

RF모듈을 이용한 자동차 ECU 센서신호의 원격계측

이성철*(전북대 기계공학부, MRC), 서지원(전북대 원), 권대규(전북대, MRC),
방두열(순천제일대),

Remote Measurement for Automobile's ECU Sensor Signals Using RF modules

Seong-Cheol Lee(Dept. of Mech. Engng. CNU, MRC), Ji-Won Seo(Graduate School, CNU),
Tae-Kyu Kwon(CNU, MRC), and Du-Yeol Pang (Faculty of Mechatronics, CJU)

ABSTRACT

In this paper, we present a remote measurement system for the wireless monitoring of ECU Sensor Signals of vehicle. In order to measure the ECU sensor signals, the interface circuit is designed to communicate ECU and designed terminal wirelessly according to the ISO, SAE regulation of communication protocol standard. A micro-controller 80C196KC is used for communicating ECU sensor signals. ECU sensor signals are transmitted to the RF-wireless terminal that was developed using the micro controller 80386EX, LCD, and RF-module. 80386EX software is programmed to monitor the ECU sensor signals using the Borland C++ compiler in which the half duplex method was used for the RS232 communication. The algorithms for measuring the ECU sensor signals are verified to monitor ECU state. At the same time, the information to fix the vehicle's problem can be shown on the developed monitoring software. The possibility for remote measurement of ECU sensor signals using 80386EX is also verified through the developed systems and algorithms.

Key Words : ECU(전자제어장치), self-diagnostic signal(자기진단신호), On Board Diagnostics(OBD), RF wireless module(RF 무선모듈), microprocessor(마이크로프로세서), Interface(인터페이스)

1. 서론

차량의 ECU(Electronic Control Unit)는 차량 자체의 효율적인 연비 개선 및 승차감 향상과 배출가스 억제 역할뿐만 아니라 운전자에게 차량의 센서출력이나 고장진단 정보를 제공하는 장치인 OBD(On Board Diagnostics) 기능을 갖고 있으며 관련 기관에서 그 기능의 특징과 규격을 제정하고 있다. 현재 차량진단기인 상용스캐너 장비는 차량의 ECU로부터 차량 각부에 장착되어 있는 센서출력 신호에 대한 정보를 제공한다^[1-2]. 그러나, 상용스캐너는 장비 사용환경에 제약이 있고 휴대 및 설치가 복잡한 단점이 있으며 전문 정비기술자가 아닌 일반 운전자가 사용하는데 어려움이 있다. 따라서 이에 대한 대처 기술이 요구되고 있다.

본 논문은 차량정보 시스템의 일부로 ECU의 진단 기능을 이용하여 차량의 센서출력 신호를 무선으로 계측하고자 하였다.

2. ECU 센서신호 원격계측 시스템

Fig. 1은 ECU의 센서신호를 무선으로 계측하기 위한 시스템 구성도이다. ECU와 유선상으로 연결되어 센서출력을 위한 인터페이스 장치를 구성하고 RF 모듈을 이용하여 송·수신부를 무선화함으로써 차량의 센서신호를 원격 모니터링하는 시스템을 구성하였다. 인터페이스 장치의 통신제어는 80C196KC프로세서용 Cross Compiler(IC96)를 사용하였다. PC기반 원격모니터링은 Visual C++컴파일러와 NI사의 Measurement Studio 툴을 사용하여 GUI환경의 소프트웨어를 개발하였다. 또한, ECU와 통신하기 위해서 80C196KC의 시리얼 포트를 이용하였고, RF와의 통신은 USART IC를 이용하여 시리얼통신을 하였다. 레벨 쉬프터는 ECU와 구성된 하드웨어간의 진압을 조정하고 DLC 커넥터는 ECU와 송신기를 연결한다.

2.1 시스템 하드웨어

전체적인 하드웨어 구성은 Fig. 2와 같다. 송신부 하드웨어와 ECU의 구성은 제어기능을 하는 컨트롤러와 제어프로그램을 삽입하는 ROM 그리고 ECU와 통신을 위한 레벨 쉬프터로 구성되어 있다.

