

# 고안정성 BMS를 위한 OTA 시스템 설계

최혜정, 문창수, 김수중, 권대혁, 정명수

(재)경북자동차임베디드연구원

hjchoi@givet.re.kr, cs.moon@givet.re.kr, sjkim@givet.re.kr, kdh@givet.re.kr, ms.jungn@givet.re.kr

## A Design of Over The Air System for High-Reliability Battery Management System

Hyejeong Choi, Changsoo Moon, Sujong Kim, DaeHyeok Kown, Myeongsu Jeong  
Gyeongbuk Research Institute of Vehicle Embedded Technology

### 요약

전 세계적으로 전기차 보급이 가속화 되고 있으나 전기차에 장착된 배터리의 안전 문제가 대두되고 있다. 특히 리튬이온 전지와 같이 에너지 밀도가 높은 배터리는 열폭주 문제에 취약하다. 현재 배터리 열관리를 위한 BMS(Battery Management System)는 운전자가 아닌 엔지니어가 직접 업데이트하는 방식으로 운영되고 있어 즉각적인 대응이 어려운 문제가 있다. 본 논문에서는 무선 통신 기술인 OTA(Over The Air)를 활용하여 BMS를 업데이트하는 시스템을 설계한다. 제안 OTA 시스템은 구축 OTA 서버를 이용하여 기존 BMS와 데이터 통신을 통해 소프트웨어를 모니터링하는 시스템을 개발한다.

### I. 서론

전 세계적으로 무공해 차량으로 인정받은 전기차의 증가 속도가 가속화되고 있다. 이러한 전기차에 장착되는 배터리는 여러 번 재충전이 가능한 이차 전지가 사용된다. 특히 리튬이온 전지와 같이 에너지 밀도가 높은 배터리는 전기차에 주로 사용되고 있다. 에너지 밀도가 높다는 것은 한정된 용량으로 많은 양의 에너지를 저장할 수 있다는 장점이 있지만 열 발생량이 높아 열폭주 문제가 발생할 수 있다. 열폭주는 배터리 내부에서 과도한 열이 발생해 배터리 셀이 폭발하는 현상을 말한다[1]. 배터리는 배터리의 최소 단위인 셀이 여러 개가 결합되어 구성되므로 배터리 내 하나의 셀 폭발시 연쇄적으로 주변 셀들이 폭발할 위험이 있어 심각한 화재 문제로 이어질 수 있다. 따라서 배터리 열폭주를 막기 위한 열관리가 필요하다.

BMS(Battery Management System)는 배터리의 상태를 모니터링하여 배터리의 효율적인 수명 관리 및 상태 측정을 위한 시스템이다[2]. BMS는 열폭주를 방지해 배터리를 안전하게 관리하기 위한 핵심이다. 하지만, 현재의 BMS는 주로 운전자가 정비소를 방문해 A/S 서비스를 요청하고 엔지니어가 ECU(Electronic Control Unit)를 업데이트하는 방식이므로 BMS 문제 발생 시 즉각적인 대응이 어려우며 시간과 비용 등이 발생하는 문제가 있다. 따라서, 문제 발생 시 즉각적인 대응과 비용 절감을 위해 운전자가 무선통신 네트워크를 통한 차량의 소프트웨어를 업데이트할 수 있는 OTA(Over The Air)[3] 기술 적용이 필요하다.

본 논문에서는 보다 안전하고 효율적인 배터리 열관리를 위한 OTA 기술을 활용해 BMS와 통신하는 시스템을 설계한다. 제안 OTA 시스템은 OTA 송수신 데이터를 위한 서버를 구축해 기존 BMS와 서버 간의 데이터 송수신을 위한 소프트웨어 프로토콜을 설계한다. 배터리 모듈의 상태를 모니터링하기 위하여 BMS와 통신하는 시스템을 개발한다.

### II. 본론

본 논문에서는 BMS 펌웨어 및 알고리즘에 대한 OTA 업데이트를 지원

하여 배터리 성능을 향상 시키고 수명을 연장하기 위해 BMS와 통신하는 OTA 시스템을 제안한다. OTA 시스템은 서버와 클라이언트 패러다임으로 정의되며 바이너리 이미지의 버전 태그를 기반으로 클라이언트 버전이 서버의 최신 버전과 비교하여 구버전일 경우 바이너리 이미지의 데이터 차이만을 전송하여 클라이언트 이미지를 최신화한다. 자세한게는 그림 1과 같으며, OTA 서버, OTA 게이트웨이, BMS 클라이언트 노드로 분류할 수 있다.

