休閒車控制系統設計與製作", 虎尾科技大學動力機械工程研究所碩士論文, 2006年。
- [33]D. Pavkovic, J. Deur, M. Jansz, and N. Peric, "Adaptive Control of Automotive Electric Throttle," Control Engineering Vol.14, pp.121-136, 2006.
- [34]D. Karner and J. Francfort, "Hybrid and Plug-in Hybrid Electric Vehicle Performance Testing by the US Department of Energy Advanced Vehicle Testing Activity," Journal of Power Sources, Vol.174, pp.69-75, 2007.
- [35]H. Zhong, F. Wang, G. Q. Ao, J. X. Qiang, L. Yang, and B. Zhu, "An Optimal Torque Distribution Strategy for an Integrated Starter-Generator Parallel Hybrid Electric Vehicle Based on Fuzzy Logic Control," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D:Journal of Automobile Engineering, Vol. 222, No.1, pp.79-92, 2008.
- [36]K. Morita, K. Shimamura, S. Yamaguchi, K. Furumachi, N. Osaki, S. Nakamura, K. Narusawa, and K. J. Myong, "Development of a Fuel Economy and Exhaust Emissions Test Method with HILS for Heavy-Duty HEVs," SAE Paper No.2008-01-1318, 2008.

[37] http://www.welldone.com.tw/about_1.html. 統振股份有限公司。

[38]張敬煌，“並聯式複合電動重型機車系統之效能評估與人機介面之發展”，大葉大學車輛工程研究所碩士論文，2006年。

[39]李國寶，“並聯式混合電動高爾夫球車控制系統之研究”，大葉大學車輛工程研究所碩士論文，2005年。

[40] <http://w3.epa.gov.tw/epalaw/docfile/044300.pdf>. 中華民國行政院環境保護署網站。

[41]黃崧林，“燃油切斷系統應用於機車省能控制技術”，大葉大學車輛工程研究所碩士論文，2005年。

[42] <http://w3.epa.gov.tw/epalaw/docfile/040160.pdf>. 中華民國行政院環境保護署網站。