

전기차 인휠모터 및 인버터 진단시스템 개발

Development of diagnostic system for electric vehicle in-wheel motor and inverter

권 오 훈*, 이 수 성*, 김 성 호†, 서 효 덕†, 윤 장 규†, 석 수 영†
†경북IT융합산업기술원

(Oh-Hun Kwon, Soo-Sung Lee, Sung-ho Kim, Hyo-duck Seo, Jang-Kyu Yun, Soo-Young Suk)
(†Gyeongbuk Industry Institute of IT Convergence Industry Technology)

Abstract : The in-wheel motor system is a system in which a drive motor is applied to an electric vehicle wheel, and various studies are being conducted for future electric vehicles. In this study, an in-wheel motor and inverter diagnostic system for electric vehicles was developed and tested. The development system consists of a test frame, in-wheel motor, inverter, diagnostic software, and power supply. The diagnostic software receives motor and inverter information from the inverter through CAN communication, monitors the data, and performs fault diagnosis and verification of Hill-start assist control function. The diagnostic software was developed with MFC based on C#. As a result of testing on the test bed, the operation of the fault diagnosis alarm function was confirmed when an abnormal voltage occurred. And it was verified whether the operation of the anti-climbing function was performed. Currently, vehicles to which the in-wheel motor system is applied are not commercially available, but it is expected that the in-wheel motor system will change the market for electric vehicles within the next few years, and the development of the in-wheel motor diagnostic system is also expected to be made actively.

Keywords : EV(Electric Vehicle), IWM(In-wheel motor), inverter, Diagnostic system

1. 서 론

오늘날 전기자동차의 보급 활성화 정책에 따라 자동차 회사들은 화석에너지 대신에 전기에너지로 대체하여 구동력을 순수하게 전기 모터에서만 얻는 기술을 개발하고 있다. 인휠모터 시스템은 휠 안에 모터를 장치하여 모터의 동력을 직접 바퀴에 전달

하는 시스템으로, 1990년 Porsche에 의해 최초로 적용이 되었으며, 최근 전기차 개발이 활발하게 이루어지면서 다시 재조명 받고 있다. 인휠모터 시스템은 자동차 바퀴에 구동 모터와 브레이크 시스템, 서스펜션(완충장치) 등을 통합하여 부착된 시스템으로, 각각의 바퀴를 차량의 주행상태에 따라 독립적으로 제어할 수 있는 장점이 있다. 또한 기존 자동차 대비 차량의 무게를 감소시킬 수 있으며, 엔진룸의 공간을 활용할 수 있고, 에너지 효율 또한 향상된다. 현재 인휠모터 시스템의 지속적인 개발에 맞추어 인휠모터 및 인버터 진단시스템에 대한 개발도 요구되고 있다. 본 연구에서는 인휠모터 및 인버터에 대한 데이터를 기반으로 진단시스템을 개발하였다. 데이터들은 스로틀 신호, 모터 RPM, 모터 온도, 인버터 전압, 전류, 온도, 기율기 등이며, 위 데이터를 진단시스템에서 수집 및 모니터링한다. 또한 특정 Failure 조건에서 알람을 표시하도록 하였다.

*Corresponding Author (ohkwon@gitc.or.kr, powerdig@naver.com)

권오훈, 이수성, 김성호, 서효덕, 윤장규, 석수영:
경북IT융합산업기술원

※ 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “국가혁신클러스터 성과완성형(R&D)사업(P0015266) 서비스 e-모빌리티를 위한 초소형전기차 부품개발 및 실차 평가기술 개발”의 지원을 받아 수행된 연구결과임

표 1. CAN 통신 프로토콜

Table 1. CAN Communication Protocol

ID (hex)	Message Name	Cycle Time (ms)	Message Type	Byte No (1~8)	Length (byte)	Contents
0x201	MES SAG E_1	100	cyclic	1	1	TST Pedal
				2	1	Controler Temp
				3	1	Motor Temp
0x202	MES SAG E_2	100	cyclic	1	2	Motor Speed
				3	2	Phase Current
				5	2	Battery Voltage
				7	2	Tilt

