

산업수학

계획 보고서

인공지능 기법을 적용한
배터리 노화상태 실시간
예측 시뮬레이션

학번	이름
2017010698	오서영
2017010701	이윤녕
2017010709	조지수
2017010706	정유은

오늘날 리튬 이온 배터리는 Electric Vehicle, Energy Storage System 등 여러 분야에 널리 사용되고 있다. 그렇기 때문에 배터리 충전 상태 및 사용기한 예측을 위한 효과적인 SOH 예측 알고리즘의 필요성이 높아지고 있다.

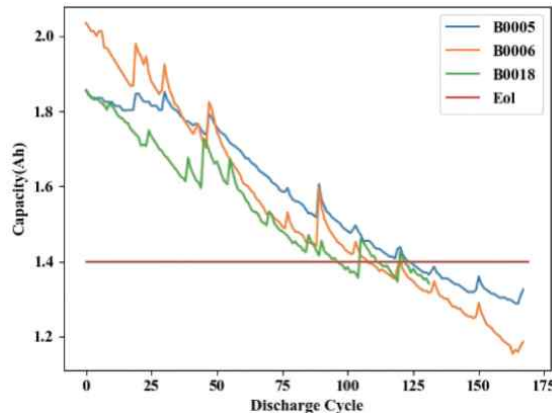
SOH는 State of Health의 약자로 배터리 노화 상태를 의미한다. 즉, 전기를 담을 수 있는 용량을 뜻한다. Cycle을 배터리 방전 횟수라고 했을 때, Q_m 을 m번째 방전 cycle에서의 배터리 방전 전하량, Q_{nom} 을 배터리 제조 시 제공되는 규격전하량이라고 정의하자. 그러면

$SOH = \frac{Q_m}{Q_{nom}}$ 이다. SOH는 주어진 데이터에서 NASA PCoE의 데이터를 활용하여

Capacity Method를 통해 계산된다. 각 Discharge Cycle마다 1개의 값이 계산되며, 0에서 1 사이의 값을 갖게 된다. Cycle이 증가할수록 대략적으로 SOH가 감소한다. 배터리 제조 시 SOH의 규격용량은 100%이고, 대체로 SOH가 60% ~ 70%로 감소할 때까지 사용한다.

우리는 Discharge Cycle 횟수에 따른 SOH 동향 예측 시뮬레이션을 진행하고자 한다. 첫 번째부터 N번째 Discharge Cycle 상 시계열 데이터가 주어졌을 때, N+1 번째의 Discharge Cycle의 SOH 및 Capacity 그리고 추후 사용할 수 있는 Discharge Cycle의 수를 예측할 것이다.

먼저 간단한 선형회귀 모델을 통해 예측 시뮬레이션을 진행하고자 한다. 선형 회귀는 종속 변수와 한 개 이상의 독립 변수와의 선형 상관관계를 모델링하는 회귀분석 기법이다.



<그림 1>

<그림 1>은 리튬 이온 배터리의 용량 및 고장 임계값을 나타낸 그래프이다. 이를 통해 실제 데이터가 대략적인 직선 형태라고 판단하여 선형회귀를 이용해 SOH 및 Capacity 예측하고자 한다.

우리가 가진 데이터는 리튬이온 배터리 충전, 방전 시계열 데이터 측정치 기록이다. 데이터의 특성을 고려하여 시계열 데이터의 시간적 속성을 이용하는 딥러닝 모델로 알려져 있는 RNN (Recurrent Neural Network)을 사용하려한다. 기본적인 구조의 신경망들은 은닉층에서 활성화 함수를 지난 값은 오직 출력층으로만 이동했다. 하지만 RNN은 은닉층의 노드에서 활성화 함수를 통해 나온 결과값들을 출력층 방향으로도 보내면서, 다시 은닉층 노드의 다음 계산의 입력으로 보내는 특징을 갖고 있다. 간단히 말해, 각각의 시점에서 바로 이전 시점에서의 값을 자신의 입력으로 사용하는 재귀적 활동을 한다는 것이다. 이렇게 과거 시점의 정보가 앞으로의 예측에 계속 영향을 주는 구조를 가진 모델을 통해 데이터의 시계열 특성을 파악하려한다.

RNN은 관련 정보와 그 정보를 사용하는 지점 사이 거리가 멀 경우 학습하는 정보를 이어 나가기 힘들어 한다는 단점을 가진다. 마지막 시점의 데이터를 예측할 때 오랜 과거의 정보까지 필요할 수 있기에, 긴 의존 기간을 필요로 하는 학습을 수행할 능력을 가진 LSTM (Long Short-Term Memory) 또한 예측에 활용 해보려한다. LSTM은 여러 gate구조를 통해 어떤 정보를 버리고 이어나갈 것 인지를 학습하며 이를 cell state에 저장한다. 또한 이 cell state를 바탕으로 output을 결정하게 된다.

앞서 말한 선형회귀, RNN, LSTM을 활용하여 SOH 및 Capacity를 예측하고 결과를 분석하여 배터리 사용기한 예측에 어떤 요소가 중요한 특성으로 고려될 수 있을지 알아 볼 것이다.

참고자료

- [1] Qu, Jiantao, et al. "A neural-network-based method for RUL prediction and SOH monitoring of lithium-ion battery." IEEE access 7 (2019): 87178-87191.
- [2] 순환 신경망 (Recurrent Neural Network, RNN), <https://wikidocs.net/22886>