

類神經網路應用於電動載具電池殘電量估測之研究

徐永佺、張舜長

E-mail: 364807@mail.dyu.edu.tw

摘要

近年來由於石油危機，電動載具已成為未來趨勢，並且鋰電池為未來電動載具電池首選，在電動載具中要能夠完整的管理鋰電池就必須有準確的電池殘電量(State of Charge, SOC)。在眾多二次電池中鋰離子電池是作為電動載具電池較為合適的，而鋰離子電池中又為以磷酸鋰鐵電池更為合適，因其特性工作電壓高、循環壽命高、自放電率低與能量效率高等優點因此本論文選用磷酸鋰鐵電池作為實驗對象，而鋰鐵電池會因溫度、充放電電流等外在因素影響電池容量，由此得知能夠準確的預估電池殘電量是相當困難的，然而類神經網路的非線性、可變性、多輸入輸出與可容錯等特性使得類神經網路能夠準確地預測電池殘電量，在實驗中利用充、放電測試主機在不同外在條件下取得電池充、放電資料，將電池溫度、放電電流與電池端電壓作為類神經網路之輸入，電容量作為目標，在本研究中使用MATLAB程式內之類神經網路建立預估電池殘電量之類神經網路。最後利用LabVIEW圖控軟體設計一套電池電容量運算與電池特性監控程式，利用此程式結合實驗設備使其能夠調控對電池放電之電流大小，再將放電資料儲存，利用此放電資料輸入至類神經網路電池殘電量估測模組中預估電池殘電量後比較實際電容量與預估電容量誤差，而驗證顯示使用倒傳遞網路中的scg演算法擁有較高的精準度其實際殘電量與預估殘電量平均誤差為7%。

關鍵詞：類神經網路、MATLAB、電池殘電量(State of Charge、SOC)

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii
ABSTRACT.....	iv
誌謝.....	v
目錄.....	vi
圖目錄.....	ix
表目錄.....	xii
符號說明.....	xiii
第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.2 文獻回顧.....	2
1.3 研究動機.....	4
1.4 研究步驟.....	5
第二章 二次電池特性與電容量檢測法.....	7
2.1 二次電池.....	7
2.1.1 鉛酸電池.....	7
2.1.2 鎳鎘電池.....	8
2.1.3 鎳氫電池.....	8
2.1.4 鋰電池.....	9
2.1.5 二次電池比較.....	10
2.2 鋰離子電池種類.....	11
2.2.1 鋰鈷電池.....	11
2.2.2 鋰鎳電池.....	12
2.2.3 鋰錳電池.....	12
2.2.4 鋰鐵電池.....	13
2.2.5 鋰離子電池比較.....	13
2.3 鋰鐵電池原理與結構.....	15
2.4 電池電容量檢測方法.....	16
2.4.1 開路電壓法.....	17
2.4.2 安培小時法.....	17
2.4.3 加載電壓法.....	18
2.4.4 查表法.....	19
2.4.5 交流阻抗法.....	19
2.4.6 類神經網路法.....	20
第三章 應用於類神經網路之電池殘電量模組.....	21
3.1 類神經網路.....	21
3.1.1 類神經網路各層功能.....	24
3.1.2 類神經網路運作.....	25
3.1.3 Elman類神經網路.....	27
3.1.4 廣義迴歸類神經網路.....	29
3.1.5 倒傳遞類神經網路.....	31
3.2 類神經網路訓練法.....	32
3.2.1 具有動量的批次梯度下降函數.....	33
3.2.2 可變學習速率演算法.....	33
3.2.3 可變學習率動量梯度下降演算法.....	34
3.2.4 比例共軛梯度演算法.....	34
3.2.5 擬牛頓演算法.....	35
3.2.6 One Step Secant演算法.....	35
3.2.7 Leveberg-Marquardt演算法.....	36
第四章 殘電量估測系統實驗與驗證規劃.....	38
4.1 製作殘電量模組之實驗平台.....	38
4.2 電池殘電量估測驗證平台.....	43
4.3 用於驗證之參數監控程式.....	49
第五章 實驗結果與分析.....	53
5.1 電池實際電容量.....	53
5.2 電池殘電量放電測試.....	55
5.3 殘電量估測模組.....	59
5.4 神經元決策.....	59
5.5 Elman類神經網路.....	61
5.5.1 Elman神經網路traingdm訓練函數.....	61
5.5.2 Elman神經網路traingda訓練函數.....	62
5.5.3 Elman神經網路traingdx訓練函數.....	63
5.7 倒傳遞類神經網路.....	67
5.7.1 可變學習率動量梯度下降演算法(traingdx).....	68
5.7.5 Leveberg-Marquardt演算法(trainlm).....	76
5.8 殘電量估測法驗證.....	78
第六章 結論與建議.....	87
參考文獻.....	90

