

클라우드 플랫폼 기반 실시간 배터리 모니터링 시스템 구현

권상욱, 이동재, 김승우, 김종훈*
충남대학교*

qw1458@naver.com, ldj979@naver.com, rosa5924@naver.com, * whdgns0422@cnu.ac.kr

Implementation for a cloud platform-based real-time battery monitoring system

Sanguk Kwon, Dongjae Lee, Seungwoo Kim, Jonghoon Kim *
Energy Storage Conversion Lab., Chungnam National University*

요 약

본 논문은 클라우드 플랫폼 기반 실시간 배터리 모니터링 시스템 구현을 위하여 배터리관리시스템과 상용 클라우드 서버를 연동한 플랫폼을 구축하였다. 실시간 모니터링을 성능을 보장하기 위하여 IOT 환경에 적합하고 경량화 및 신속성의 장점을 갖는 MQTT 통신 프로토콜을 선정하였다. 클라우드 기반 배터리 모니터링 성능은 실제 어플리케이션 탑재를 고려한 전기차 운용 프로파일 실험을 통해 검증하였다.

I. 서 론

국제 환경 관련 규제 및 탄소 중립(Net-Zero) 정책에 의거하여 온실가스 감축을 위한 방안이 요구되고 있으며, 리튬이온배터리는 내연기관에 의한 탄소 배출을 저감하기 위한 효과적인 방안으로 전기자동차를 포함한 다양한 어플리케이션에 적용되고 있다.

리튬이온배터리는 시스템이 요구하는 출력이 커짐에 따라 다수의 배터리 셀이 직/병렬로 이루어진 배터리팩으로 탑재되고 이는 배터리관리시스템(Battery management system)에 의하여 실시간 모니터링되고 안전 영역 내에서 운용되도록 제어된다. 따라서 배터리관리시스템은 리튬이온배터리 운용의 안전성 또는 효율성 측면에서 필수적인 요소다. 하지만, 리튬이온배터리 적용 분야가 확대됨에 따라 ESS(Energy storage system), 전기 선박 등 대용량 배터리 시스템을 요구하는 어플리케이션에도 적용되고 있으며, 이는 배터리관리시스템에서 담당하는 모니터링 기능 및 제어 로직 연산량의 증가를 의미한다. 특히 각 셀에 부착된 센서로부터 측정된 정보를 취합하고 배터리 상태 추정 및 고장 진단과 같은 제어 기능을 수행하는 Master-BMS는 배터리시스템 확장에 따라 연산량 증가 및 데이터 저장공간 부족과 같은 문제가 발생한다.[1]

이러한 문제를 해결하기 위해 클라우드 기반 배터리 관리시스템이 제안되고 있으며, 이는 IOT(Internet-of-thing) 기술과 결합하여 대용량 데이터 처리 및 고도의 연산 처리에 장점을 갖는다.[2] 본 논문은 클라우드 기반 배터리관리시스템 개발의 초석이 되는 연구로써, 상용 클라우드 플랫폼을 활용한 배터리 모니터링 시스템을 구현하고 실시간 측정되는 배터리 전압 센서 정보를 클라우드로 전송하여 모니터링 성능을 검증하였다.

