

배터리 셀 충전방전 모니터링 및 예측 시스템 설계를 위한 배터리 충전방전 시계열 데이터 분석

(Time Series Analysis of charging and discharging Battery for Design of charging and discharging Monitoring/Prediction Systems in Battery Cells)

권오연, 김성호, 황상호, 이수성*
(재)경북IT융합산업기술원

(Oeon Kwon, Sungho Kim, Sang-Ho Hwang and Soo-sung Lee)
(Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology (GITC))

Abstract : In this paper, we conducted a time series analysis of charging and discharging batteries for a design of charging and discharging monitoring/prediction systems in battery cells. To analyze the time series of that, we construct a hive ecosystem based on a hadoop framework and used a ARIMA model based on R programming. Using ARIMA model, we showed prediction values for battery risks such as high/low voltage, etc of charging and discharging battery cells and confirmed that the ARIMA model can be used as a battery risk prediction model in the future.

Keywords : system design, prediction model, time series, charge, discharge, battery, bigdata

I. 서론

전기자동차 시장의 증대와 함께 배터리 시장은 매년 평균 35% 이상 증가하고 있다[1-2]. 더욱이 테슬라 CEO 일론 머스크는 2020년도 배터리테이날 “향후 3~4년 내에 kWh 당 배터리 가격 수준을 절반 이상 낮춰 현행 전기자동차 시장을 25,000달러 수준으로 판매하겠다.”라고 밝혔다. 이는 배터리 시장을 더욱 증대될 수 있는 계기를 만든 셈이다.

그러나 배터리는 아직 충전방전과 관련해서 다양한 위험성을 가지고 있다. 일례로 갤럭시 노트7 폭발 사고와 코나 전기자동차 화재 리콜사고를 들 수 있다. 갤럭시 노트7 폭발 사고는 전 세계 각지에서 배터리 셀 결함으로 인해 폭발한 사고를 의미한다. 코나 전기자동차 화재 리콜사고는 아직 원인이 밝혀지지 않았지만 배터리 또는 내부 결함으로 인해

* 교신저자(Corresponding Author)

권오연, 김성호, 황상호, 이수성 : (재)경북IT융합산업기술원

※ 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 광역협력권산업육성사업으로 수행된 연구결과입니다.(과제번호: P0015076)

발생한 사고이다. 이러한 주요 사건들은 배터리 측면에서 충전방전 시 예측에 대한 중요성을 의미한다.

본 논문에서는 배터리 셀 충전방전 모니터링 및 예측 시스템 설계를 위한 배터리 충전방전 시계열 데이터 분석을 진행하고자 한다. 이는 향후 배터리 셀에 충전방전 예측될 수 있는 측정치를 모니터링 및 예측 시스템에 탑재할 경우 도래할 위험성을 방지할 수 있는 초석을 마련할 수 있다. 이를 배터리 셀 충전방전 시스템은 신뢰성을 보장할 수 있는 충전방전 시스템으로 활용할 수 있을 것이다.

II. 배터리 충전방전 시계열 분석

이 장에서는 배터리 충전방전 시스템을 위한 시계열 분석을 위해 표 1의 실험 환경을 구성하였다.

표 1. 실험 환경

Table 1. Experimental environments

Specification	Description
Language	R programming
Visualization Tool	RStudio Server
Database	Hadoop Hive

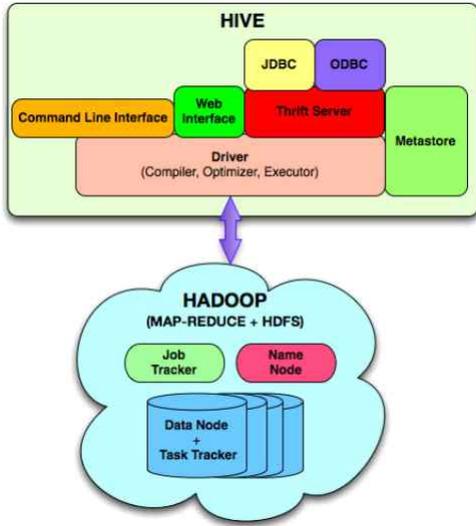


그림 1. 하둡 하이브의 구조

Fig. 1. The structure of hadoop hive

배터리 충·방전 데이터 저장을 위해 본 논문에서는 분산형 빅데이터 플랫폼 하둡 시스템을 사용하였으며, 정형화된 데이터 추출을 위해 하이브 에코 시스템을 활용하였다[3-4]. 배터리 충·방전 데이터를 표출하기 위해 통계 및 시각화하기 위한 도구는 R을 통해 시각화를 진행하였다[5].

시계열 데이터 분석 및 시각화를 위해 본 논문에서는 ARIMA 모델을 활용하였다. ARIMA 모델은 과거 데이터를 기반으로 미래에 도래할 데이터를

예측하는 모델이다[5]. 아래 표 1은 ARIMA 모델에 활용할 데이터셋을 보여주고 있다.

