

온도 및 압력 측정에 기반을 둔 디젤 차량의 연료필터 분석 시스템 Analyzing System of Fuel Filter Based on Temperature and Pressure Measurement for Diesel Cars

장 용 성*, 이 보 희**, 윤 달 환***, 김 진 겐****, 손 병 민**★

Young-Sung Jang*, Bo-Hee Lee**, Dal-Hwan Yoon***, Jin-Geol Kim****,
Byeong-Min Son**★

Abstract

In this paper, temperature, pressure and flow analysis system for testing a fuel filter of a diesel engine at the low-temperature environment in winter, is proposed. The light oil of diesel engine below a specific temperature is changed to the waxing materials like paraffin, and it prevents engine to start easily because of reducing fluidity. Thus, built-in block heater should be installed with fuel filter in order to solve this problem. And it is necessary to design evaluation system that can analyze the performance according to temperature, pressure and flow characteristics near fuel filter at a very low temperature. In this paper, we measured a physical quantity related to the performance of around the fuel filter using the proposed system, and analyzed their characteristics. Also the measured data is transferred to remote user by using a web server of embedded systems, and analyzed their conditions in remote place via web browser in order to know the operating status of fuel filter. We installed the proposed system in a small test chamber to verify the performance and took an experiment in normal temperature and very low temperature, and could obtain temperature, pressure and flow of near the fuel filter. As a result, the fuel flow could be improved during operation of the fuel heater.

요 약

본 논문에서는 겨울철 저온환경에서 디젤 엔진의 연료필터를 검사하기 위한 온도, 압력 및 유량 분석 시스템을 제안하였다. 디젤엔진의 연료인 경유는 특정 온도 이하로 내려가면 파라핀과 같은 반고체 상태인 왁싱(Waxing)물질을 형성하여 유동성이 낮아지기 때문에 엔진 시동이 원활하지 않다. 그래서 이러한 문제점을 해결하기 위해서 블록 히터를 내장하게 된다. 그리고 연료필터의 성능을 측정하기 위해서는 극저온 하에서 엔진 시동 시부터 온도, 압력 및 유량을 분석할 수 있는 시스템이 요구된다. 본 논문에서는 제작된 시스템을 이용하여 연료필터 주변의 성능에 관계된 물리량을 측정하였으며 이를 분석하였다. 또한 측정된 데이터는 임베디드 시스템의 웹서버를 이용하여 원격 네트워크로 전송하였고 원격에서 사용자들이 웹브라우저를 이용하여 운전 상태를 용이하게 파악할 수 있게 설계하였다. 설계된 시스템을 검증하기 위하여 제작된 소형 실험 챔버에 설치하고 상온 및 극저온 상황에서 실험하여 연료필터 입출력 측 연료의 온도, 압력, 유량 데이터를 얻을 수 있었으며, 연료히터의 동작 시 연료의 흐름이 개선되는 것을 알 수 있었다.

Key words : fuel filter, block heater, temperature, pressure, flow, web server

* ShinwooHitec Co., Ltd.

** Dept. of Electrical Engineering, Semyung University.

*** Dept. of Electronics Engineering, Semyung University.

**** Dept. of Electrical Engineering, Inha University.

★ Corresponding author

delightjoy47@gmail.com, 010-3753-1379

※ Acknowledgment

This research was financially supported by Gangwon Institute for Regional Program Evaluation(GWIRPE) through the Leading Industry Development for Economic Region

Manuscript received Sep. 16, 2014; revised Sep. 19, 2014 ; accepted Sep. 22. 2014

I. 서론

디젤엔진에 사용하는 경유는 겨울철 저온환경에서 반고체화 현상이 발생하여 시동 불량이 빈번히 일어난다. 이런 현상은 디젤연료의 파라핀성분 때문에 온도가 내려가면서 반고체 상태인 왁스 물질이 형성되어 연료의 흐름을 방해하기 때문이다[1].

최근 직접분사식 디젤 자동차는 시동초기 원활한 연료공급을 위해 연료가 일정 온도 이하로 내려가면 공급연료의 온도를 상승시켜 연료필터 내에 왁스 성분을 제거하고, 연료공급차단을 방지할 수 있도록 블록히터가 다수 개발되었다. 블록히터와 연료필터가 결합된 통합연료히터는 저온상태에서 디젤 연료 유동성에 따라 미치는 영향을 파악하여야 한다[2].

