

# 스마트 제동 모듈 평가를 위한 실차기반 데이터 수집 시스템 개발 및 분석

(Development and Analysis of Actual Vehicle Based Data Acquisition System for Smart Braking Module Evaluation)

이수성\*, 송진선, 김현보, 윤장규

(재)경북IT융합산업기술원

(Soo-Sung Lee, Jin-Seon Song, Hyeon-Bo Kim, Jang-Kyu Yun)

(Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology)

Abstract : This paper proposes the development of an integrated sensor interface board that will be applied to the evaluation platform for evaluating the braking performance of Micro-EV. This white paper contains the components of the integrated sensor interface board. It also describes the five types of sensors selected for the development of a braking performance evaluation platform. This integrated sensor interface board allows the sensor data to be used for analysis via the evaluation platform. The collected data can be used as data that will improve the braking performance of the future Micro-EV.

Keywords : Micro-EV, Sensor, Braking, Embedded, Platform

## I. 서론

전기자동차의 보급활성화 정책에 따라 초소형 EV는 경차보다 작은 크기로 실생활에서 이동성 및 편의성을 극대화하여 하나의 교통수단으로 다양한 구매층에서 주목 받고 있는 추세이며, 국가적으로는 초소형 전기자동차를 바탕으로 다양한 정책 및 예산을 편성중이며, 여러 제조사에서는 매년 차량의 기능 및 사양을 향상하여 경쟁력 있는 초소형 전기차를 생산중에 있다. 현재 초소형 전기차의 경우 대부분 유압식 브레이킹 구조를 가지고 있으며, 초소형 전기차는 아직 일반 차량에 적용되고 있는 전동 브레이크 모듈에 대한 시장형성이 이루어지지 않았으나, 초소형 EV는 상대적으로 전동 브레이크 진입 장벽이 낮고, 국가의 적극적인 지원정책에 따라 이

에 대한 시장 활성화 시기가 빠르게 도래할 것으로 예상된다.

## II. 개발 개요

초소형 전기차의 경우 저가형으로 개발되어 일반 내연기관 차량에 비해 간소화된 유압브레이크 시스템이 적용되어 상대적으로 제동 및 주행 안정성이 낮다. 이에 대해 초소형 전기차의 제동성능 향상 및 안정화를 위한 과정의 일환으로 다양한 조건별 주행 환경에 따라 변화하는 차량의 제동 성능을 분석하기 위한 제동성능평가 플랫폼을 개발하였다.

초소형 전기차의 제동성능을 평가하기 위해 제동에 영향을 끼치는 요인들을 정의하고, 해당 요인들의 데이터를 수집하기 위해 5종 센서를 선정하였다. 제동성능평가를 위해 선정한 5종 센서는 차체 중량측정을 위한 중량측정장치와 각 바퀴에 해당하는 제동위치별 윤증량을 측정하기 위한 로드셀, 타이어 공기압 변화에 따라 변화하는 마찰력에 대한 제동성능평가를 위한 TPMS 공기압센서, 차량의 자세 정보 취득을 위한 IMU, 차량의 주행 위치 및 제동 거리 계산을 위한 GPS 센서로 구성하였다.

\* Corresponding Author(sslee@gitc.or.kr)

S. Lee, J. Song, H. Kim, J. Yun: Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology

※ 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 광역협력권산업육성사업으로 수행된 연구결과입니다.(과제번호: P000746694)



그림 1. 제동성능평가 플랫폼 구축 예시  
 Fig. 1. Example of building braking performance evaluation platform

표 1. 센서 비교  
 Table 1. Comparison of Sensor

센서	출력형태	인터페이스	비고
기울기 센서	4~20mA/ RS-485	전류/전압변환기 트랜시버	차체 기울기
로드셀	Bridge전압	차동입력ADC	윤 중량
공기압센서	RF/ UART	수신기 레벨변환기	각 타이어
정밀위치측위	UART/I <sup>2</sup> C		DMB RTK적용
가속도	UART/ CAN	트랜시버	1개 / EMB

### III. 통합센서인터페이스보드 개발

#### 1. 제동성능평가용 센서

기울기 센서는 산업용 정밀센서의 출력이 4~20mA의 전류출력으로 되어 있거나, RS-485의 출력을 가지며, 인터페이스하기 위해 RS-485트랜시버IC를 적용하여 구성하였다[1].