송신부는 자동차 ECU의 진단단자(MUT: Multi User Test)에 인텔사의 80C196KC 마이크로 컨트롤러와 BIM 433MHz RF무선 모듈을 이용하고 ECU의 OBD 국제규격에 부합하는 인터페이스 회로를 구성하여 ECU 센서출력 신호를 무선전송을 하도록 하였다.

수신부는 PC와 간단한 LCD단말기에 RF 무선모듈을 설치하여 센서신호를 무선으로 수신하도록 하였다. 또한 GUI 환경의 소프트웨어를 작성하여 ECU를 제어하고 수신되는 데이터를 관리하였다.

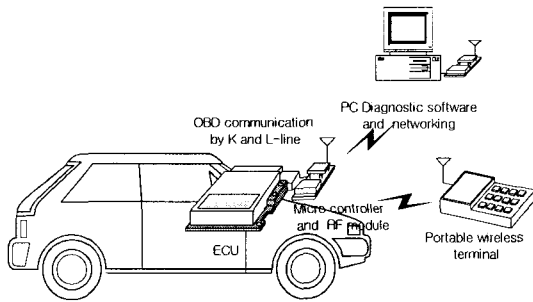


Fig. 1 Configuration of sensor output system

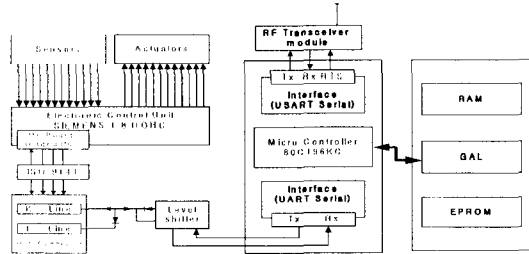


Fig. 2 Structure of the ECU and transmitter interface

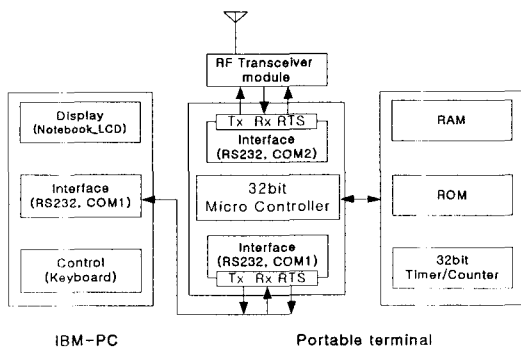


Fig. 3 Structure of the portable wireless terminal and IBM-PC

단말기와 PC의 구조는 Fig. 3 에서 보여주고 있다. 단말기에서 사용된 프로세서인 80386EX는 IBM-PC의 80x86계열의 프로세서이다. 따라서 시리얼포트의 메모리 맵이 비슷하다. IBM-PC와 통신은 1:1 통신모드인 콘솔모드를 사용하였다. PC 연결포트는 COM1, 전송속도는 38400 보레이트, 데이터비트는 8bit, 정지비트는 1bit 이다.

단말기의 LCD는 수신된 데이터를 표현하는데 한계가 있다. 따라서 단말기로 수신된 데이터를 PC의 시리얼포트를 이용하여 데이터를 PC로 전송하고 그 결과를 PC 화면에 표현하여 실시간으로 센서출력에 대한 데이터를 확인할 수 있도록 하였다.

2.2 PC계측 소프트웨어

무선단말기와 PC의 DOS창을 통하여 얻어진 hex값의 데이터를 GUI응용 소프트웨어를 사용하여 프로그램을 작성하였다. 프로그램은 Visual C++을 사용하였고, PC 시리얼포트에 장착되는 별도의 무선모듈을 개발하여 무선 송·수신이 가능하도록 알고리즘을 개선하였다. PC는 시리얼 포트로부터 들어오는 센서출력 신호를 실시간으로 화면에 출력하고 있고, 프로그램은 3개의 센서출력 창을 선택할 수 있도록 GUI환경으로 구성하였다.

