

# Bluetooth 모듈을 이용한 KWP2000 차량 ECU 신호의 원격 계측

최광훈\*, 권대규\*\*, 이성철#

## Remote Measurement of the Automobile's ECU Signals with KWP2000 using Bluetooth Module

Kwang-Hun Choi\*, Tae-Kyu Kwon\*\* and Seong-Cheol Lee#

### ABSTRACT

This paper presents the remote measurement of the ECU signals adopted with KWP 2000 protocol using the wireless communication technique of bluetooth. The bluetooth technology will be the most promising network paradigm which can open the new area in the information technology. Especially, bluetooth module is able to link all the electrical products and personal computers to cellular phone or PDA. This research has a try to design a wireless measurement model of ECU signal based on the car telemetry system using bluetooth device. In order to measure the ECU signals, we designed the interface circuits which is able to communicate between the ECU system and the terminal circuits according to the ISO, SAE regulation of communication protocol standard. A microprocessor S3C3410X is used for the system control and communication of ECU signals. The embedded system software is programmed to measure the ECU signals using the ARM compiler and ANCI C based on Micro/OS-II kernel to communicate between two bluetooth modules using bluetooth stack. The remote measurement of ECU signals using the bluetooth was designed and implemented to evaluate the performance of wireless network to the transmit measurement data. The possibility for the remote measurement of the self diagnosis signals of ECU adopted with KWP2000 protocol verified through the developed systems and algorithms in embedded system.

**Key Words :** bluetooth module(블루투스 모듈), Electronic Control Unit (전자제어장치), KWP 2000 protocol (키워드 2000 프로토콜), remote measurement (원격 계측), wireless communication (무선 통신),

### 1. 서론

텔레매틱스(Telematics)란 통신(Telecommunication)

과 정보과학(Informatics)을 의미하는 영문 합성어로 자동차, 이동통신, 단말기, 인터넷 등의 콘텐츠와 애플리케이션이 통합된 자동차용 정보제공 서비스

접수일: 2004년 2월 11일; 게재승인일: 2004년 8월 13일  
\* 전북대학교 대학원 기계공학과, 석사과정  
\*\* 전북대학교 생체정보공학과, 조교수  
# 교신저자: 전북대학교 기계공학과, 교수  
E-mail meconlee@moak.chonbuk.ac.kr Tel (063)270-2320

를 나타낸다. 이는 인터넷과 무선통신 기술 등 IT 산업과 결합되어 광범위하게 새로운 서비스를 제공하는 기술 분야로 등장하고 있다.

ECU(Electronic Control Unit)는 차량에 장착되어 있는 여러 종류의 센서들을 통하여 얻어진 정보로 효율적인 연비를 개선하고, 주행 시 운전자의 승차감과 차량의 안정성을 향상시키고 있다. 또한, 대기오염물질인 배출가스를 억제하고 차량의 고장진단 코드와 같은 각종 정보를 제공하는 OBD(On Board Diagnostics) 기능을 통하여 차량의 결함을 쉽게 발견하고 정비할 수 있도록 한다.

현재, 차량진단기로 사용하는 상용 장비는 ECU의 OBD기능으로 차량 각 부분에 장착되어 있는 센서출력 정보와 고장진단 정보를 제공하고 있다. 이러한 유선통신 방식의 진단기는 안정적인 통신을 보장하는 장점이 있으나, 개인적으로 구비하기에는 비교적 고가이고 유선으로 인한 공간 환경에 제약이 따르며, 개인적으로 휴대가 어렵고 설치에 시간이 소요된다는 단점이 있어 일반 운전자가 사용하기에는 어렵다. 따라서 유선진단기를 대체하여 소규모의 무선 송수신기를 운전자 개개인이 간단히 설치하는 장치를 개발함으로써 작업시간 감소와 용이한 차량진단을 진행할 수 있는 시스템에 대한 선행기술을 고려해 볼 수 있다.<sup>14</sup>

