

Machine-Learning을 통한 Battery Package 온도 상승 예측

조종화^o, 민연아^{*}

^o한양사이버대학원 기계IT융합공학과,

^{*}한양사이버대학원 기계IT융합공학과

e-mail: 2021200023@hycu.ac.kr^o, yah0612@hycu.ac.kr^{*}

Prediction of Battery Package Temperature Rise with Machine-Learning

Jong-Hwa Cho^o, Yeon-A Min^{*}

^oMechanical & IT Convergence Engineering, HANYANG CYBER UNIVERSITY,

^{*}Mechanical & IT Convergence Engineering, HANYANG CYBER UNIVERSITY

● 요약 ●

배터리 기술 고도화 및 기술표준 강화에 따라 완성차 제조사와 배터리 업계간 활발한 협업이 이어질 전망이다. 또한 기존 배터리 제조사들이 활발한 증설 및 밸류 체인 확장을 통한 기술가격 경쟁력 격차 유지에 적극적으로 나서고 있어, 향후 시장 주도권 경쟁이 가속화될 것으로 전망된다. 배터리의 온도 상승은 배터리 효율을 낮추는 원인이며, 배터리 온도 제어가 전기자동차 차량의 전체 성능 향상에 중요한 부분이라고 할 수 있다.

본 연구는 실제 Battery Pack 실험 전 열유동해석을 통해 배터리온도 상승추이 및 냉각효율 검증을 진행하는 과정에서 발생하는 과도한 시간 소요를 줄이기 위해 Machine Learning 을 활용하여 검증 효율 및 설계 효율을 높이는데 그 목적이 있으며, CFD를 활용한 배터리 효율 최적화 설계를 하는 기존 모델 대비 30%~50%정도의 성능향상을 예측할 수 있다.

키워드: 배터리팩(Battery Pack), 온도(Temperature), CFD(Computational Fluid Dynamics), Machine Learning

I. Introduction

전기차 성능과 직접적 관계가 있는 배터리 효율을 높이는 연구가 여러 방향으로 진행되고 있으며, 개발된 전지의 성능에 대한 신뢰성 확보를 위해 실제 구동 환경을 적용, 실험을 통해 배터리의 성능 검증 및 효율성을 확인하고 있다.

직접적인 실험을 하기 전 전체적인 효율을 예측하고자 열유동해석(CFD)을 진행하고 운영 조건을 검증하는 과정을 거친다. 해석 과정은 운영 조건에 상응하는 시간을 적용(Time-Transient)해서 진행하며 해석 시간이 정상상태(Steady-state)해석에 비해 오랜 해석 시간이 소요된다.

이 논문에서는 이러한 과도한 시간 소요를 줄이기 위해 머신러닝을 활용하는 방안을 연구하고자 한다.

II. Preliminaries

1. Related works

전기자동차 내부 배터리팩 성능을 유지하기 위해 배터리팩 시스템의 냉각효율 관리가 중요하며, 이에 대한 설계 최적화를 위해 열유동해석을 활용한다. 하지만 열유동해석을 진행하기 위해 배터리 재질, 운영 조건 및 3D Data 가 필요하며 이를 활용하여 해석이 진행된다. 해석 결과와 실제 결과 오차를 줄이기 위해 실험 데이터 값을 활용하여 재질의 물성치를 수정하여 해석 결과값이 실험 결과값에 근접하도록 반복적으로 해석을 진행한다.

- 1) 열유동해석을 통한 배터리팩 설계 최적화
- 2) 반복해석을 통한 물성치 수정
- 3) Time Transient 열유동해석 진행

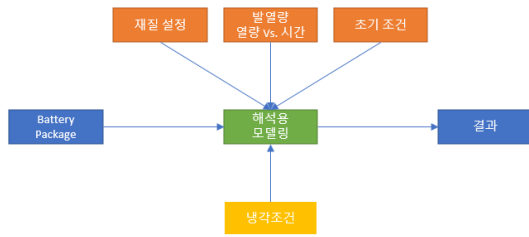


Fig. 1. CFD System Architecture

해석 결과와 실제 해석 결과를 비교 분석하기 위해 하기의 조건으로 실험을 진행하고 데이터를 추출하여 결과값 보정을 진행한다.

