

# 車輛智慧型電能管理系統之研究

戴瑞言、張舜長 副教授

E-mail: 9222178@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本文主要介紹 - 將灰色理論與遺傳基因演算法改善模糊控制利用在一般車輛及並聯式混合動力機車的電能系統上，來提高其發電的效能，在更符合電瓶的實際的需求的前提下，利用遺傳演算法設計改善模糊控制器，使模糊控制器更加精簡有效率，模糊控制器依照灰色理論預測值和實測值做最實際電瓶殘電量值State of Charge (S.O.C) 的模糊決策運算，利用智慧型的判斷給予發電機控制最佳激磁控制電流；使電瓶可隨時保持在最高工作效率和延長其使用壽命。本論文除了將灰色遺傳演算法模糊控制器列為發電機控制的主系統，並將其原本全晶體控制式電路改為次系統，構成混合式充電控制系統；其發電機不會因為激磁控制系統故障而無法行使原本工作，並可將其發電機的發電狀況提醒駕駛者，使充電系統可以隨時保持最佳狀況。

關鍵詞：模糊控制；灰色理論；遺傳基因演算法；電瓶殘電量；最佳激磁控制；混合式充電控制系統

## 目錄

第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 文獻探討	1
1.3 論文架構與研究流程	5
1.3.1 實驗系統架構之元件及設備介紹	6
1.3.2 車輛電能管理系統架構流程	13
1.3.3 實驗進行注意事項	15
第二章 交流發電機特性分析	17
2.1 發電機元件結構功能探討	17
2.1.1 佛萊明右手定則	18
2.2 發電機轉換效率與激磁電流關係	20
2.3 現今並聯式混合動力車專用交流發電機與一般車輛交流發電機之差異	23
2.4 並聯式混合動力機車電能系統數學模型	25
2.4.1 並聯式混合動力機車電能系統總轉移函數	29
第三章 電瓶放電特性測試及殘電量數據建立	32
3.1 電瓶功用簡述	32
3.2 電瓶電瓶作用原理	34
3.2.1 電瓶比重與充放電程度之關係	36
3.3 鉛蓄電瓶系統最佳效能控制與特性分析	47
3.3.1 鉛酸電瓶放電反應特性測試	48
3.3.2 電瓶輸出效率和輸出能量	50
3.3.3 電瓶溫度量測	52
3.3.4 模糊控制電瓶溫度量測流程	54
3.3.4.1 溫度感測器LM335IC	55
3.3.4.2 電瓶溫度量測電路總運算式	57
第四章 模糊控制理論、灰色理論、遺傳基因演算法理論探討	61
4.1 模糊控制理論	61
4.1.1 模糊邏輯控制系統基本架構	63
4.1.2 模糊化(Fuzzification)	64
4.1.3 資料庫(Data Base)	66
4.1.4 推理機構(Inference Engine)	67
4.1.5 解模糊化(Defuzzification)	69
4.1.6 12 Volts車輛模糊控制系統	70
4.1.7 12 Volts車輛電能模糊控制系統實驗結果討論與分析	74
4.2 灰色理論	79
4.2.1 傳統統計迴歸	79
4.2.2 灰關聯分析 (Grey Relational Analysis)	80
4.2.3 灰關聯生成的四項公理	81
4.2.4 灰關聯度	82
4.2.5 灰關聯係數	82
4.2.6 辨識係數	84
4.2.7 灰關聯度	84
4.2.8 灰關聯架構分析	84
4.3 遺傳基因演算法設計模糊控制器	89
4.3.1 遺傳基因法則演化過程	89
4.3.2 G.A.模糊控制器系統	92
第五章 12 Volts車輛灰色模糊控制系統效能和實測結果分析	98
5.1 12 Volts車輛電能管理系統	98
5.2 12 Volts車輛電能灰色模糊控制系統	99
5.2.1 灰色模糊控制系統	108
5.3 12 Volts 車輛電能灰色模糊控制測試結果分析	112
第六章 24 Volts並聯式混合動力機車電能控制系統效能和實測結果分析	116
6.1 24 Volts並聯式混合動力機車動力與電能控制系統	116
6.1.1 並聯式混合動力機車動力系統作動模式	117
6.1.2 並聯式混合動力機車動力系統作動模式與S.O.C的關係	123
6.2 24 Volts並聯式混合式動力機車電能模糊邏輯控制系統測試結果分析	123
6.3 24 Volts並聯式混合式動力機車電能控制系統測試	123