參考文獻

- [1]20世紀的石油危機，取自 <http://www.epochtw.com/7/7/24/61189.htm>，大紀元(2007年7月24日)，2012年6月20日。
- [2]X. Z. Wei, X. P. Zhao, and Y. J. Yuan, "Study of Equivalent Circuit Model for Lead Acid Batteries in Electric Vehicle," IEEE, Measuring Technology and Mechatronics Automation, Vol. 2, pp.685-690, 2009.
- [3]F. Coupan, I. Sadli, I. Marie-Joseph, A. Primerose, and H. Clergeot, "New Battery Dynamic Model Application to Lead Acid Battery," IEEE, Computer and Automation Engineering (ICCAE), Vol. 5, pp.140-145, 2010.
- [4]J. Zhang, Ci. Song, H. Sharif, and M. Alahmad, "An Enhanced Circuit-based Model for Single-cell Battery," IEEE, Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), Vol. 5, pp.672-675, 2010.
- [5]J. Zhang, Ci. Song, H. Sharif, and M. Alahmad, "Modeling Discharge Behavior of Multicell Battery," IEEE, Energy Conversion, Vol. 25,

pp.1133-1141, 2010.

- [6]A. Eddahech, O. Briat, J.-M. Vinassa, " Neural Networks Based Model and Voltage Control for Lithium Polymer Batteries, " IEEE, Diagnostics for Electric Machines, Power Electronics & Drives , pp.645-650, 2011.
- [7]G. Li, H. Wang, and Z. Yu, " New Method for Estimation Modeling of SOC of Battery, " IEEE, Software Engineering, Vol. 2, pp.387-390, 2009.
- [8]L. Wang, L. Wang, and J. Liu, " Sigma-point Kalman Filter Application on Estimating Battery SOC, " IEEE, Vehicle Power and Propulsion Conference, pp.1592-1595, 2009.
- [9]L. Wang, L. Wang, and C. Liao, " Research on Improved EKF Algorithm Applied on Estimate EV Battery SOC, " IEEE, Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), pp.1-4, 2010.
- [10]李建興、陳瑋凱、洪建平, " 類神經網路應用於鉛酸電池放電時間之估測 ", 第28屆電力工程研討會, 2007年。
- [11]B. X. Sun and L. Wang, " The SOC Estimation of NIMH Battery Pack for HEV Based on BP Neural Network, " IEEE, Intelligent Systems and Applications, pp.1-4, 2009.
- [12]Q. Shi, C. Zhang, N. Cui, X. Zhang, " Battery State-of-charge Estimation in Electric Vehicle Using Elman Neural Network Method " IEEE, Control Conference, pp.5999-6003, 2010.
- [13]Y. Zhou, J. Sun, X. Wang, " Power Battery Charging State-of-charge Prediction based on Genetic Neural Network " IEEE, Information Engineering and Computer Science (ICIECS), 2010 2nd International Conference on, pp. 1-4, 2010.
- [14]M. Sarvi, S. Adeli, " A Neural Network Method for Estimation of Battery Available Capacity " IEEE, Universities Power Engineering Conference, pp.1-5, 2010.