본 연구는 텔레매틱스 서비스기술 중 하나로 차량 내부에 있는 장치들의 네트워크를 구축하기 위해 제안되고 있는 근거리 무선통신기술인 블루투스(bluetooth)를 이용하여 텔레매틱스 서비스 중 차량의 원격 고장진단 서비스 및 센서출력 등을 모니터링하는 차량정보시스템을 개발하였다.<sup>5,6</sup> ECU 진단을 위한 통신 프로토콜은 근래에 출시되어 차량에 장착되고 있는 KWP2000을 적용하였고, 실시간 운영체제(RTOS, Real Time Operating System)인 MicroC/OS-II를 탑재한 임베디드 시스템으로 구성하여 ECU 정보를 블루투스 모듈을 통하여 PC에서 무선 계측하도록 구성하였다.

연구결과는 고장진단 및 센서출력 데이터를 상용 진단기와 비교 분석함으로써 본 개발시스템의 유용성을 확인하였고, 차량의 고장과 결함을 무선으로 원격 계측하여 운전자 스스로가 발견하고 정비에 임할 수 있도록 정보를 용이하게 제공할 수 있는 차량정보시스템 개발에 대한 선행연구를 수행하였다.

## 2. 원격계측 시스템의 기본 구성

본 연구의 기본적인 구성은 KWP2000이 적용되고 있는 ECU가 장착된 자동차의 진단단자와 S3C3410X 마이크로프로세서(ARM7TDMI core), 블루투스 모듈, RTOS 중 MicroC/OS-II를 탑재한 임베디드 시스템으로 구성하였다.

ECU와 임베디드 시스템 사이에는 ISO14230의 국제규격에 부합하는 인터페이스 회로를 구축함으로써 ECU로부터 얻어진 자기진단 및 센서출력 데이터를 블루투스로 전송토록 하여 전송거리 내에 있는 다른 블루투스 모듈이 전송된 데이터를 계측할 수 있도록 하였다. 수신부는 PC기반의 운영프로그램을 작성하여 블루투스로 전송된 데이터를 해석하고, 모니터에 고장코드의 내용과 센서출력 값을 나타내어 사용자가 간편하고 쉽게 사용할 수 있도록 GUI 환경으로 개발하였다.

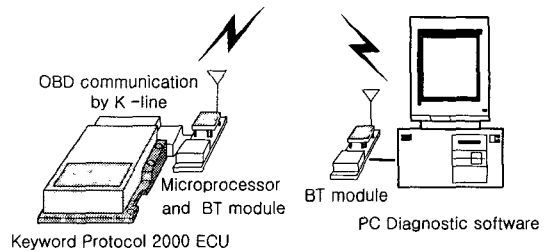


Fig.1 Configuration of self-diagnostic system using bluetooth module

Fig.1은 본 연구에서 사용한 ECU와 블루투스 모듈과의 연결 개념도이며, ECU를 차체와 분리하고 12V 전원 및 릴레이 등을 연결하여 ECU가 정상적으로 동작하도록 인터페이스 시킨 구동 등가회로로써 실험용 시스템의 구성도를 나타낸다.

### 2.1 블루투스

블루투스는 1994년 에릭슨 이동통신사가 이동전화와 주변기기사이의 연결 케이블을 대체하는 방법을 연구하면서 시작되었으며, 1999년 블루투스 규격 버전 1.0이 출시되었다. 블루투스는 전 세계적으로 사용하는 2.4GHz의 무허가 ISM(Industrial Scientific and Medical)대역 내에서 사용되고 있으며, 주파수 호핑방식의 스펙트럼 확산 기술을 사용하여 1MHz 폭의 79채널로 초당 최대 1600회까지

채널을 랜덤하게 바꾸며, 오류방지 및 정정기술을 사용하여 보안성과 신뢰성을 확보하고 있다. 전송 범위는 전력등급에 따라 Class 1, 2, 3로 구분되며, 10m~100m까지 통신이 가능하다. 비동기 접속링크(ACL)와 동기접속링크(SCO)의 두 가지 링크형태를 가지고 있으며, 문자데이터 및 음성데이터를 동시에 지원하고 있다.