통상적으로 엔진 작동 상태의 검사 과정은 시간이 걸리고 고가의 장비에 의해 수행되어 경제적이지 않다. 따라서 저가이면서 광범위한 실시간 진단 시스템이 필요하다. 가격이 매우 비싸기 때문에 운행 중인 자동차를 실시간 모니터링 하는 장비는 거의 없다. 그렇기 때문에 값이 싼 센서를 활용하고, 원격 모니터링을 위하여 블루투스 및 GPS를 사용하여 산업용 넷북에 전송하여 데이터를 분석 할 수 있다[3]. 하지만 위와 같은 시스템은 연료필터 입출력 측 연료라인의 모니터링이 아닌 엔진 측의 직접적인 상태를 측정하는 모니터링 시스템이다. 본 논문에서는 통합형 연료필터 입출력 측에 센서가 장착된 지그를 연결하고, 극저온에서 연료필터 입출력 측의 온도, 압력 및 유량의 데이터를 분석하는 원격 시스템을 제안한다. 연료필터 입출력 측에 접속된 센서 데이터를 무선으로 확인하기 위하여 지그비(Zigbee)를 사용하며, 지그비 수신측은 임베디드 시스템에 유선으로 접속되어 있다. 우리는 본 논문에서 이를 통해 데이터는 웹서버로 전송되고 이것을 바탕으로 모바일 및 PC와 같은 웹 브라우저를 사용하는 모든 기기에서 데이터를 분석할 수 있고 직관적인 원격 모니터링 시스템을 제안한다.

II. 분석 시스템 설계

1. 시스템 설계

엔진 실험 모듈에 센서 지그 및 센서 보드를 장착한 저온유동성 시험장치 하드웨어 구성도는 그림 1과 같다. 경유자동차 CRDI 연료분사장치를 기반으로 연료 탱크 내 연료펌프 공급압력을 유지하고 연료이송 중 간섭이 없도록 실차 연료호스와 동일한 직경으로 구현한다. 마이크로프로세서는 지그비 프로토콜 내장

형인 JN5148을 사용하였다. 지그비 프로토콜에서 센서 계측용 마이크로프로세서는 라우터(Router)로 기능을 하며 계측된 센서 데이터를 받는 마이크로프로세서는 코디네이터(Coordinator)로서 기능을 하도록 하였다. 그리고 시험 챔버룸 안에 있는 디젤엔진의 연료필터 입출력 측 라인에 K-Type 열전대를 각각 구성하고, 압력센서 및 유량센서를 설치하였다. 설치된 온도, 압력 센서는 센서의 데이터를 수집하는 마이크로프로세서에 내장된 ADC로 측정을 하며 유량 센서는 마이크로프로세서에 내장된 카운터로 측정을 하였다.

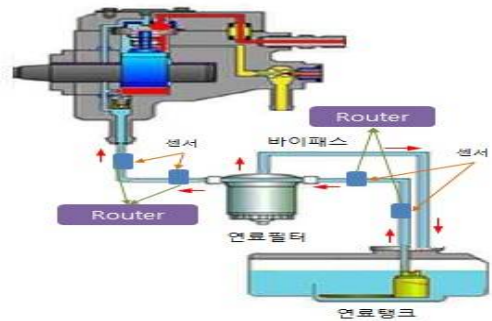


Fig. 1. Sensor placement near the fuel filter
그림 1. 연료필터 주위의 센서 배치도



Fig. 2. Experimental chamber
그림 2. 실험 챔버

연료필터는 입출력과 바이패스 라인, 연료의 온도를 감지하는 온도센서, PTC 소자가 있는 연료히터, 연료필터, 수분센서로 구성되어 있다. 여기서 세라믹 PTC는 써미스터 중에서 온도가 상승함에 따라 저항이 정(正)으로 상승하는 특성을 이용하여 전류를 제어하는 레지스터이다. 현재 승용디젤 차량용 및 SUV 용에는 65Watt정도의 발열량을 지닌 PTC 4개를 주로 사용하고, 공급되는 전원은 12V로 승용차, SUV 및 적재중량이 0.5톤 소형화물 차량용 엔진에 적용하고 있다[4]. 지그를 만들 때 사용된 온도 센서와 압력

센서, 유량 센서는 그림 3과 같다. 엔진 실험 모듈 내 필터의 연료처리 상태를 측정하기 위하여 연료 라인과 연동하여 동작하는 센서 부착 지그 및 접속 방식을 설계하여야 한다[5].