結果分析.....127	6.4印證並聯式混合動力機車引擎最佳經濟燃油範圍G.A. Fuzzy電能管理控制系統之控制可行性.....
.....	.....131
6.4.1並聯式混合動力機車動力系統實驗測試平台修正.....	.....132
6.4.2並聯式混合動力機車行駛動力分析.....	.....133
6.4.3並聯式混合動力機車動力系統G.A. Fuzzy電能管理控制系統最佳經濟燃油轉速範圍測試結果分析.....	.....137
第七章 結論 7.1建議與未來研究方向.....	.....146
參考文獻.....	.....147
附錄A.....	.....153

## 參考文獻

- [1] 蔣依吾、董正忠、徐作聖, “電動車輛結合燃料電池之綜合分析”, 能源季刊, 1998年10月。
- [2] 張一岑、張文隆, “能源特論”, 徐式基金會, pp.384-pp393, 1999年3月。
- [3] 行政院交通部統計處, 行政院環境保護署統計室. 民國91年統計 <http://www.motc.gov.tw/service/>。
- [4] Environmental Science & Technology, “Honda’s Insight Is First Hybrid Vehicle to Hit U.S. Market”, Vol 33, No 23, Dec. 01. 1999.
- [5] 機械月刊編輯部, “汽車替代能源引進狀況與未來展望”, 機械月刊, 第二十五卷第八期, 1999年8月。
- [6] 吳建宗, “國內電動車發展及燃料電池運用”, 機械工業雜誌, 89年11月, pp. 163-172。
- [7] D. Hermance, S. Sasaki, “Hbrid Electric Vehicles Take to the Streets”, IEEE Spectrum November, Vol.35, pp.48-52, 1998.
- [8] 1998國際電動車與混成電動車研討會, 國立清華大學動力機械系主辦, 財團法人自強工業科學基金會承辦, 民國87年。
- [9] 鄭勝文, “電動車輛專輯”, 機械月刊, 民國88年8月, pp. 354-405。
- [10] 呂振宇, “電動車輛發展概況介紹”, 車輛研測資訊, pp. 25-29, 民國88年3月。
- [11] 林振江, 施保重編著, 「混合動力車理論與實際」, 全華科技圖書股份有限公司第2-26?2-57頁, 2002年3月。
- [12] N. Iwai, “Analysis on Fuel Economy and Advanced Systems of Hybrid Vehicles”, JSAE REVIEW20, pp. 3-111, 1999.
- [13] Sakai, et al., “Generator Control System for a Hybrid Vehicle Driven by an Electric Motor and an Internal Combustion Engine,” U.S. Patent, 5786640, 1998.
- [14] Liang, et al., “Study of the Electronic Control Strategy for the Power Train of Hybrid Electric Vehicle,” IEEE, Vol.1, pp. 383-386, 1999.
- [15] Kikuchi, et al., “Hybrid Electric Vehicle with Battery Management,” U. S. Patent, 5945808, 1999.
- [16] 王子彰, 吳昌暉, “混合動力型代步車輛之系統規劃與控制系統開發製作”, 元智大學機械工程研究所碩士論文, 2000。
- [17] M. Salman, Niels J. Schouten, and Naim A. Kheir, “Control Strategies for Parallel Hybrid Vehicles”, IEEE, Vol.1, pp. 524-528, 2000.
- [18] 楊詠宜, “智慧型電動機車電池充殘電器之研製”, 中山大學碩士論文, 2000。
- [19] K. L. Butler, M. Ehasni, “A Matlab-Based Modeling and Simulation Package for Electric and Hybrid Electric Vehicle Design”, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 48, No. 6, pp. 1770-1778, 1999.
- [20] 許宏偉, “並聯式混合動力機車之實作與控制”, 大葉大學碩士論文, 民國九十年。
- [21] A. K. Jaura, M. B. Levin, “Starter Alternator Evolution and Interface in Hybrid Vehicles”, EVS 15, Brussels, Belgium, Oct 1998.
- [22] 李添財編著, 「汽車電子學-電子技術與應用」, 全華科技圖書股份有限公司, 第105-151頁, 1998年4月。
- [23] 梁季倉, 韓強生, 李永振編譯, 「電子學[下]-第五版」, 全華科技圖書股份有限公司, 第11-9至11-21頁, 2001年8月。
- [24] 洪清寶, 白能勝, 王孟輝, 賴秋庚譯, 「控制系統工程第二版」, 滄海書局, 第68-75頁, 1999年5月。
- [25] 沈芳州編譯, 「各類電池使用指南」, 全華科技圖書股份有限公司, 第90至93頁, 1996年6月。
- [26] J. H. Wu, M. L. You, and Wen, “A Modified Grey Relational Grade”, The Journal of Grey System, Vol.1, No3, pp283-288, 1999.
- [27] V. Spath, A. Jossen, H. Doring, J. Garche, “The Detection of the State of Health of Lead-Acid Batteries”, Vol.19, No23, IEEE, pp681-686, October, 1997.
- [28] Shane Duryea Syed Islam Willian Lawrance, “A Battery Management System for Stand Alone Photovoltaic Energy Systems”, IEEE, Vol.2, pp.2649-2654, 1999.
- [29] 陽毅平、陳松誼, 電動機車殘存電量顯示之研究, 碩士論文, 國立台灣大學機械工程學系, 2001。
- [30] 孫宗瀛、黃金定編著, 「常用線性IC資料手冊」, 全華科技圖書股份有限公司, 第9.36-9.50頁, 2001年5月。
- [31] 機械工程手冊、電機工程手冊編輯委員會, 「機工程手冊1 基礎理論卷」, 第11篇化學第6章化學動力學基礎, 五南圖書股份有限公司, 第57-60頁, 2001年7月。
- [32] 孫宗瀛、楊英魁編著, 「FUZZY控制理論、與實作與應用」, 全華科技圖書股份有限公司, 第233-268頁, 1998年12月。
- [33] P. Melin, Associate Member, “Intelligent Control of Complex Electrochemical Systems With a Neuro-Fuzzy-Genetic Approach” IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.48, No.5, pp.951-954, October 2001.
- [34] G. J. Klir and B. Yuan, “Fuzzy Sets Fuzzy Logic Theory and Application,” Prentice-Hall International, Inc., pp.97-107, 2001.
- [35] 林政豪, “結合基因演算法與模糊控制在電力系統穩定器之研究”, 國立台北科技大學電機工程學系研究所碩士學位論文, 2001。
- [36] 陳志煒, “應用遺傳基因演算法則改善電力系統穩定度之研究”, 淡江大學電機工程研究所碩士論文, 1998。
- [37] 李桂香, “植基於遺傳演算法之多階模糊控制器設計”, 國立台灣師範大學工業學教育研究所碩士學位論文, 2000。
- [38] 陳建宏, “應用灰色理論與模糊控制建構及時電力需量控制系統”, 國立台北科技大學電機工程學系研究所碩士學位論文, 2001。

