

산업용 CRDI 엔진 고장진단을 위한 시스템 개발

김화선 · 장종욱

*동의대학교

Development of system for Trouble Diagnostic of Industrial CRDI Engine

Hwa-seon Kim · Jong-wook Jang

Dong Eui University

E-mail : doeunrain@naver.com, jwjang@deu.ac.kr

요 약

CRDI 시스템에서의 ECU는 센서의 정보를 분석하여 최적의 조건으로 엔진이 동작하도록 한다. 이러한 ECU의 프로그램 부분과 데이터 부분은 제작자에서만 변경할 수 있어 엔진을 진단하는 진단기의 경우 전문가가 아니면 사용하거나 내용을 이해하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 산업용 차량의 엔진 데이터 값을 OBD-II 표준을 사용하여 입력받아 사용자 중심의 진단기를 PC 및 모바일용으로 개발하였다. 본 연구의 진단기는 운전자 중심의 진단 서비스를 제공하며, 자동차 고장진단 신호 및 센서 출력 신호를 유선시스템과 무선 시스템인 블루투스 모듈을 이용하여 실시간 통신이 제공되도록 함으로써 엔진이상으로 인한 사고의 예방이 가능하고, 최적의 조건으로 엔진이 동작하므로 과도한 배기가스 배출이나 불완전 연소가스 배출과 같은 대기환경오염을 예방할 수 있어 최근 대두되고 있는 에코산업에도 이바지 할 수 있을 것이다.

키워드

OBD-II, DTC(Diagnostic Trouble Code), ECU(Electronic Control Unit),
CRDI(Common Rail Direct Injection)

I. 서 론

건설기계용, 농업기계용, 선박용, 발전기용 엔진과 같이 육상수중 목적이 아닌 엔진을 차량용 엔진과 구분하여 산업용 엔진이라고 한다[1]. 최근 환경문제가 국제사회의 새로운 쟁점으로 부각되면서 굴삭기, 불도저 등 산업용 건설장비 및 농기계에 대해 배출가스 규제가 점차 강화되고 있다[2][3]. 그러나 산업용 엔진으로 주로 사용되는 기계식 디젤엔진의 경우 전자제어식 디젤엔진에 비해 소음 및 진동이 심하고 성능이 낮아 강화되는 국외의 배출가스기준을 만족 시킬 수 없다. 따라서 배출가스 기준을 만족 시킬 수 있는 산업용 CRDI 엔진 전용 ECU가 필요하다. 현재 국내에 보급되는 차량용 엔진 ECU는 제작사에서만 ECU의 프로그램 부분과 데이터 부분을 변경할 수 있어 기업 연구소, 대학연구소 등에서는 엔진 성능 향상 및 유해 배기가스 저감을 위한 연구 시 연료분사시기와 분사량 제어 등과 같은 ECU의 알고리즘 수정이 어려워 관련 분야의 실무자들에게

많은 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 커스터마이징 맵핑이 가능한 산업용 엔진 ECU를 개발하였고 개발된 ECU와 통신을 통한 엔진의 정보 수집을 위해 표준 OBD-II를 기반으로 하는 새로운 프로토콜을 설계하고 적용하여 사용자 중심이 모바일 용 엔진 진단 시스템을 개발하였다.

본 연구의 진단기는 관리자 중심의 진단 서비스를 제공하며, 엔진의 고장진단 신호 및 센서 출력 신호를 무선 시스템인 블루투스 모듈을 이용하여 실시간 통신이 제공되도록 함으로써 엔진이상으로 인한 사고의 예방이 가능하고, 최적의 조건으로 엔진이 동작하므로 과도한 배기가스 배출이나 불완전 연소가스 배출과 같은 대기환경 오염을 예방할 수 있어 최근 대두되고 있는 에코산업에도 이바지 할 수 있을 것이다.

II. 시스템 설계

개발된 OBD-II 프로토콜은 기존 OBD-II 표준을 기반으로 제작되었으나 구조에 차이점이 있다.

OBD-II 프로토콜의 표준의 경우 엔진에 요청한 하나의 PID 정보에 대해서만 정보를 읽어 응답해 주지만 개발된 산업용 엔진 OBD-II 프로토콜의 경우 필요한 차량의 정보를 모두 읽어 들여 한꺼번에 차량정보를 전송해 준다[4][5].