로드셀은 스트레인게이지를 이용한 하중감지 센서로 출력의 형태가 전압으로 출력이 되며, OP-AMP를 이용해 미소전압을 증폭하여 Differential ADC를 통해 변위를 계측하도록 구성하였다[1].

공기압센서는 타이어에 외장형 센서를 설치하고, 측정값을 수집하는 수신기의 출력이 5V의 UART로 출력이 되어 레벨변환회로를 추가하여 3.3V MCU에 입력되도록 구성하였다.

정밀위치측위는 지상파방송국에서 DMB방송의 유희채널을 통해 지역방송국의 기점으로 추출된 위성의 보정정보를 방송하고 있으며, 이를 수신할 수 있는 DMB수신기로부터 보정정보(RTCM)를 받아 통합센서인터페이스로 입력받아, 모듈의 GNSS수신

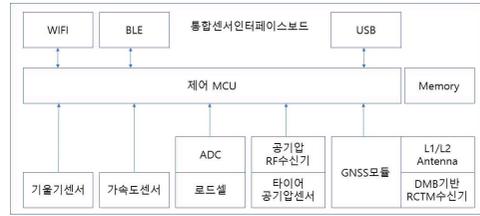


그림 2. 통합 센서 인터페이스 보드 구성도  
 Fig. 2. Integrated Sensor Interface Board Diagram

기를 통해 정밀위치 측위가 가능하며, 수평오차 2.0cm±0.5cm까지 측정이 가능하다[8].

가속도센서는 FR/RR/FL/RL각 부에 설치가 되며 이는 CAN출력을 가지며, 인터페이스하기 위해 으로 CAN트랜시버IC를 적용하여 구성하였다.

2장에서 언급한 제동성능평가플랫폼을 구성하는데 있어서, 인터페이스가 서로 다른 센서들을 시간동기를 통해 입력받기 위해 각 인터페이스를 수용할 수 있는 통합센서인터페이스보드를 구성도를 작성하였고, 그 구성도는 그림 2와 같다.

그림 2에서 제안 통합센서인터페이스보드 구성도에서는 3가지 구성요소를 지닌다. 첫 번째 센서부는 5가지의 센서 및 인터페이스변환부를 포함한다. 제동성능 분석을 위한 5가지의 요소(차체기울기, 각 차륜가속도, 서스펜션로드셀, 공기압센서, 정밀위치측위로 구성된다. 두 번째, 통신모듈은 PC나 스마트폰App과 연결되며, 제어 및 데이터를 수신하는 역할을 담당한다. 마지막으로 제어MCU에서는 각 센서의 인터페이스가 연결된 페리페럴들을 드라이빙하고, 타임스케줄링으로 내부 RTC 및 Timer를 통해 센서의 입력데이터를 동기화해서 입력받아 전송을 위한 데이터패킷을 만들고, 내부메모리에 순차적으로 저장하는 역할 및 필요시 통신모듈을 통해 데이터를 전송하는 기능을 수행한다. 그림 2의 설계를 기반으로 작성된 그림 3은 세부 구성 간 연결계통을 정리한 회로를 구성요소별로 분석한 총괄 구성도이다.

그림 3의 제안 통합센서인터페이스보드의 USB에 연결된 PC를 통해 실시간의 측정Data(차량 하중분포, 이동궤적, 차체기울어짐, 가속도 변화 등)를 서버에 저장 가능하며, 이런 측정Data를 통해 제동원인행위(Brake작동) 발생시점부터 완전제동(가속도 0)이 성립되는 지점까지의 는 Smart EMB시스템의 동작 특성 및 제동성능을 분석하고 이를 바탕으로 초소형EV용 Smart EMB의 성능을 평가하기 위한 기준을 정립할 수 있다. 그러나 제안 통합

