

Enhanced Single Particle Model을 활용한 리튬 이온 배터리의 모델 예측 제어

황규영, Niranjan Sitapure¹, 강태형, 황성원, 권상일^{1,†}인하대학교; ¹Texas A&M(kwonx@tamu.edu[†])

최근, 전기 자동차의 급격한 수요 증가로 인하여, 배터리의 효율 및 안전한 운용과 state of health (SOH) 추정을 위한 battery management system (BMS)의 구축 또한 주요하게 연구되고 있다. 이러한 BMS에 적용을 위한 배터리 모델은 적은 연산 시간을 가짐과 동시에 높은 정확성이 요구된다. 이로부터, 본 연구에서는 BMS에 적용을 위한 전기 화학 기반 모델로써, enhanced single particle model (enhanced SPM)을 구현하여 배터리의 전압, 온도 및 스트레스를 모사하였다. 이어서, enhanced SPM에 화학 및 기계적 열화에 의한 수학적 모델을 결합함으로써, 충/방전 사이클에 따른 배터리의 SOH를 추정하였다. 제안된 모델은 다양한 내부 및 외부 조건에서의 충/방전 사이클에 따른 배터리의 SOH변화를 측정된 실험 데이터와 검증을 진행하였고, 높은 정확도를 보였다. 더 나아가, 제안된 배터리 모델로부터 충전 시 배터리의 열화를 최소화하는 current profile을 얻기 위하여 Model Predictive Control (MPC)가 도입되었다. 최종적으로, MPC를 통한 제어 결과는 상용화된 constant current-constant voltage (CC-CV) 프로토콜과 비교되었다. 제안한 배터리 모델과 MPC를 결합함으로써, 서로 다른 운용 조건 하에서 발생하는 비선형적인 배터리의 열화를 줄임과 동시에 상대적으로 빠른 충전 시간을 확보할 수 있음을 확인하였다.