II. 인휠모터 및 인버터 진단시스템 개발

1. 진단시스템 구성

인휠모터 및 인버터 진단시스템은 모터를 장착할 수 있는 테스트용 프레임, 인휠 모터, 인버터, 진단시스템 소프트웨어가 설치된 PC, 전원공급기로 구성된다. 인버터 입력전원은 안전성 향상을 위해서 주전원(DC72V)와 보조전원(DC12V)로 구성된다. 주전원은 모터를 구동하기 위해 사용되고, 보조전원은 인버터 내부 컨트롤러는 동작하기 위해 사용된다. 물리적으로 주전원과 보조전원은 분리되어 있기 때문에 메인전원에 문제가 발생하더라도 인버터는 계속해서 동작을 수행한다. 따라서 이상이 발생하더라도 인버터의 데이터를 지속적으로 수집할 수 있다. 진단시스템에서 CAN 통신 데이터를 수신받기 위해 Kvaser Leaf light v2 CAN 통신 모듈을 적용하였다. 시스템 구성도는 아래 그림1과 같다.

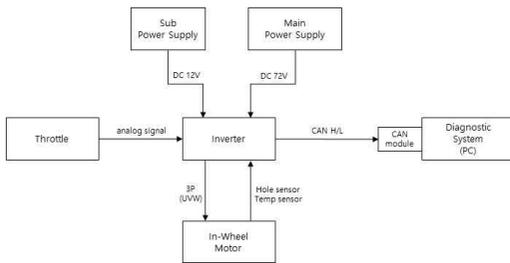


그림 1. 시스템 구성도
Fig. 1. System Diagram

2. 진단시스템 SW

진단시스템 SW는 C#기반으로 개발을 하였으며, CAN통신 기반 데이터수집, 데이터 처리 및 판단, 데이터 출력 등의 기능을 포함하고 있다. CAN통신 프로토콜은 각 데이터 항목에 따라 비트/바이트 단위로 설계하여 적용하였다. 아래 표1은 CAN통신 프로토콜에 대한 정의의 내용이다.

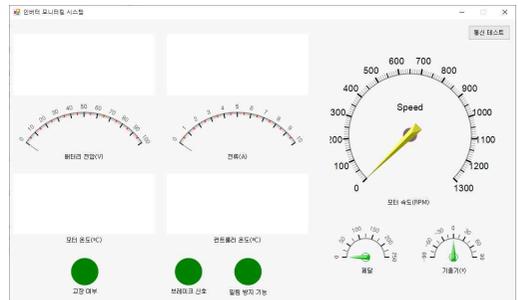


그림 2. 진단시스템 소프트웨어 GUI
Fig. 2. Diagnostic System Software GUI

III. 진단시스템 테스트

1. 진단시스템 데이터 모니터링 테스트

진단시스템 테스트를 위해서 인휠모터 및 인버터를 테스트용 프레임에 설치하고 전원, 신호, 통신라인 등을 연결하여 구성한다.



그림 3. 진단시스템 테스트베드
Fig. 3. Diagnostic System Test-Bed

셋팅이 완료 된 후 스로틀을 움직여 인휠모터를 동작시키고, 진단소프트웨어에서 출력되는 데이터 수치 및 변화량을 확인하였다. 확인결과 입력전압수치가 실제 설정된 전압수치와 동일하였고, 모터 RPM역시 스로틀 입력값에 따라 정상적으로 출력되었다.

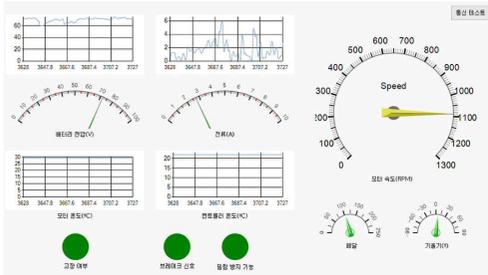


그림 4. 진단시스템 모니터링
Fig. 4. Diagnostic System Monitoring

2. 고장진단 기능 테스트

고장진단기능은 주전원의 전압이 정의된 수치를 넘어서는 경우 또는 전원이 단선되는 경우 동작하며 알람을 표시한다. 그리고 경사로 밀림방지 기능에 대한 동작여부 또한 표시하는 기능을 포함하고 있다. 테스트는 각 조건별로 고장알림 여부를 확인하고, 기울기에 따른 경사로 밀림방지 기능을 확인하였다. 경사로 밀림방지는 모터가 정지한 상태에서 각도가 10도 이상이 되면 동작을 하며, 이때 스로틀을 눌러서 모터를 동작시키면 해제된다. 아래 그림5, 6은 각 조건별 테스트한 결과이다.