II. 본론

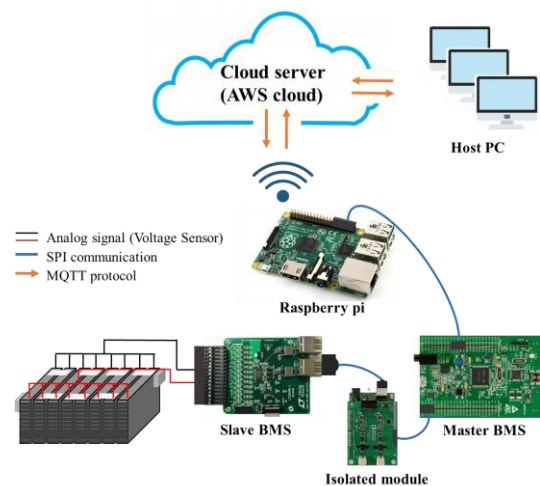


그림 1. 클라우드 기반 배터리 모니터링 시스템 구조

그림 1은 통상적으로 사용되는 배터리관리시스템과 클라우드 서버를 융합하여 설계한 플랫폼 구조다. 그림 1에서와 같이 배터리관리시스템은 일반적으로 Slave-BMS와 Master-BMS로 구분된다. Slave BMS는 배터리 팩 내에 있는 단위 셀들의 전압 센싱 정보를 바탕으로 각 셀의 전압이 일정 영역 내로 동작하도록 보호하는 기능과 셀간 전압 편차를 줄이기 위한 밸런싱(Balancing) 기능을 수행한다. Master-BMS는 센서 정보를 취합하고 배터리 내부 상태 진단 및 고장을 감지하는 제어 로직을 수행한다. 본 연구의 배터리관리시스템은 실시간으로 각 셀의 전압 정보 모니터링 목적으로 설계하였으며, 해당 시스템 구조는

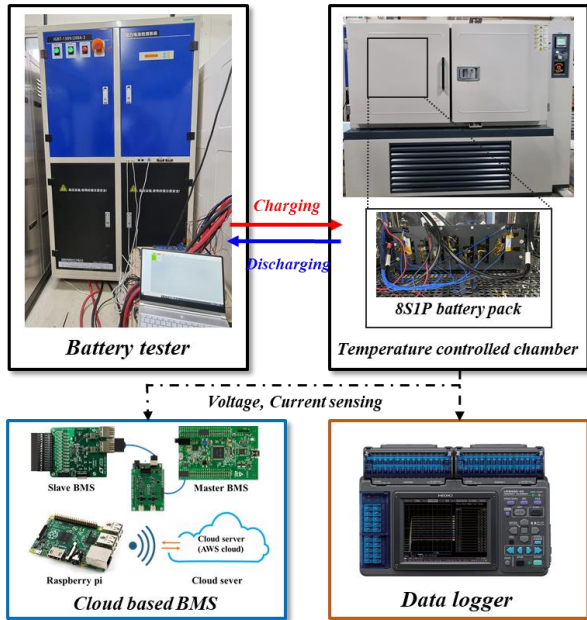


그림 2. 배터리 모니터링 성능 시험 구조

Slave-BMS의 경우 LTC-6811, Master-BMS의 경우 STM32F407VG를 사용하고 SPI 통신으로 연결되어 있다.

배터리관리시스템을 통해 취득된 센서 데이터를 클라우드 서버로 송신하는 과정에서 데이터 변형 또는 누락이 발생하는 경우 데이터에 대한 신뢰성 문제와 더불어 알고리즘 성능 하락으로 이어질 수 있다. 본 논문은 통신 효율 향상을 위해 MQTT(Message queue telemetry transport)를 적용하였다. MQTT 프로토콜은 기존 인터넷에서 사용하는 HTTP(Hypertext transfer protocol)보다 통신 성능 측면에서 우세하고 경량화된 통신 프로토콜로써, IOT 환경에 주로 적용된다.[3] 클라우드 서버와 배터리관리시스템 사이 MQTT 프로토콜은 Raspberry pi를 사용하여 설계하였으며, 배터리관리시스템과 Raspberry pi는 SPI 통신으로 배터리 데이터를 취합 및 송신한다.

최종적으로 클라우드 서버로 실시간 전송된 데이터는 대용량 데이터를 저장할 수 있는 서버에 저장되며, 고성능 하드웨어를 기반으로 복잡한 연산을 가능하게 한다. 본 논문은 상용 클라우드 플랫폼 중 AWS(Amazon web services)에 기반하여 배터리관리시스템을 구축하였으며, 클라우드 서버 리전(region)은 미국 서부 오리건주로 지정하였다.