표 2. 실험환경에 사용한 데이터셋
Table 2. Dataset of using experimental environment

Dataset	Num of test data	parameter
battery charge	10,318	voltage
battery discharge	5,433	voltage

ARAM 모델은 아래의 수식을 기반으로 예측모델을 생성한다.

$$ARIMA(p,d,q) \quad (1)$$

수식 1에서 p 는 자기회귀, d 는 차분횟수, q 는 이동평균을 의미한다. R에서는 ARIMA 데이터를 자동으로 생성할 수 있는 auto.arima() 함수를 제공하며 이를 통해 배터리 충·방전 시계열 데이터 분석이 가능하다.

그림 3은 ARIM 모델 기반 시계열 데이터 분석 화면을 보여주고 있다. 그림 3에서 배터리 충·방전 테스트 데이터를 기반으로 1,000건의 예측 데이터를 보여주고 있다. 충·방전 데이터는 최대/최저치 이후 배터리 데이터와 유사한 특성을 보여주고 있다. 이는 실제 배터리 셀 충·방전 모니터링 및 예측 시스템 설계에서 예측치를 통해서 배터리 셀을 관리할 경우 배터리의 위험성을 사전에 감지할 수 있을

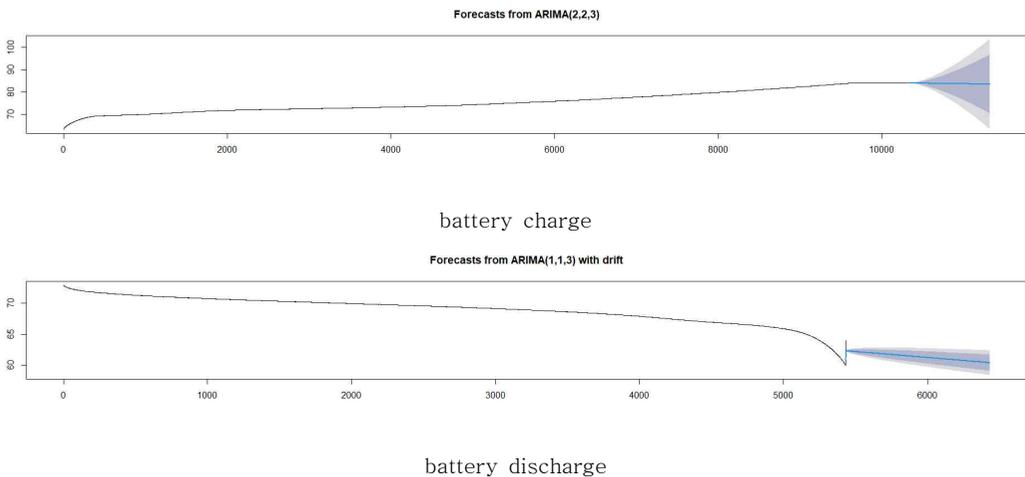


그림 3. ARIMA 모델 기반 시계열 데이터 분석

Fig. 3. Analysis of time series based on ARIMA model

것으로 예상되며, 해당 시계열 데이터 분석을 통해 배터리 셀 모니터링 및 예측 시스템 설계에서 ARIM 모델의 효용성을 확인할 수 있다.

III. 결 론

본 논문에서는 배터리 셀 충전 모니터링 및 예측 시스템 설계를 위한 배터리 충전 시계열 데이터 분석을 진행하였다. 시계열 데이터 분석을 위해 본 논문에서는 R 프로그래밍 언어 기반 ARIM 모델을 활용하여 시계열 분석을 진행하였고, 향후 배터리 셀 충전 모니터링 및 시스템 설계를 진행할 때 배터리 위험성을 알리기 위한 예측 모델로 활용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 김양화, 임재완, 박규열, 임옥택, “전기자동차 시장 및 배터리 관련 기술 연구 동향”. Trans. of Korean Hydrogen and New Energy Society, 제 30권, 제 4호, 362-368쪽, 2019.
- [2] 박요한, 이철용. “국내·외 리튬 이온 배터리 수요 및 가격 예측”. 한국혁신학회지, 제 15권, 제 2호, 209-235쪽, 2020.
- [3] Shvachko, K., Kuang, H., Radia, S., & Chansler, R, “The hadoop distributed file system”. In 2010 IEEE 26th symposium on mass storage systems and technologies (MSST), IEEE, pp. 1-10. May, 2010.
- [4] Thusoo, A., Sarma, J. S., Jain, N., Shao, Z., Chakka, P., Anthony, S., ... & Murthy, R. “Hive: a warehousing solution over a map-reduce framework”. Proceedings of the VLDB Endowment, vol. 2, no. 2, pp. 1626-1629, 2009.
- [5] Chambers, J., “Software for data analysis: programming with R”. Springer Science & Business Media, 2008.
- [6] Contreras, J., Espinola, R., Nogales, F. J., & Conejo, A. J. “ARIMA models to predict next-day electricity prices”. IEEE transactions on power systems, vol. 18, no. 3, pp. 1014-1020, 2003.