Fig. 3. Temperature, pressor and flow sensor
그림 3. 온도센서, 압력센서, 유량센서

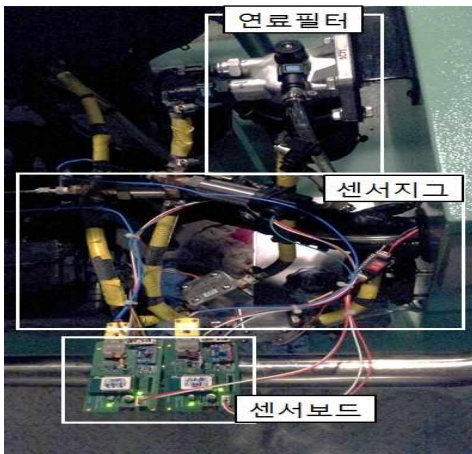


Fig. 4. Mounted sensor jig and sensor board
그림 4. 지그와 엔진 실험 모듈에 장착 모습

시스템의 라우터 측 지그는 실제 연료 라인과 쉽게 접속할 수 있는 유연성이 있고 연료로 인한 부식의 우려가 없는 연료용 호스를 사용하였고, 연료필터의 입출력 측에 온도센서, 압력센서 그리고 유량센서를 설치하였다. 온도센서는 미래테크에서 제조한 K-Type 열전대인 MR-3110을 사용하였으며 이는 -50℃~200℃의 측정범위를 갖는다. 압력 센서는 ㈜Daho tronic의 EPX.219를 사용, 0~10 Bar까지 측정할 수 있으며, 1~5V 범위의 전압이 출력된다. 압력 센서에 전압이 인가되면 1V가 출력이 되며 이 때 압력은 0bar이다. 그리고 유량 센서는 ㈜오토후로의 DGT-008을 사용하였다. 이 유량 센서의 측정범위는 10~300L/h이며 1L당 360개의 펄스로 출력한다. 모든 센서는 연료와 직접 닿는 방식으로 지그를 설계하였다. 각각의 부품들은 호스넛과 클램프, T소켓 및 연료용 호스를 이용하여 연결하였다. 완성된 지그와 센서보드를 엔진 실험 모듈에 장착한 것을 그림 4에서 보여준다.

챔버 내에 설치된 지그에 측정된 물리량을 챔버 외부에서 실시간으로 확인할 수 있어야 한다. 이를 위해 데이터를 전송 보관할 수 있는 임베디드 시스템을 설계한 것으로 그림 5와 같다. 임베디드 보드는 ㈜하드커널에서 제조한 Odroid-XU를 사용하였으며 기기의 스펙은 Exynos5 Octa AP를 사용하며 2GB의 램 OS로는 우분투 14.04가 설치되어있다[6]. 모니터링 측은 측정된 데이터를 무선으로 수신하는 코디네이터는 라우터에서 데이터를 받아 유선으로 임베디드 시스템에 전송한다. 이를 통하여 임베디드 시스템에 연결되어 있는 디스플레이나 네트워크가 연결되어 있는 모바일기기 및 PC 등에서 웹 브라우저를 이용, 실시간으로 데이터를 확인 할 수 있게 되었다. 그리고 엑셀 형식(csv)의 파일로 저장하고 이 저장된 파일을 통하여 데이터를 사용자 기기에서 분석할 수 있게 하였다.

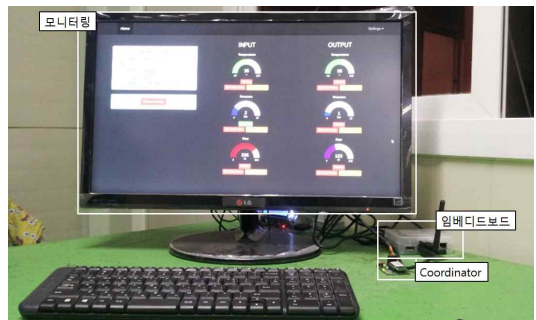


Fig 5. Embedded system and GUI
그림 5. 임베디드 시스템 및 사용자환경

분석용 시스템의 전체 구성은 그림 6과 같으며 통합형 연료필터의 연료 입출력 라인에 연결된 센서를 통하여 수집된 데이터를 마이크로프로세서에서 처리하고 처리된 결과를 임베디드 시스템에서 수집하여 상위기에 전송하며 사용자는 웹 관련 기기에서 데이터를 다룰 수 있는 구조로 설계되었다.

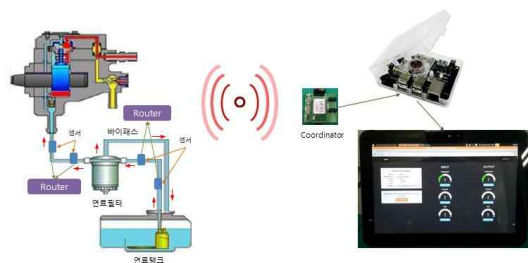


Fig. 6. System configuration
그림 6. 전체 시스템 구성

2. 하드웨어 설계

연료라인의 각 센서 데이터를 수집할 수 있도록 부분별 기능을 수행하는 하드웨어 보드는 그림 7과 같다. 보드의 센서부는 커넥터로 쉽게 연결 할 수 있도록 K-type 열전대 소켓, 압력 센서와 유량 센서의 접속은 몰렉스 커넥터를 이용하였다. 또한 보드의 전원은 엔진 실험 모듈에 있는 자동차 배터리(12V)를 이용하였다. 배터리 전원은 보드를 통하여 압력 센서의 전원으로 사용하였고, LM1117-3.3을 이용하여 3.3V로 전압을 낮추어 마이크로프로세서 및 온도센서 계측 증폭기, 유량 센서의 전원으로 사용하였다. 또한 온도 센서 와 압력 센서는 아날로그 신호이기 때문에 마이크로프로세서의 ADC(0-2.4V) 포트를 활용하였다. 유량센서의 펄스 출력을 측정하기 위하여 마이크로프로세서의 펄스 계측에 사용되는 GPIO 포트를 사용하여 계측하였다.