개발한 진단기를 통해 엔진 ECU로부터 상태 정보를 수집하고, 수집된 정보를 가공하여 관리자가 이해하기 쉽게 인터페이스를 구성했다. 또한 블루투스 네트워크를 이용해 언제 어디서나 관리자가 엔진의 현재 상태를 스마트폰에서 볼 수 있게 하여 엔진 고장에 대한 즉각적이고 신속한 대응이 가능하게 하였다. 그림 1은 본 연구의 시스템 개요도이며 그림 2에 보이는 바와 같이 개발된 ECU를 엔진에 연결하여 연구를 진행하였다.

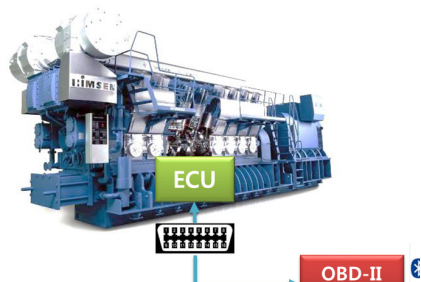


그림 1. 엔진 고장 진단 시스템



그림 2. ECU 장착 엔진

2.1 블루투스 OBD-II 프로토콜 설계

개발된 OBD-II 프로토콜은 두 가지 정보를 획득하기 위한 프로토콜을 가진다. 하나는 엔진의 상태 정보를 획득하기 위한 프로토콜로 스마트폰에서 ECU로 데이터를 요청하는 메시지 구조와 엔진 ECU에서 스마트폰으로 데이터 전송하는 응답 메시지 구조를 가지며, 엔진으로부터 고장진단 정보를 획득위해 스마트폰에서 ECU로 고장진단을 요청하는 메시지 구조와 ECU에서 스마트폰으로 고장 진단 값을 전송하는 응답 메시지 구조를 가진다.

1) 상태 정보 획득을 위한 OBD-II 프로토콜 구조

① OBD-II 프로토콜 요청 메시지 구조

OBD-II 메시지는 엔진 진단 틀을 사용하여 엔진 ECU로부터 취득할 수 있다. 표 1은 제안된 OBD-II 프로토콜 요청 메시지 구조로 Header, Data, Checksum으로 구성되고, 총 12바이트의 데이터가 저장되며 HEX 코드를 사용한다.

표 1. 제안된 OBD-II 프로토콜 요청 메시지 구조

Command STX	Command ID	Info	Opt1	Opt2	Checksum	Command ETX
-------------	------------	------	------	------	----------	-------------

표 2는 스마트 폰에서 ECU로 상태 정보를 요청하기 위한 명령을 나타내며, 표 3은 상태 정보 요청 메시지의 세부 코드를 보여준다.

표 2. ECU 상태 정보 READ 명령

COMMAND	HEX	설명
READ running ECU Data	0x14	ECU의 현재 상태 요청

표 3. OBD-II 프로토콜 상태 정보 요청 메시지 세부 코드

내용	BYTE 정보	HEX 코드
Command STX	0x02	0x02
Command ID	0x14	0x31
		0x34
Info	0x00	0x30
		0x30
Opt 1	0x00	0x30
		0x30
Opt 2	0x00	0x30
		0x30
Checksum	0xEC	0x45
		0x43
Command ETX	0x03	0x03

② OBD-II 프로토콜 응답메시지 구조

제안된 OBD-II 프로토콜의 경우 ECU에게 차량 정보를 요청할 경우 한번의 요청 메시지로 차량의 전체 센서 정보를 읽어오도록 설계되었다. ECU에서 제공하는 센서정보는 31가지이다. 표 4는 제안된 OBD-II 프로토콜 응답 메시지 구조를 보여준다.