- [15]R. Liu, Y. Sun, X. F. Ji, " Battery State of Charge Estimation for Electric Vehicle Based on Neural Network " IEEE, Communication Software and Networks, pp.493-496, 2011.
- [16]G. Capizzi, F. Bonanno, C. Napoli, " Hybrid Neural Networks Architectures for SOC and Voltage Prediction of New Generation Batteries Storage " IEEE, Clean Electrical Power, pp.341-344, 2011.
- [17]Z. Chen, S. Qiu, M. A. Masrur, Y. L. Murphey, " Battery State of Charge Estimation Based on a Combined Model of Extended Kalman Filter and Neural Networks " IEEE, Neural Networks, pp.2156-2163, 2011.
- [18]黃信豪, " 電池殘存量估測與電池電量平衡之研究 ", 高苑科技大學電機工程研究所碩士論文, 2007年。
- [19]許家興, " 電動車電池類型與電池基礎介紹 ", 車輛研測資訊, 第72期, 2009年。
- [20]賴世榮, " 智慧型鋰離子電池殘存電量估測之研究 ", 中山大學電機工程學系碩士論文, 2011年。
- [21]方暘霖, " 電動代步車殘電檢測與續航力估測 ", 嘉義大學生物機電工程學系研究所, 2007年。
- [22]雷永泉, 萬群, 石永康, 李源弘 " 新能源材料 ", 新文京開發出版股份有限公司, 2004年。
- [23]郭元桐, " 研製具充電平衡之鋰鐵電池組測試系統 ", 明志科技大學碩士論文電機工程研究所, 2011年。
- [24]方柏堅, " 利用旋轉環狀圓盤電極探討鋰離子二次電池中改良式鋰錳電極材料容量的衰退與錳離子溶解之關係 " 高雄醫學大學化學系研究所, 2003年。
- [25]張模年, " 鋰鐵電池充放電測試系統之研發 ", 明志科技大學碩士論文電機工程研究所, 2011年。
- [26]C. C. Chan and K. T. Chau, " An Overview of Electric Vehicles-challenges and Opportunities ", IEEE Industrial Electronics, Control, and Instrumentation, Vol.1, pp.1-6, 1996.
- [27]R. Spotnitz, " Advanced EV and HEV Batteries " IEEE, Vehicle Power and Propulsion, pp. 334-337, 2005.
- [28]H. Oman, " Battery Developments That Will Make Electric Vehicles Practical " IEEE, Aerospace and Electronic Systems Magazine, Vol. 15, No.8, pp.11-21, 2000.
- [29]Comparison of Secondary Batteries, 取自 <http://www.aleees.com/tw/support/engpp1.pdf>, 立凱電能科技股份有限公司(2009年), 2012年6月21日。
- [30]J. Wang, Z. Sun, X. Wei, " Performance and characteristic research in LiFePO4 Battery for Electric Vehicle Applications ", Vehicle Power and Propulsion Conference, VPPC '09. IEEE, pp.1657-1661, 2009.
- [31]朱耕毅, " 以內阻中位數法估測汽車用鉛酸蓄電池殘電量之研究 " 勤益技術學院精密機械與製造科技研究所, 2006。
- [32]翁大益, " 複合車輛鋰電池管理系統之研究 " 大葉大學車輛工程研究所, 2007年。
- [33]何文隆, " 電動車輛變動負載之電池殘電量研究 " 大葉大學車輛工程研究所, 2004年。
- [34]洪裕桓, " 智慧型鋰電池管理系統之研製 " 中山大學電機工程學系研究所, 2006年。
- [35]葉家銘, " 以DSP為控制單元之智慧型電源管理 " 中山大學電機工程研究所, 2003年。
- [36]周鵬程, " 類神經網路入門-活用Matlab " 全華科技圖書股份有限公司, 2006年。
- [37]葉怡成, " 類神經網路模式應用與實作 " 儒林圖書有限公司, 2003年。
- [38]張斐章、張麗秋, " 類神經網路導論:原理與應用 " 蒼海書局。
- [39]羅華強, " 類神經網路-MATLAB的應用 " 高立圖書有限公司。
- [40]張嘉方, " 應用類神經網路於質子交換膜燃料電池績效預測之研究 " 華梵大學工業工程與經營資訊學系碩士班, 2005年。
- [41]Neural Network Toolbox, <http://www.mathworks.com/products/neural-network/>, MathWorks(2012), 2012.

[42]林彥村，“利用類神經網路架構以FPGA 實現非線性通道等化器”雲林科技大學電機工程研究所，2002年。