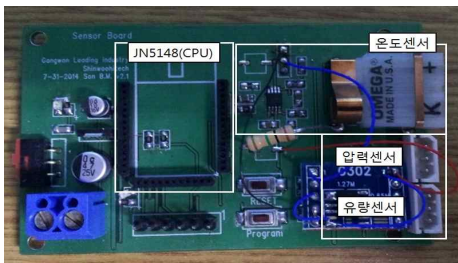


Fig. 7. Data acquisition board
그림 7. 데이터 수집장치

온도 센서의 데이터를 처리하기 위하여 구성된 회로는 그림 8과 같다. 온도 센서부의 계측 증폭기는 K-type 열전대용 증폭기인 AD8495를 사용하였으며, 증폭률은 122.4배로 고정, 1°C당 5mV의 전압으로 출력하였다. 또한 영하의 온도를 측정하기 위하여 LM358에 오프셋을 비반전 증폭을 활용하여 1.1V로

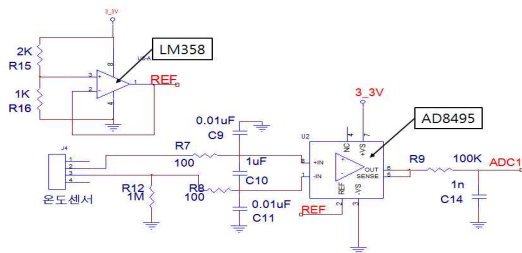


Fig. 8. Temperature measurement circuit
그림 8. 온도 측정 회로

설정하였다. 이 신호를 추출하기 위하여 계측 증폭기로 증폭한 후 마이크로프로세서로 데이터를 전송할 수 있도록 설계하였다.

압력 센서는 센서의 출력을 측정하기 위하여 마이크로프로세서의 ADC 최대 측정 범위인 2.4V에 맞추도록 출력 전압을 1/2로 감소시키는 저항 디바이딩 회로를 설계하여 측정하였고 측정된 결과를 마이크로프로세서로 송신하여 측정하였다.

3. 소프트웨어 설계

라우터 측은 온도센서 및 압력센서를 ADC 포트로 받아 마이크로프로세서에서는 10bit로 출력하고 이를 수식을 통하여 온도데이터 및 압력데이터로 출력을 하였다. 센서 값의 ADC를 mV전압으로 출력하기 위하여 식 (1)을 사용하였다.

$$ADC_Volt = ADC * 2400 / 1023[mV] \quad (1)$$

ADC의 분해능을 10bit로 사용하기 때문에 1023을 나누었으며 ADC의 최대 출력 값이 2.4V이고 mV로 표현하기 위하여 2400을 곱하였다.

ADC로 받은 온도 센서의 신호를 식 (1)을 거쳐 온도(°C)로 나타내기 위하여 식 (2)와 식 (3)을 사용하였다.

$$Temp(+) = (ref - ADC_Volt) / 5[°C] \quad (2)$$

$$Temp(-) = (ADC_Volt - ref) / 5[°C] \quad (3)$$

마이크로프로세서는 음의 값을 표현하지 못하기 때문에 (+)온도를 표현하기 위하여 식 (2)를 사용하였으며, (-)온도를 표현하기 위하여 식 (3)을 사용하였다. 또한 온도 센서용 계측 증폭기의 출력은 5mV당 1°C로 표현되어 지고, mV단위로 연산을 한 후이기 때문에 5를 나누었다. 식의 ref는 오프셋이 1.1V로 설정되어 있기 때문에 1100이다.

ADC로 받은 압력센서 신호를 식 (1)을 거쳐 압력(bar)로 나타내기 위하여 식 (5)를 사용하였다.

$$Press^1 = 2.5(x - 1)[bar] \quad (4)$$

$$Press^2 = (ADC_전압 - 500) * 5 / 1000[bar] \quad (5)$$

식 (4)는 압력 센서의 신호를 식으로 나타낸 것이다. Press¹은 압력의 단위인 bar이며 x는 센서에서 계측된 실질적인 출력 전압 값(1-5V)이다. 하지만 압력 센서의 출력이 1-5V인데 반해 마이크로프로세서에서는 최대 입력이 2.4V이므로 본래 출력에서 반으로 줄여 마이크로프로세서로 송신하기 위한 식 (5)를 사용하였다.

유량 센서의 출력신호를 마이크로프로세서의 GPIO를 이용하여 계측한 펄스를 실제 유량 값으로 표현하기 위하여 식 (6)을 사용하였다.

$$\text{Flow} = \text{펄스계측 값} * 10 / 3[\text{L/h}] \quad (6)$$

이 데이터는 1L당 360펄스가 계측되며 시간당 10-300L로 계측된다. 또한 데이터는 3초당 하나씩 수집되기 때문에 3으로 나누었다. 각 센서들은 500ms당 하나씩 센서의 데이터를 송신하도록 되어 있으며 각 센서마다 ID를 부여하여 코디네이터로부터 관리한다. 또한 이렇게 수신된 데이터들은 유선으로 된 시리얼을 통하여 임베디드 시스템에 구현되어 있는 웹 서버에 전송되어 진다. 이 데이터는 웹 서버로 전체 43Byte의 크기로 전송되어 지며 스타트 바이트는 0x3A, 스타프 바이트에 0x0D와 0x0A를 사용하였다.