표 4. 제안된 OBD-II 프로토콜 응답 메시지 구조

Data STX	Data1	...	Data31	Checksum	Data ETX
----------	-------	-----	--------	----------	----------

2) 고장 코드 획득을 위한 OBD-II 프로토콜 구조

전자 제어 엔진에 이상이 있는 경우나 배출 가스 관련 부품에 이상이 발생하는 경우 고장 내용에 따라 고장 코드(DTC)를 나타내어 엔진 이상에 대한 사고 예방이 가능하다[5-7]. 고장 코드 획득을 위한 요청 메시지 구조는 상태 정보 획득을 위한 메시지 구조와 동일하다. 표 5는 ECU 고장

코드 응답 메시지 구조이며, 표 6은 스마트 폰에서 ECU로 고장 진단 코드를 요청하는 메시지의 세부 코드이다.

표 5. ECU DTC 코드 응답 메시지 구조

Command STX	Command ID	MODE	DTC Code	Checksum	Command ETX
-------------	------------	------	----------	----------	-------------

표 6. ECU 고장 코드 READ 명령

COMMAND	HEX	설명
READ ECU Check Code	0x15	ECU의 고장 코드 요청

2.2 OBD-II 프로토콜 진단 S/W 알고리즘

ECU의 상태 정보를 수집하기 위해서는 다음 그림 3과 같은 과정을 통해 데이터가 전송되어진다. 올바른 요청 데이터가 전송되었다면 31개의 데이터를 저장한다. 그림 3은 엔진의 상태 정보 수집을 위한 알고리즘이다.

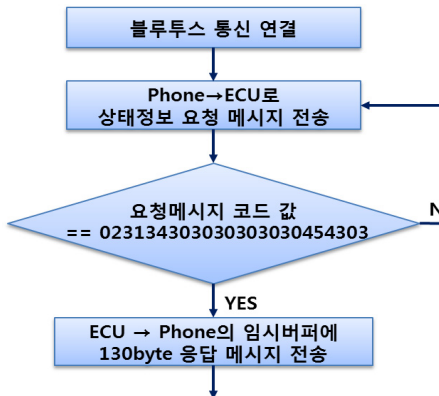


그림 3. 엔진 상태정보 수집 알고리즘 순서도

ECU의 고장코드를 수집하기 위해서는 다음 그림 4와 같은 과정을 통해 고장코드 데이터가 전송되어진다. ECU의 고장코드 수집은 앞서 설명한 차량 정보 수집 알고리즘과 유사하다. 먼저 블루투스 통신연결이 되었다면 ECU에 데이터 요청 메시지를 전송한다. 올바른 요청메시지가 전송되면 ECU는 임시버퍼에 14byte의 OBD-II 응답메시지를 전송하며 응답메시지에 오류가 없다면 DTC 데이터를 최종 저장하게 된다. 그림 4는 엔진 고장 코드 수집 알고리즘 순서도이다.

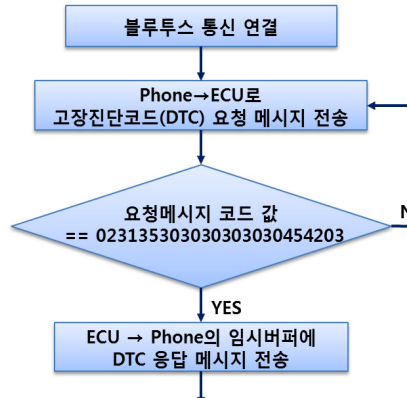


그림 4. 엔진 고장 코드수집 알고리즘 순서도

III. 실험 및 결과

본 절에서는 구현한 OBD-II 프로토콜을 통해 엔진 정보를 수집하여 관리자가 보기 쉽게 모바일용 프로그램을 개발하였다.

그림 5와 그림 6은 스마트폰에서 디바이스간 통신 상태를 보여주는 것으로 엔진의 상태정보 및 고장코드를 요청하고 수신하는 과정을 보여주고 있다.

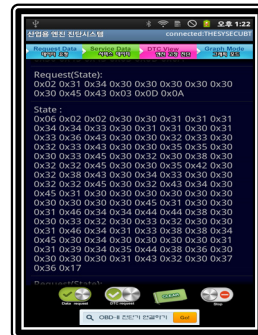


그림 5. 디바이스 상태정보통신



그림 6. 디바이스 DTC 통신

그림 7은 엔진의 상태 정보를 관리자가 쉽게 확인할 수 있도록 구성된 화면이며 그림 8은 수신되는 데이터값에 이상이 발견될 때 관리자에게 이상 신호를 주는 화면으로 이상 데이터 값이 붉은 상자로 보여진다.