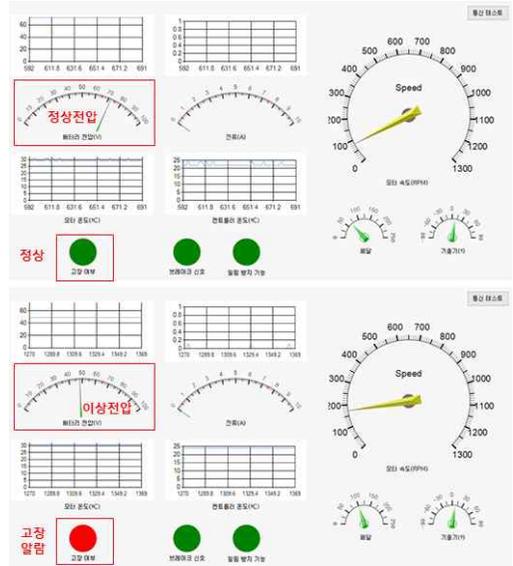


그림 5. 고장여부 진단 테스트
Fig. 5. Diagnosis test for failure

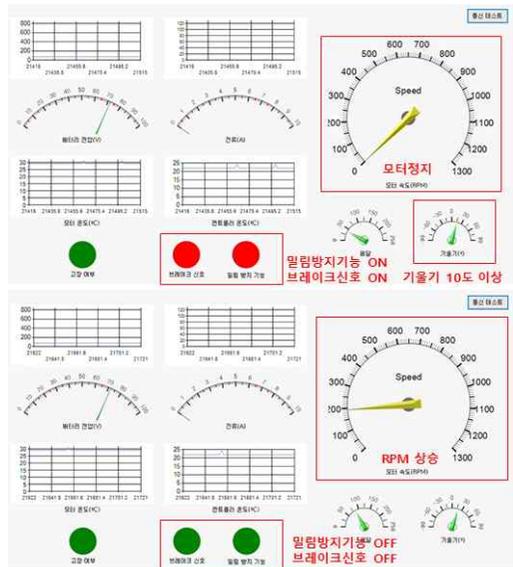


그림 6. 경사로 밀림방지 기능 테스트
Fig. 5. Hill-start Assist control function Test

테스트 결과 이상전압 발생시 고장알림이 정상적으로 표시되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 밀림방지 기능에 대한 동작여부도 검증하였다.

IV. 결 론

아직 상용화된 인휠 모터시스템 적용 자동차는 없는 상황이다. 그러나 수년 내에 이 시스템이 전기 자동차의 판세를 바꿔놓을 것이라고 많은 전문가들이 전망하고 있다. 특히나 자율주행 차량의 안전성 향상을 위해서 큰 영향을 줄 것이라 예상하고 있다. 인휠모터 시스템이 적용된 차량은 위기 상황에서 급속 선회능력과 전자 브레이킹 시스템으로 사고를 방지할수 있으며, 노면의 진동과 상태에 따라 실시간으로 각 바퀴의 회전력과 서스펜션, 브레이킹을 제어함으로써 눈이나 비가오는 열악한 환경에서 안전한 주행이 가능하게 된다. 하지만 아직은 양산비용 절감 및 신뢰성 확보를 위해 추가적으로 개발이 필요하다.

본 논문에서는 전기차 인휠모터 및 인버터 진단 시스템에 대해서 연구한 내용을 정리하였다. 아직 인휠모터 시스템은 실차적용을 위해 개발단계이지만, 향후 인휠모터 시스템의 안정성 확보를 위해 진단시스템에 개발도 지속적으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] 권오훈, 이수성, 윤장규, 석수영, “초소형 전기차용 MCU 튜닝 및 실차적용”, 2020 대한임베디드 공학회 추계학술대회, Interactive Poster Session A, No.24, 2020
- [2] 이상렬, “가속도 센서를 이용한 자동차 비상등 자동작동 시스템 설계 및 구현”, 한국컴퓨터정보 학회논문지, 25권 6호, 2020
- [3] 정차근, “CAN 통신 프로토콜에 의한 자동차 신호 및 센서 제어 시스템의 개발”, 신호처리시스템학회 논문지, 제3권 3호, 2002
- [4] 남강현, 엄상준, “직접구동 인 휠 모터를 장착한 1인승 전기자동차의 선회안정성제어”, 제어로봇 시스템학회논문지, 22권, 11호, 919p~924p, 2016
- [5] Paulo Kemper Filho, 서인수, “인 휠 모터를 이용한 마이크로 전기자동차의 파워트레인”, 한국 ITS학회, 2012