- [39] C. C. Wong and C. C. Chen, " A Simulated Annealing Approach to Switching Grey Prediction Fuzzy Control System Design ", International Journal of Systems Science Vol.29, No.6, pp637- 624, 1998.
- [40] 張偉哲、溫坤禮、張廷政, " 灰關聯模型方法與應用 ", 高立圖書有限公司, 1990。
- [41] 王進力, " 感應機向量控制驅動器之PID控制器調適 ", 淡江大學電機工程學系研究所碩士學位論文, 2001。
- [42] 翁慶昌、陳嘉穰、賴宏仁編著, 「灰色系統基本方法及其應用」, 高立書局, 第25-30頁, 90年5月30日 [43] G. Syswerda, " Uniform Crossover in Genetic Algorithm ", Proceeding of the 3 ' rd International Conference on Genetic Algorithms, pp.2-9, June 1989.
- [44] R. R. Yager and D. P. Filev, " Essential of Fuzzy Modeling and Control, " John Wiley & Sons, Inc. , pp.155-181, 1994.
- [45] D. J. King, et al. , " Using a Fuzzy Inference System To Control a Pumped Storage Hydroplant ", IEEE, Vol.2, pp.1008-1011, 2001.
- [46] 曾全佑, " 電動車整合型控制器之研究與發展 - - 電池殘電量監測器之研究與發展, " 國科會/環保署科技合作研究計畫成果報告, 1999。
- [47] 楊文杰, " 混合動力機車動力分配及性能分析 ", 大葉大學碩士論文, 2002。
- [48] 林展聖, " 並聯式混成動力機車傳動機構系統與其動態性能之研究 ", 大葉大學碩士論文, 2000。
- [49] 黃國修, " 並聯式混合動力機車引擎系統之最佳化 ", 大葉大學專題研究計畫成果報告, 2000年6月。