웹 서버내의 데이터 흐름은 그림 9와 같다. 임베디드 보드는 ㈜하드커널의 Odroid-XU이며 여기에 웹 서버 및 사용자 환경 구성용 펌웨어를 구축하기 위한 라이브러리는 Django + Unicorn HTTP server + Twisted + Autobahn을 사용하였다.

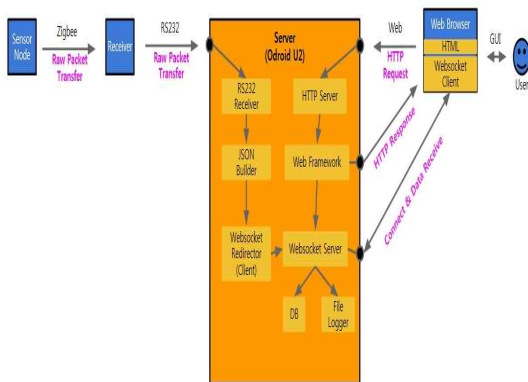


Fig. 9. Web data flow
그림 9. 웹 데이터 흐름도

또한 계측된 데이터는 측정 센서로부터 원격에 있는 모니터링 시스템까지 연결되어 통제, 사용자에게 데이터 제공 방식은 Web을 기반으로 표현하여 가독성이 원활하다. 동시에 높은 활용성 및 연결성을 제공한다. 또한 웹 표준 HTML 기반이므로 웹 표준을 지원하는 브라우저와 사용자가 사용할 수 있는 다양한 기기의 해상도에 대응이 가능하도록 하였다. 이를 통하여 같은 네트워크에 연결되어 있는 웹을 지원하는 모든 기기에서 데이터를 직접 볼 수 있었으며 저장 및 분석을 할 수 있었다.

연료필터의 측정된 결과를 분석하기 위하여 GUI로 사용자가 편리하게 데이터를 볼 수 있도록 하였다. 이는 데이터를 실시간으로 나타내어지기 때문에 직관적으로 표현되어 진다. 그림 10은 센서의 데이터를 받기 전 초기 화면을 나타내며 그림 11은 임베디드 보드에 수신된 데이터를 나타내고, 온도와 압력, 유량 데이터 값이 연료라인 데이터 수집 장치에 의하여 지그비 프로토콜을 통하여 실시간 데이터를 무선으로 임베디드 보드에 송신하고 이 데이터가 웹서버에 수신된 후 화면을 보여준다. 초기 화면에 비하여 센서 값이 수신되면 GUI상에서 막대모양으로 수신된 양을 보여주고 데이터로 표시됨을 알 수 있다. 또한 웹 페이지 내에서 실시간으로 저장된 데이터를 바탕으로 그림 12와 같이 그래프로도 표현을 할 수 있다.

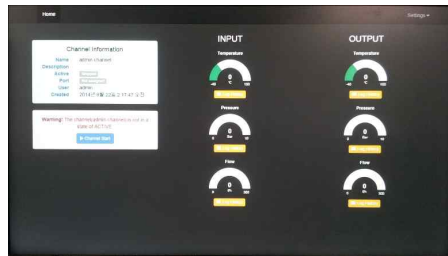


Fig. 10. Initial GUI
그림 10. 초기 화면

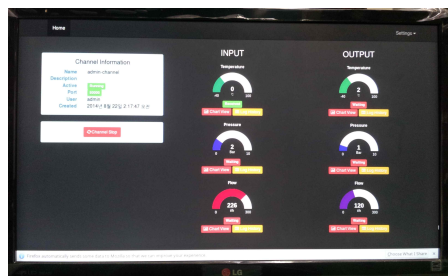


Fig. 11. Realtime GUI during experiment
그림 11. 실시간 데이터 화면



Fig. 12. Data graph during experiment
그림 12. 그래프로 표시된 데이터 화면

III. 동작 실험

1. 실험 시스템 구성

실험은 실차의 동일한 엔진이 장착된 엔진 실험용 모듈에 장착하여 실험을 하였다. 그림 8은 엔진 실험 모듈을 나타낸다. 이 모듈은 영하 20°C까지 온도를 낮출 수 있는 챔버 안에 배치되어 있다. 통합형 연료 필터 입출력 측을 중심으로 온도, 압력, 유량센서를 설치하였다. 주변온도와 연료 필터내에 장착되어 있는 블록히터의 열원이 유동성에 미치는 영향을 확인하기 위해 연료필터 입출력 측에 K-type 열전대를 설치하였다. 저온유동성과 직접적인 상관성이 있을 것으로 예상하는 연료필터 입출력 측 압력차와 필터를 통과 전과 후의 유량을 측정하기 위하여 압력센서 2채널, 유량센서 2채널을 설치하고 측정하였다. 주변 온도는 시험온도 11°C에서 유지하고, 데이터 계측주기는 각 센서당 500ms로 설정, 센서 하나를 다시 체크하는데 3 초 주기로 설정하였다.