ECU와 인터페이스 및 수신부의 데이터를 송신하는 역할을 하는 송신부의 제어 알고리즘은 Fig. 4(a)와 같다. 먼저 송신부에 전원을 인가하면 시스템은 초기화되고 인터럽트를 설정한 다음 수신부로부터 명령을 수신할 수 있도록 대기상태에 있게 된다. 대기상태에서 센서출력 명령이 수신되면 송신부는 ECU와 센서출력 인터페이스를 하여 받은 데이터를 실시간으로 버퍼에 저장하고 RF모듈을 통하여 송신하게 된다.

단말기의 제어 알고리즘은 Fig.4(b)의 순서도와 같다. 먼저 전원을 인가하면 시스템을 초기화하고 인터럽트를 설정한 다음 키보드 입력을 기다린다. 사용자가 센서출력 키입력을 하면 무선모듈로 명령을 전송하고 송신부로부터의 데이터를 수신할 수 있는 상태로 전환한다. ECU와의 인터페이스를 통해 얻어진 데이터가 무선모듈을 통해 수신되면 데이터를 분석하고 이를 그래픽 LCD에 표현하게 된다.

Fig. 4(c)는 단말기와 PC의 프로그래밍 순서도로서 전체적인 초기화 과정을 수행한 후, 센서출력 명령을 입력받는다. 이때 PC 모니터를 통하여 명령의 내용을 출력하도록 하였다. 입력된 명령에 따라 RF모듈을 통하여 해당 명령어가 무선으로 전송된다. 명령 전송 후 ECU로부터 수행된 데이터를 무선으로 수신할 때까지 대기 상태에 있게된다. 진단 데이터가 수신되게 되면 내용을 프로그램된 컨트롤러가 분석하여 모니터에 센서출력 데이터를 hex값으로 출력하게 된다.

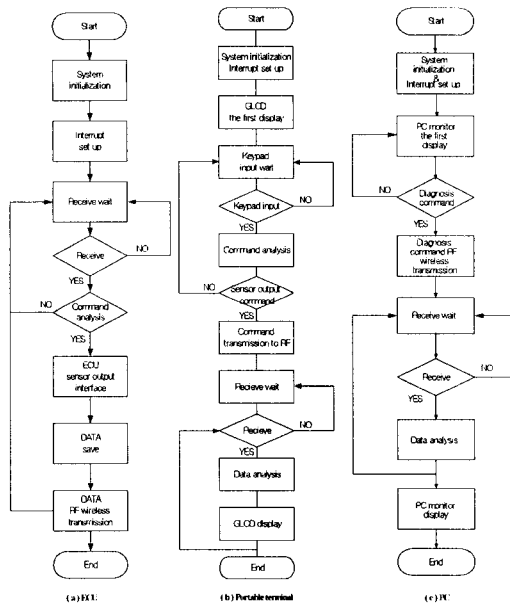


Fig. 4 Flowchart for the self diagnostic communication

3. ECU 통신방식

자동차 전자제어 시스템의 핵심인 ECU는 차량의 센서들로부터 엔진운전상태에 대한 정보를 입력받아 운전조건이 최적화될 수 있도록 점화시기 및 연료분사량 등을 마이크로프로세서에 의해 제어하여 자동차가 최적의 주행성능을 발휘할 수 있도록 하는 제어시스템이다. 본 논문에서는 국제표준규격인 ISO 9141의 통신규격 및 하드웨어 규격을 만족시키는 자동차용 ECU중 SIEMENS사의 ECU를 사용하였다.

ECU는 외부적으로 차량의 진단을 위해 Fig. 5와 같이 K-line 또는 K 및 L-line의 통신버스로 연결되어 있다. 그리고 이 통신버스를 통하여 하나 또는 그 이상의 ECU들을 공유할 수 있다.

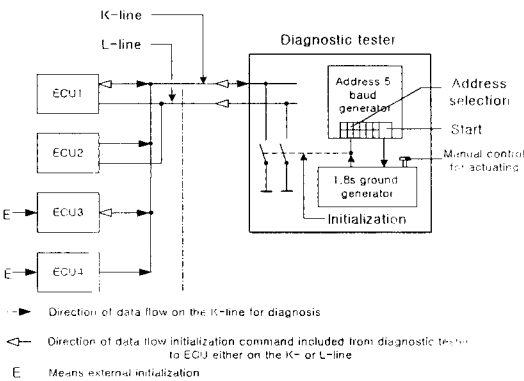


Fig. 5 Bus system of various types of ECU.