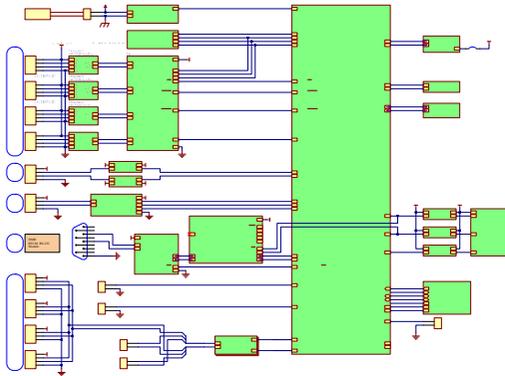


그림 3. 제안 통합 센서 인터페이스 설계 분석  
 Fig. 3. Analysis of design about the proposed Proposed Integrated Sensor Interface

인터페이스보드에서는 PC가 연결이 되지 않은 상황에서는 Data저장이 어려우며, 이를 해결하기 위해 Serial FLASH Memory를 구성하여 PC의 연결이 없는 상태에서도 Data를 놓치지 않고 저장이 가능하며, 이는 PC가 다시 연결되었을 때, Backup이 가능하도록 하는 FW/SW 알고리즘[2]이 요구될 것이다. 그리고 기준시간은 GPS의 PPS를 기준으로 Trigger하며, Sample Rate는 1000 SPS를 기준으로 설계가 되었으며, 향후 증가 및 조정의 필요성이 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 초소형 전기차용 스마트 제동모듈의 제동 특성을 분석을 위한 통합센서인터페이스 보드를 설계하고 이를 통해 평가를 위한 요소를 분석하였다. 제안 통합센서인터페이스보드는 5가지의 요소를 실시간으로 동기화하여 데이터를 추출할 수 있는 특성이 있다, 또한 제안 통합센서인터페이스보드의 데이터유실 및 동기화매칭오류로 인한 신뢰성 저하가 발생할 수 있는 위험성에 대한 분석을 진행하였다. 향후 연구에서는 본 논문에서 제시한 설계와 위험성을 기반으로 설계보완 및 소프트웨어 알고리즘 구현을 진행할 예정이다.

#### 참 고 문 헌

[1] 박상현, 김현주, 김정국, 민수영, “자동차 IT융합을 위한 다중 센서 데이터 변환기술,” 한국정보

기술학회지, Vol. 9, No. 1, pp.35-41, 2011.  
 [2]. 권규호, 이정욱, 김기석, 김재영, 김주만, “자동차 전장용 실시간 태스크 스케줄링 알고리즘,” 대한임베디드공학회 논문지, Vol. 5, No. 2, pp.103-110, 2010.  
 [3] L. Labaka, J. Hernantes, J.M. Sarriegi, “Resilience framework for critical infrastructures: An empirical study in a nuclear plant,” Reliability Engineering and System Safety, Vol. 141, No. 1, pp. 92-105, 2015.  
 [4] J. Borenstein, Y. Koren, “Real-Time Obstacle Avoidance for Fast Mobile Robots,” IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 19, No. 5, pp. 1179-1187, 1989.  
 [5] 손희배, 윤성하, 양권, 진성봉, 이영철, “차세대지능형 자동차 통합스마트 모니터 시스템 실험에 관한 연구,” Proceedings of KIIS Fall Conference Vol. 20, No 2, pp.406-409, 2010  
 [6]. D. Kum, J. Son, J. Son, M. Kim, “Automotive Embedded System Software Development and Validation with AUTOSAR and Model-based Approach,” Journal of Control, Automation, and System Engineering, Vol. 13, No. 12, pp.1179-1185, 2007  
 [7]. W. Kwon, S. Choi, “Real-Time Distributed Software-In-the-Loop Simulation for Distributed Control Systems,” Proceedings on the 1999 IEEE International Symposium on Computer-Aided Control System Design, pp.115-119, 1996.  
 [8]. 이승호, ㈜문화방송, “MBC 정밀위치측위 서비스와 자율주행차,” 방송과 미디어, Vol. 24, No.1, pp.56-62, 2019.