2. 통신 실험

통신 실험을 하기 위하여 코디네이터와 라우터간의 거리와 와이파이 송신기와의 거리를 나타낸 배치도는 그림 13과 같다. 실험실 내 와이파이 채널은 11번 (2.451-2.473Ghz)을 사용한다. 지그비 실험은 채널을 11번부터 26번까지 실험하였다. ①에러율은 와이파이 송신기와의 거리가 코디네이터가 4.5m 라우터는 옆에 붙힌 상태로 실험하였다. ②에러율은 ①에러율에서 라우터만 와이파이 송신기에서 4m의 거리를 두고 코디네이터와 라우터의 거리는 3.6m이다. ③에러율은 코디네이터가 와이파이 송신기와의 거리가 3m 라우터가 2m, 코디네이터와 라우터간 거리가 4.5m이다. ④에러율은 코디네이터와 라우터는 가까이 두고 와이파이 송신기와 4.5m의 거리를 두며 수신기와의 가까이 배치하여 실험을 하였다.

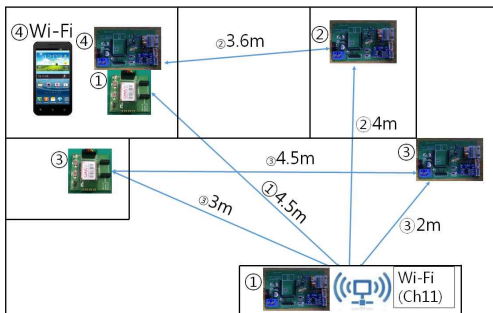


Fig. 13. Node placement for communication test
그림 13. 통신 실험을 위한 배치도

지그비 채널별 주파수 대역은 표 1과 같다. 단위는 주파수 대역의 단위는 Mhz이다.

Table 1. Frequency band for zigbee test

표 1. 지그비 채널별 주파수 대역

Channel	Lower Frequency	Centre Frequency	Upper Frequency
11	2404	2405	2406
12	2409	2410	2411
13	2414	2415	2416
14	2419	2420	2421
15	2424	2425	2426
16	2429	2430	2431
17	2434	2435	2436
18	2439	2440	2441
19	2444	2445	2446
20	2449	2450	2451
21	2454	2455	2456
22	2459	2460	2461
23	2464	2465	2466
24	2469	2470	2471
25	2474	2475	2476
26	2479	2480	2481

지그비를 1:1로 통신하여 와이파이, 와이파이 수신기 및 송신기와의 거리에 따른 상관관계를 확인하기 위한 에러율은 그림 14와 같았다. 이 실험에서 코디네이터와 라우터의 거리가 가까우며 와이파이 송신기와 거리가 멀수록 그리고 와이파이 채널의 주파수대역과 겹치지 않는 채널에서 에러율이 적은 것을 확인할 수 있었다.

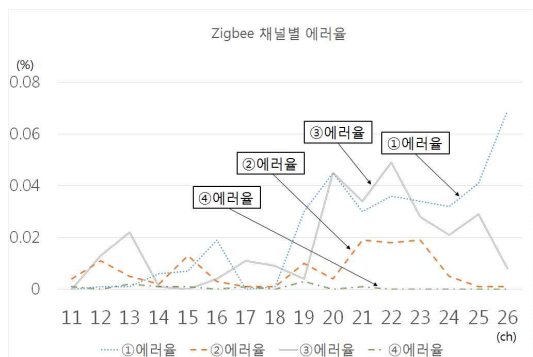


Fig. 14. Error rate with respect to channels
그림 14. 지그비 채널별 에러율

3. 동작 실험

실험은 챔버의 온도를 상온 및 영하 20℃로 온도를 낮추어 실험을 진행하였다. 가로축은 시간을 나타내며 단위는 초이다. 실험은 3초주기로 데이터를 수신한 것으로 하였다. 세로축은 각 센서의 데이터를 나타낸다.

상온에서 실험한 온도센서의 데이터는 그림 15와 같으며 영하 20℃에서 실험한 온도센서의 데이터는 그림 16과 같다.



Fig. 15. Temperature characteristic at room temperature

그림 15. 상온 온도센서 데이터 그래프

임베디드 시스템 내의 서버에서 수신하여 시간에 따른 온도를 그래프로 나타낸 것이다. 상온에서는 연료 히터가 작동되지 않기 때문에 연료의 온도는 천천히 상승하는 것을 알 수 있으며 뒤에 가속페달을 밟을 시 온도가 공회전 보다 빠르게 상승하는 것을 알 수 있었다. 또한 영하 20℃에서는 키 온을 하면 저압펌프가 작동을 하여 연료가 센서 지그 내로 흐르고 연료의 온도가 낮기 때문에 확실현상에 의하여 반고체

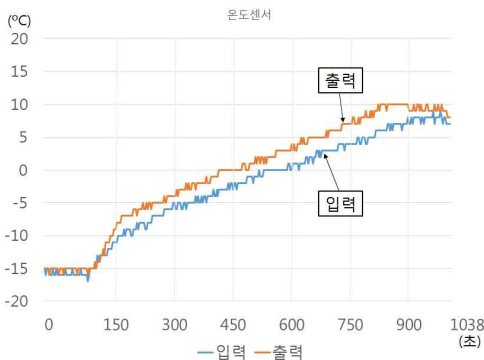


Fig. 16. Temperature characteristic at -20℃

그림 16. 영하 20℃ 온도센서 데이터 그래프

상태가 된 연료를 온도를 올려 확실현상을 제거하기 위하여 연료히터의 작동으로 연료의 온도가 올라가며 시동을 키고 연료히터의 작동이 멈출 때 까지 연료의 온도가 급상승하는 것을 알 수 있다. 그 후 연료의 온도가 일정 온도에 이르면 히터가 작동하지 않아 온도가 천천히 상승하는 것을 확인 할 수 있었다. 상온에서 실험한 압력센서의 데이터는 그림 17과 같으며, 영하 20℃에서 실험한 압력센서의 데이터는 그림 18과 같다.