실험 환경

- 1) 온도 조건 : 20.05 도
- 2) 대류 조건 : 자연대류 또는 강제대류
- 3) 운영시간 : 7200초
- 4) 운영 조건 : TBD

III. The Proposed Scheme

전기자동차 배터리팩 유동해석은 설계 최적화에 효과적이며 실제 제품을 만드는 비용을 줄여주는 역할을 하여 비용 절감 효과를 준다. 하지만 배터리 팩 열유동해석의 Time Transient 해석은 해석 시간이 오래걸려 연구 개발 기간이 오래 걸리는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하고자 이 연구에서는 머신러닝을 활용하여 CFD의 단점을 보완하고 좀 더 효율적인 설계 최적화를 하고자 한다.

이러한 연구를 위해 기존의 해석 방법을 활용하여 여러 데이터를 추출하고 그 추출된 데이터를 바탕으로 데이터 정리 및 분리 작업을 통해 LSTM 모델 생성과 검증은 진행하여 오랜 기간 소요되던 해석의 단점을 해결하려 한다.

- 1) 데이터 수집을 위한 열유동해석 진행
- 2) 데이터 정리 : 실제 발열량 적용 온도 상승 데이터 수집 및 편집
- 3) 데이터 분리 : 학습용 데이터와 테스트용 데이터로 분리 및 시각화
- 4) 데이터 스케일링
- 5) 데이터 윈도우 생성
- 6) LSTM 모델 생성
- 7) 모델 검증

본 실험을 통하여 CFD에서 획득한 데이터를 바탕으로 LSTM(Long Short Term Memory) 방법을 활용한 데이터 환경에서 기존 모델 대비 30%~50%정도의 성능향상을 예측할 수 있다.

IV. Conclusions

이 연구를 통해 배터리팩 온도 상승에 대한 추이를 분석함에 있어 기존 열유동해석을 활용한 고전적 방법의 단점인 과도한 시간 소요를 머신러닝을 통해 보완하고 시간 및 생산 비용 절감을 할 수 있는 방안을 연구하였다. 본 논문에서 실제 실험 데이터와 CFD에서 획득한 데이터를 바탕으로 LSTM(Long Short Term Memory) 방법을 활용한 데이터 환경에서 기존 모델 대비 30%~50%정도의 성능향상을 예측할 수 있다.

REFERENCES

- [1] Mukul Singh, Shrey Bansal, Vandana, B. K. Panigrahi, Akhil Garg, "A Genetic Algorithm and RNN-LSTM Model for Remaining Battery Capacity Prediction", J. Comput. Inf. Sci. Eng. Aug 2022, 22(4): 041009 (17 pages)
- [2] Lahouari Benabou, "Development of LSTM Networks for Predicting Viscoplasticity With Effects of Deformation, Strain Rate, and Temperature History", J. Appl. Mech. Jul 2021, 88(7): 071008 (11 pages)
- [3] 홍창우, 허건, "CNN-RNN 기반의 DNN을 활용한 DP 선박의 전력 부하 예측" Journal of the KNST Vol.4 No.2 2021.09 121 - 126 (6page)
- [4] 시중욱, 김성영, "향온 향습기 제어 시스템을 위한 Stacked LSTM 기반의 온도 이상 예측", 한국정보기술학회논문지 제20권 제10호(JKIIT, Vol.20, No.10) 2022.10 47 - 52 (6page)
- [5] Dorsa Ziaei, Navid Goudarzi, "Short-Term Wind Characteristics Forecasting Using Stacked LSTM Networks", POWER2021-65866, V001T09A013; 5 pages, August 18, 2021