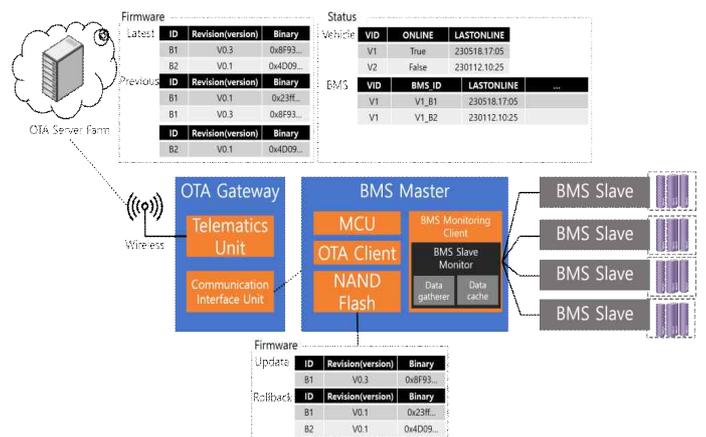


그림 1. OTA 시스템 전체 구성도

#### 1. OTA 서버

OTA 서버는 실시간 모니터링, 경보 시스템, 원격 데이터 저장 및 분석 기능을 제공하는 대규모 데이터 센터 인프라이다. 자세한게는 각 차량의 확장 가능성을 고려하여 Vin / Serial Number의 모든 차량의 세부 사항을 포함하고 현재 각 차량의 소프트웨어를 보관한다. 또한 펌웨어 버전 관리를 위해 소프트웨어와 펌웨어를 보관하고, 여러 노드에서 펌웨어 버전 간의 종속성을 관리한다.

## 2. OTA 게이트웨이

OTA 게이트웨이는 차량 내에서 데이터를 안전하게 전송하는 핵심 기능을 갖춘 시스템이다. 자세한 것은 물리적 통신 링크 및 IP 연결을 설정하고, 여러 COMMS 프로토콜을 처리하고 (Wi-Fi, Cellular, V2X 등), 차량과 서버간의 인증을 관리한다.

## 3. OTA 클라이언트

OTA 클라이언트 중 OTA 마스터는 차량 내의 업데이트 시스템 관리하는 역할로 차량 내의 업데이트 파일에 대한 모든 사항을 제어/관리한다. 자세한 것은 모든 ECU의 데이터베이스를 가지고 수신된 펌웨어 이미지의 해싱 및 인증을 수행하고 인증이 성공되면 개별 BMS slave에 업데이트 파일을 분할한다. 기존 소프트웨어에 추가된 파일인 DIFF 파일을 관리함으로써 해당하는 부분만 플래시 메모리 영역에 덮어쓰기를 수행한다.

### 3.1 OTA 송수신 구현부 정의

OTA 업데이트 프로토콜에 필요한 주요 핵심 설계 사항은 BMS Master와 Slave의 통신 프로토콜 정의, OTA 서버와 클라이언트의 바이너리 이미지 버전 비교 및 차이점 분석 모듈, 클라이언트가 수신한 업데이트 파일의 무결성 검증 모듈, 바이너리 이미지 적용 모듈로 정의할 수 있다.

#### 1) BMS 통신 프로토콜 설계

Header	Command 1	Command 2	Data size	Data	CRC
1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	Variable (up to 256 Byte)	1 Byte

그림 2. 프로토콜 포맷 정의

BMS Master와 Slave의 커뮤니케이션을 위한 통신 프로토콜을 정의할 필요가 있다. 프로토콜 포맷은 header, command, data size, data, crc로 정의했으며, header는 클라이언트 정의, command1은 수행하고자 하는 동작 정의, command2는 전송하는 배터리 시스템 데이터의 종류, Data size는 전송하는 데이터의 크기, Data는 실제 데이터이며 가변적인 크기를 가진다. CRC는 위의 데이터 포맷을 더한 후 하위 1 Byte를 전송한다.