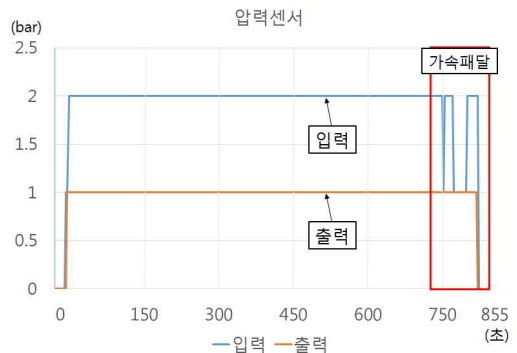


Fig. 17. Pressure characteristic at room temperature

그림 17. 상온 압력센서 데이터 그래프

서버에서 수신하여 시간에 따른 압력을 그래프로 나타낸 것이다. 상온에서의 실험으로 연료의 흐름이 원활하기 때문에 연료필터 입력 측의 압력은 2bar, 출력 측의 압력은 1bar로 변화가 없으며 가속페달을 밟았을 경우 출력 측의 압력이 변하는 것을 알 수 있었다. 또한 영하 20℃에서의 실험으로 초기에 엔진 실험 모듈의 키 온시 저압펌프 작동의 영향으로 압력이 조금 형성되고 시동을 켜면 디젤연료의 확실현상에 의하여 반고체화 상태가 된 연료로 인해 입력 측의

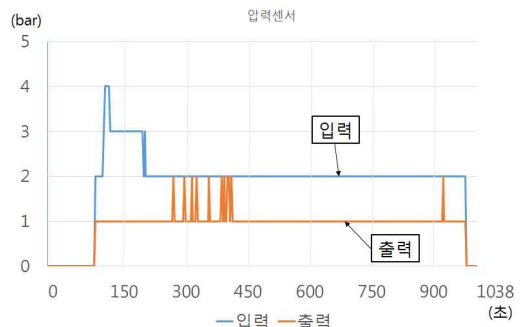


Fig. 18. Pressure characteristic at -20℃

그림 18. 영하 20℃ 압력 센서 데이터 그래프

압력에 4bar까지 올라가는 것을 알 수 있다. 그리고 연료의 온도가 상승하고 완전한 유체가 되었을 때 2bar로 일정한 것을 알 수 있었다. 하지만 연료필터의 바이패스 영향으로 출력 측의 압력은 1bar로 일정한 것을 알 수 있었다.

상온에서 실험한 유량센서의 데이터는 그림 19와 같으며, 영하 20℃에서 실험한 유량센서의 데이터는 그림 20과 같다.

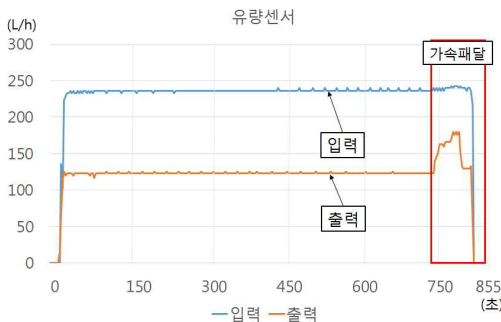


Fig. 19. Flow characteristic at room temperature
그림 19. 상온 유량센서 데이터 그래프

서버에서 수신하여 유량을 그래프로 나타낸 것이다. 상온에서의 실험은 압력과 동일하게 연료의 흐름이 원활하여 입력과 출력 측의 압력이 일정한 것을 알 수 있었으며, 가속 페달을 밟으면 연료필터 출력 측의 유량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 하지만 영하 20℃에서의 실험으로 압력과 마찬가지로 반고체화 상태가 된 연료의 흐름은 원활하지 않기 때문에 초기 시동을 걸을 시 입력 측의 유량이 상온에서의 유량보다 적은 것을 확인 할 수 있었으며 출력 측은 상온의 유량과 동일하게 일정한 것을 확인 할 수 있다. 또한

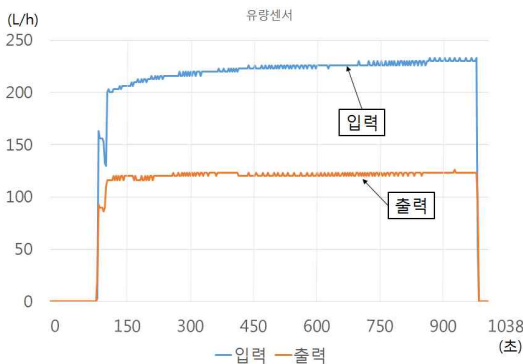


Fig. 20. Flow characteristic at -20℃
그림 20. 영하 20℃ 유량 센서 데이터 그래프

시간이 지남에 따라 연료의 온도가 상승하면서 반고체화 상태였던 연료가 완전한 유체가 되어 흐름이 원활하게 되고 이로 인하여 입력 측의 유량이 점점 많아지는 것을 확인 할 수 있었다.