K-line은 ECU내부의 정보들을 시리얼 데이터 형태로 외부에 제공하고 외부로부터 명령이나 데이터를 전달받도록 하는 양방향성 데이터버스 라인이다. L-line은 단방향성이고 주로 시리얼 통신의 초기화에 사용되며 시스템의 특성에 따라 사용여부가 결정된다. K-line은 또한 통신의 초기화에도 사용될 수 있으므로 L-line의 유무와 K-line의 방향성에 따라 몇 가지의 시스템 유형으로 구분되기도 한다.

시리얼 통신에 있어서 ISO 9141의 OBD-I 규격을 만족하는 ECU는 기술적, 경제적 요인에 의해 10 kbps를 크게 넘지 못한다. OBD-II에서는 41.6 kbps의 속도를 가진다. 따라서 본 연구에서는 통신속도가 10.4 kbps의 통신속도를 가진 ECU를 사용하였고 여기서 보레이트를 결정하는 요소와 식은 다음과 같다. 통신 버스 상의 ECU수를 n 이라 하면 보레이트 BR은 식(1)과 같다.

$$BR \leq \frac{10^{-4}}{\sum_{i=1}^n C_{ECU_i} + C_{OBW} + C_{TE}} \quad (1)$$

여기서, n 은 버스상의 ECU 수이다. 시리얼 통신으로 데이터를 주고받기 전 ECU는 초기화가 필요하다. 초기화 방법은 Fig. 6과 같이 ECU 진단용 스캔틀에서 사용되는 방법으로 5baud rate의 주소코드를 K와 L-line에 동시에 전송함으로써 통신을 초기화하였다. 초기화 이후에는 10.4kbps의 시리얼 데이터를 주고 받을 수 있다.

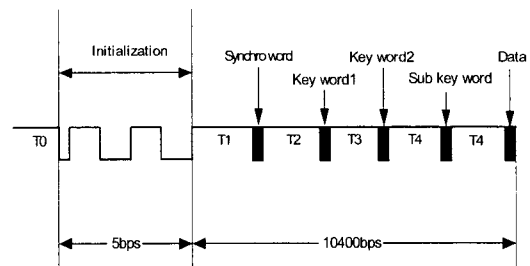


Fig. 6 Communication initialization

ECU 초기화 후 순차적으로 자기진단 테스트가 요구하는 정보를 출력하게 되는데 첫 번째로 ECU는 데이터 헤더를 출력한다. 헤더는 동기워드와 일련의 keyword로 구성되며 동기워드는 keyword와 함께 baud rate 동기화 pattern을 나타낸다. keyword는 2개 이상으로 이루어지며 통신을 요구하는 진단 버스라인상의 시리얼 통신의 형태와 하드웨어 구성 등의 정보를 제공한다.

4. 결과 및 고찰

본 연구는 ISO 및 SAE의 자동차 진단 정보에 대한 국제표준에 맞도록 회로를 구성하였고, 통신 프로토콜을 설계하여 실험실 시차폼에 대한 실험결과를 고찰하였다.

Fig. 7은 송신부와 수신부의 센서신호 및 시간지연을 보여주고 있다. 상단의 파형은 송신측의 파형으로 ECU의 K_line에서 측정하였으므로 10400 bps의 통신속도를 갖는다. 하단의 파형은 수신측의 파형으로 19200 bps의 통신속도를 갖고 있다. 두 파형을 비교해 보면 통신속도는 다른데 동일한 데이터 길이를 갖는다. 센서출력 데이터의 정확성을 확인하기 위하여 오실로스코프를 통한 파형 측정과 무선단말기를 통한 무선계측을 동시에 수행한 결과 유·무선의 데이터는 일치함을 알 수 있었다. ECU와의 인터페이스에 의하여 얻어진 센서출력 데이터는 송신과 수신 사이에 약간의 시간지연을 갖는다. 송신단자와 수신단자를 동시에 오실로스코프로 측정한 결과 약 1.5 msec의 시간지연을 갖는 결과를 얻었다.