그림 2는 클라우드 서버 기반 배터리 모니터링 시스템의 성능을 검증하기 위한 시험 구조다. 검증을 위한 배터리 모듈은 63Ah 각형 셀 8개로 구성된 직렬 배터리 모듈을 사용하였으며, 배터리 모듈 내에 부착된 센서 정보는 Slave-BMS와 데이터 로거(Data logger)에 실시간으로 송신 및 저장하였다. 실제 어플리케이션 운용 상황을 모사하기 위하여 전기차 주행 프로파일 중 DST(Dynamic stress test) 프로파일을 적용하여 실시간 변동되는 전압 데이터를 모니터링하였다.

그림 3은 Slave-BMS를 통해 실시간 센싱된 전압 정보를 MQTT 통신 기반 클라우드로 송신한 결과와 데이터 로거를 통해 저장된 전압 데이터를 비교한 결과이며, 대표적으로 1개의 셀 전압 정보만 비교 분석하였다. 센서 정밀도 차이에 따른 미세한 오차를 감안하였을 때 클라우드 기반 모니터링 정보와 데이터 로거 기반 전압 정보 간에 1mV 이내의 전압 오차를 보이는 것을 확인할 수 있다.

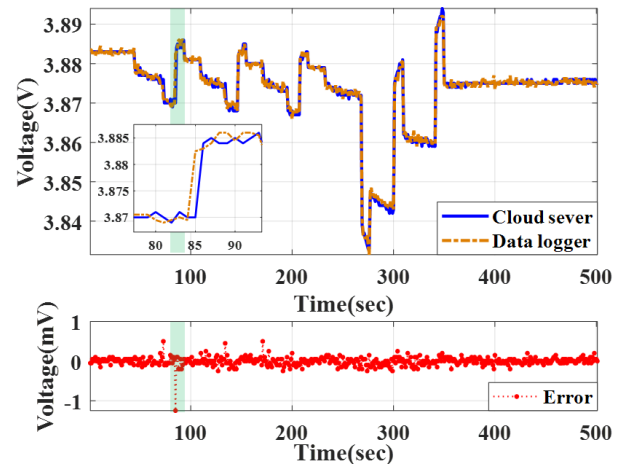


그림 3. 클라우드 기반 실시간 배터리 전압 모니터링

III. 결론

본 논문은 클라우드 기반 배터리관리시스템 구축을 위한 사전 연구로써, 실시간 전압 모니터링 시스템을 구축하였다. 실시간성을 보장하기 위해 MQTT 프로토콜을 사용하여 클라우드 서버로 데이터를 전송하였으며, 전기차 운행 프로파일을 적용한 충/방전 실험을 통해 실시간 모니터링 성능을 검증하였다. 향후 연구로 클라우드 서버로 대용량 데이터를 효과적으로 실시간 송신하기 위한 엣지 컴퓨팅 기술 적용 및 클라우드로 송신된 데이터에 기반한 배터리 상태 추정 모델 연구가 요구된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 산업통상자원부(MOTIE)와 산업기술평가관리원(KEIT) (No. 20011596, 20015572) 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

참 고 문 헌

- [1] LI, Weihang, et al. "Digital twin for battery systems: Cloud battery management system with online state-of-charge and state-of-health estimation" *Journal of Energy Storage*, 30: 101557, 2020
- [2] FRIANSA, Koko, et al. "Development of battery monitoring system in smart microgrid based on internet of things (IoT)" *Procedia engineering*, 170: 482-487, 2017
- [3] FAIKA, Tasnimun; KIM, Taesic; KHAN, Maleq. "An Internet of Things (IoT)-based network for dispersed and decentralized wireless battery management systems". 2018 IEEE Transportation electrification conference and expo (ITEC). IEEE. p. 1060-1064, 2018