IV. 결론

본 논문에서 디젤 차량용 연료필터 입출력 측의 온도, 압력, 유량을 분석할 수 있는 원격 시스템을 제안하였다. 엔진 실험 모듈에 장착하여 연료필터의 성능을 분석하기 위해 센서 장치를 장착하고 온도, 압력, 유량 데이터를 모니터링 하여 통합형 연료필터 입출력 측 연료라인의 연료 특성을 분석하였다.

연료필터의 연료라인 온도와 압력, 유량에서 측정된 데이터는 네트워크가 연결된 모바일 기기 및 PC를 사용하여 원격으로 데이터를 수집하고, 저장, 데이터 분석을 통해 연료필터의 문제점을 찾을 수 있는 장치의 효율성을 제시하였다. 이때 GUI를 활용하여 사용자 친화적으로 데이터를 쉽게 볼 수 있도록 하였다. 이러한 시스템을 통하여 저온에서 연료라인의 디젤연료의 변화량을 쉽게 확인 할 수 있었으며 유량과 압력변화를 평가할 수 있었다. 그리고 이 시스템을 통하여 온도가 낮을수록 연료필터 입출력 측 압력차가 증가하고 유량이 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 향후 이러한 분석 시스템을 기반으로 연료필터의 양분 판정을 판단 할 수 있는 보다 직관적인 사용자 환경을 개발하며 효율적인 연료필터의 설계를 할 수 있도록 할 예정이다.

References

- [1] Dal-Hwan Yoon, "Implementation of Fuel Heater and Performance Evaluation for Diesel Cars", KAIS,, Vo.19, No.13, 2012
- [2] Jeong-Hwa Lee, et. al, "Low Temperature Fluidity Performance Evaluation of Compositd Package Fuel Heater for Diesel Cars", IKEEE, Vol.18, No.1, pp.45 - 55, Mar. 2014
- [3] Peter W. Tse, Y. L. Tse, "On road Mobile Phone based Automobile Safety System with Emphasis on Engine Health Evaluation and Expert Advice", Proceedings of PICMET' 12: Technology Management for Emerging Technologies, pp.3232 - 3241, 2012
- [4] Y. C. Kim, N. S. Seung, G. S. Jin, H. T. Cho "Investigation of High Voltage PTC Heter for Cars," Proceedings of KSAE, pp.560 - 564, 2011. 05

- [5] Bo-Hee Lee, Byeong-Min Son, Xiang Zhao, Dal-Hwan Yoon, "Data Monitoring System for Activation Analysis Based on Fuel Heater of Diesel Cars", IKEEE, Vol.18, No.2, pp.179 - 184, June 2014
- [6] http://hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G137510300620

BIOGRAPHY

Jang Young-Sung (Member)



1983. 2 : BS degree in Industrial Engineering, Inha University
 2013.12-current : ShinwooHitec Co. Ltd. Researcher in Institute
 Main Research Area : Control Engineering, Automation, Embedded System

Lee Bo-Hee (Member)



1985 : BS degree in Electronic Engineering, Inha University
 1984.12-1987: Researcher in Communication Research Center, Samsung Electronics Co.
 1990-1996 : MS and PhD deg. in Automation Eng., Inha Univ.

1997.3 ~ Professor in Electrical Engineering of Semyung Univ.

Main Research Area: Control Engineering, Automation, Embedded System

Yoon Dal-Hwan (Member)



1984 : BS degree in Electronic Engineering, Hanyang University
 1986 : MS degree in Electronic Engineering, Hanyang University
 1994 : PhD degree in Electronic Engineering, Hanyang University

1987. 7 ~ 1994. 6 : Professor in Electronic Engineering, Korea

Military Academy. 2005. 7 ~ 2009. 2 : President of HIWIN Co. Ltd. 1995. 3 ~ Professor in Electronic Engineering, SeMyung University

Main : Communication and Signal Processing, Medical Signal Processing, LED&IT Convergence , Fuel Heater & Test System for Cars, Plants.

Kim Jin-Geol (Member)



1978.2: BS degree in Electrical Engineering, Seoul National University.

1988: MS and PhD deg. in Electrical and Computer Eng., Iowa Univ(USA).

1988 ~ Professor in Electrical Engineering of Inha Univ.

Main Research Area: Nonlinear Control, Walking Robot, Intelligent Control

Son Byeong-Min (Student Member)



2013.2 : BS degree in Electrical Engineering, Semyung University.
 2013.3 ~ current : MS course of Electrical and Electronic Engineering, Semyung University.

Main Research : Automatic Control, Embedded System.