#### 2) OTA 펌웨어 버전 관리 방법

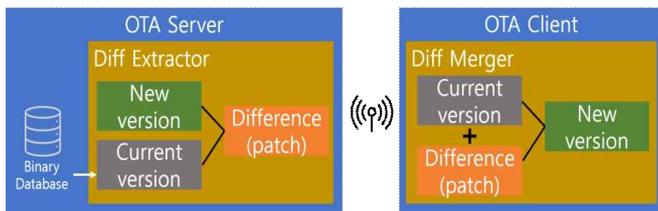


그림 3. 바이너리 패치 업데이트 과정

실제 모든 버전의 바이너리 파일을 저장하는 OTA 펌웨어 데이터베이스를 활용하여 최신 펌웨어만을 보여주는 latest 뷰를 만들어 개발 용이성을 증가시키고 정렬에 필요한 부하를 감소시킬 수 있다. 무선 네트워크의 특성상 데이터 손실이 가능하며, 데이터 전송 과정에 많은 리소스가 필요하므로 클라이언트가 보내온 바이너리 이미지 태그를 기반으로 서버 내 저장된 바이너리 이미지와 최신 바이너리 이미지 차이점을 분석하여 바이너리 패치를 추출하여 전송한다.

#### 3) BMS 메시지 모니터링 서버 설계 방법

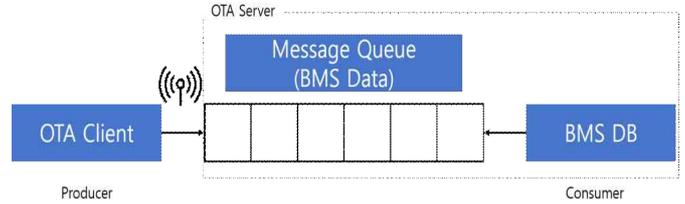


그림 4. OTA 서버의 BMS 업데이트 메시지 큐

BMS 상태 메시지는 세션을 유지하지 않고 단발성의 메시지로 송신 후 연결이 종료되는 특징을 가진다. 이때 OTA 서버는 많은 양의 BMS 상태 데이터가 들어오고 연결이 발생하면 실시간으로 데이터를 처리하지 못한다. OTA는 소프트웨어 업데이트를 위해 중앙 위치와 계속 연결할 수 있어야 한다는 점이 있다. 이를 위한 방안으로 그림 3과 같이 Publish-Subscribe 모델을 기반으로 하는 메시지 큐를 사용해 혼잡 제어를 가능하도록 한다.

#### 4) BMS 모니터링 클라이언트 설계

과도한 네트워크 커백션 및 불필요한 데이터 수신 리소스 낭비를 방지하기 위해 BMS Slave의 정보를 취합하여 data cache에 저장하여 일정 주기에 반복적으로 데이터를 BMS 모니터링 서버에 전송하는 BMS 모니터링 클라이언트를 설계한다.

## III. 결론

본 논문에서는 보다 안전하고 효율적인 배터리 열관리를 위해 OTA 기술을 활용해 BMS와 통신하는 시스템을 제안했다. 제안 OTA 시스템은 구현을 위해 OTA 서버, OTA 게이트웨이, OTA 클라이언트와 프로토콜을 설계했다.

향후 설계한 OTA 시스템을 기반으로 실제 차량에 적용 및 실험을 통해 시스템의 성능을 평가할 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 경상북도와 영천시에서 지원하는 미래차 배터리시스템 핵심부품 개발지원사업에 의한 연구임

## 참고 문헌

[1] M.K. Tran, A. Mevawalla, A. Aziz, S. Panchal, Y. Xie, and M. Fowler, "A review of lithium-ion battery thermal runaway modeling and diagnosis approaches", Processes, vol. 10, no. 6, p. 1192, 2022.

[2] H. A. Gabbar, A. M. Othman, and M. R. Abdussami, "Review of battery management systems (BMS) development and industrial standards", Technologies, vol. 9, no. 2, p. 28, 2021.

[3] M. La Manna, L. Treccozi, P. Perazzo, S. Saponara, and G. Dini, "Performance evaluation of attribute-based encryption in automotive embedded platform for secure software over-the-air update", Sensors, vol. 21, no. 2, p. 515, 2021.