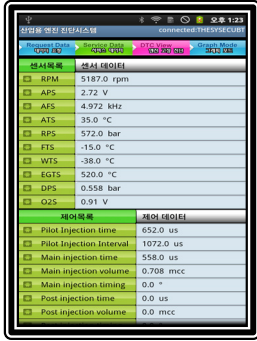


그림 7. 과성 처리된 상태정보

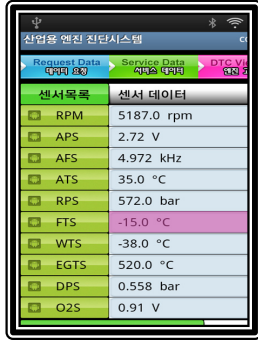


그림 8. 이상 데이터 발견

그림 9는 이상 데이터가 발견될 경우 관리자가 고장 진단을 요청하게 되면 ECU로부터 해당 고장코드가 보내져 진단시스템에 나타나는 화면으로 DTC 코드값과 어느 부분에 고장이 발견되었는가에 대한 정보를 나타내주고 있다. 그림 10은 엔진의 상태 정보 중 RPM값과 WTS(냉각수 온도) 값을 바로 확인할 수 있도록 별도로 그래픽 모드로 구성한 화면이다.



그림 9. DTC 정보



그림 10. 그래픽 모드

IV. 결론

본 연구에서는 산업용 엔진의 상태를 보다 정밀하게 측정하고 진단하기 위해 OBD-II 표준을 기반으로 하는 프로토콜을 설계하여 엔진 ECU와 스마트폰의 통신을 통해 엔진의 상태를 진단하는 시스템을 구현하였다.

진단하고자 하는 디바이스와 스마트폰은 블루투스 통신을 기반으로 하며, 엔진 센서 데이터를 스마트폰으로 전송하여 앱을 통해 엔진의 상태를 진단 가능하게 함으로써 별도의 진단기 없이 스마트폰으로 엔진의 상태를 확인할 수 있다. 또한 엔진의 이상으로 고장이 발생되었을 때 무엇에 관련된 이상인지 확인할 수 있도록 구현하였다. 이로 인해 스마트폰과의 통신으로 언제 어디서든 엔진에 이상이 생겼을 경우 신속한 대응 및 처리가 가능하여 시스템의 안정적인 관리가 가능하게 되었다. 또한 OBD-II가 배기가스 관련 기관을 센서로 감지하고 있으므로, 과도한 배기가스

배출이나 불완전 연소가스 배출과 같은 대기환경 오염을 예방할 수 있어 최근 대두되고 있는 예코 산업에도 이바지 할 수 있을 것이다.

향후, 본 연구에서 자동차 정비시 필요한 다양한 엔진 센서 데이터 및 기능을 추가하여 산업용 CRDI 엔진에 직접 적용할 수 있는 최적의 안드로이드용 시스템을 개발하고 현재 지원하지 않는 아이폰용 어플리케이션을 개발하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

참고문헌

- [1] SCANIA, Available : <http://www.scania.co.kr/engines/industrial-engines>.
- [2] T.W. Ryan III and T.J. Callahan, "Homogeneous Charge Compression Ignition of Diesel Fuel", SAE J. of Fuels and Lubricants, Vol. 105, pp. 928-937, 1996.
- [3] Green Car Congress. Available : <http://www.greencarcongress.com/2012/12/gcv-20121216.html>.
- [4] OBD-II PIDs, Available online : http://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs.
- [5] Roy Cox, Introduction to On-Board Diagnostics II (OBD II), 1 edition, Cengage Learning, 2005.
- [6] McCord, Keith, Automotive Diagnostic Systems : Understanding OBD-I & OBD-II, S-A Design, 2011.
- [7] Jyong Kin, Shih-Chang Chen, Yu-Tsen Shih, Shi-Huang Chen, A Study on Remote On-Line Diagnostic System for Vehicles by Integrating the Technology of OBD, GPS, and 3G, World Academy of Science, Engineering and Technology 56, 2009.