Fig. 8은 PC계측 ECU의 센서출력 신호의 무선계측 소프트웨어의 창으로 다음과 같은 블록들로 구성되어 있다.

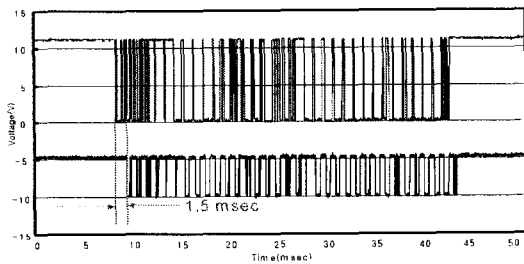


Fig. 7 Time delay between transmitter and receiver

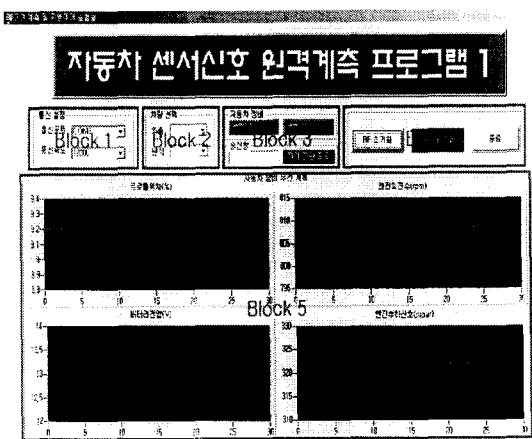


Fig. 8 Receive panel of ECU sensor output software using RF

- [A] 블록 1 : 무선통신 환경에 따라 통신속도는 선택할 수 있다. 본 연구에서는 19.2 kbps의 속도로 COM1이나 COM2로 연결하여 무선통신을 하였다.
- [B] 블록 2 : 블록 2는 계측하고자 하는 차량의 종류 및 생산 연식을 입력하는 창이다.
- [D] 블록 3 : 블록 3은 hexa 데이터를 송신할 때 그 데이터 값들을 나타내는 창과 수신된 데이터에 대한 분석을 통하여 자동차의 상태를 진단하는 기능을 위한 창이다.
- [E] 블록 4 : RF모듈과 ECU를 초기화하는 기능으로 RF모듈을 초기화하기 위해서 시리얼통신 포트를 초기화하고 ECU의 통신상태를 초기화하는 창이다.
- [F] 블록 5 : 블록 5는 센서출력 신호를 수신 받아 데이터를 분석한 후 각각 4개의 센서신호를 화면에 표시한다.

4. 결론

본 연구는 자동차 각부에 장착되어 있는 센서출력 신호를 RF무선모듈을 이용하여 무선계측을 시도하였다. 이에, ECU 센서신호의 원격 모니터링의 가능성 및 신뢰성 확인하였다. 또한, 고성능 프로세서를 이용하여 데이터를 효율적으로 획득, 프로토콜 분석 시스템 구축하고, PC 기반 소프트웨어를 GUI 환경에서 개발하고 차량정보를 획득하여 근거리 무선통신을 위한 H/W 및 통신환경 기초연구를 수행하였다.

후기

본 논문은 한국과학재단시정 진라북도지원 전북대학교 메카트로닉스연구센터 지원으로 이루어진 연구의 일부입니다.

참고문헌

1. Gil Schulz, "Portable On-Board-Diagnostic(OBD) II /CAN scan tool," Siemens Components, Inc.
2. G. Paul, "On-Board Diagnostics for Control of Vehicle Emissions," IEEE Colloquium on Vehicle Diagnostics in Europe, pp. 5/1-5/6, 1994
3. Jeong J. H., et al., "Remote Measuring System for Automobile's ECU Self-Diagnostic Signal," J. of KSPE, Vol. 19, No. 5, pp. 159-167, 2002.
4. Seo J. W. et al, "Remote Measurement for ECU Self-Diagnostic Signals Adopting Embedded System," J. of Control, Automation and System Engineering, Chonbuk Branch, Vol. 4, No. 1, pp. 42-46, 2001.