Fig. 2는 블루투스의 일반적인 스택구조를 나타내고 있다. 하위계층 프로토콜인 baseband, LM(link manager)는 모듈 내에 포함되어 있는 firmware 레벨의 소프트웨어 형태로 구현되며, 상위 스택은 L2CAP, RFCOMM, SDP 등으로 크게 구분되어 응용에 따라 달라진다. 하위 스택과 상위 스택사이의 인터페이스 역할은 HCI (Host Controller Interface)가 담당한다.

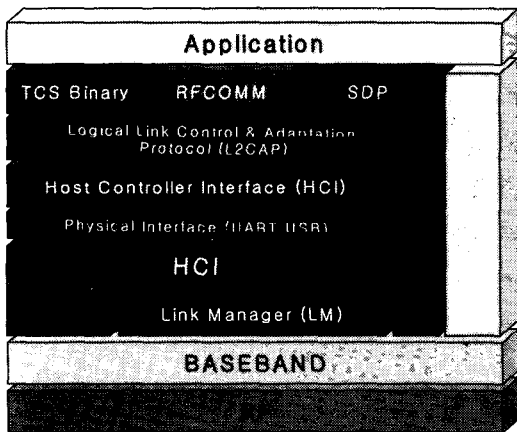


Fig. 2 Protocol stack structure of the bluetooth

### 2.2 Keyword Protocol 2000

일반적으로 ECU의 진단 기능을 OBD라하며 처음으로 사용된 규격을 OBD I 이라 하고, 1996년 이후에 발표된 규격을 OBD II 라 한다. 이 기능은 미국 캘리포니아주 CARB(California Air Resources Board)에서 자동차의 배기가스 저감을 위한 엔진제어 시스템의 정상작동 유무를 진단하는 규정을 만들어 차량에 적용해 왔다(OBD I). 이후 대기오염이 심해지자 OBD I 에 진단부품 항목을 추가하고 부품의 고장진단 항목의 통일과 세분화, 그리고 진단 커넥터의 통일 등으로 OBD II 규정을 제정하여 1996년부터 생산된 차량에 적용하였다. 이러한 OBD 코드는 외부에서 상용진단기를 통하여 얻을

수 있으며 이를 위한 통신 프로토콜에는 크게 SAE J1850 VPM(Variable Pulsewidth Modulation), SAE J1850 PWM(Pulse Width Modulation), ISO 9141, 그리고 통합 프로토콜인 ISO14230의 KWP 2000으로 구분된다.

ECU의 K-line은 ECU 내부의 정보들을 시리얼 데이터 형태로 외부에 제공하며 외부로부터 명령이나 데이터를 전달받도록 한 양방향성 데이터버스 라인이다. 통신속도는 10,400 bps이며, 초기화 진행 후 서비스 요청에 대응하는 데이터를 ECU가 회신하는 형태로 통신이 이루어진다.

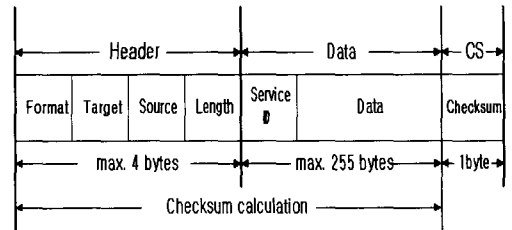


Fig. 3 Message structure between ECU and tester

Fig. 3은 ECU와 진단기 사이의 통신이 이루어질 때 사용되는 메시지 구조를 나타내고 있다. Header는 Format, Target, Source, Length byte로 최대 4 바이트로 구성될 수 있으며, 데이터 바이트는 1바이트의 Service Identification과 최대 255바이트를 가질 수 있는 데이터로 구성되며, Checksum 바이트는 Header와 데이터를 모두 더한 값의 하위 1 바이트로 데이터의 신뢰성을 보장한다.

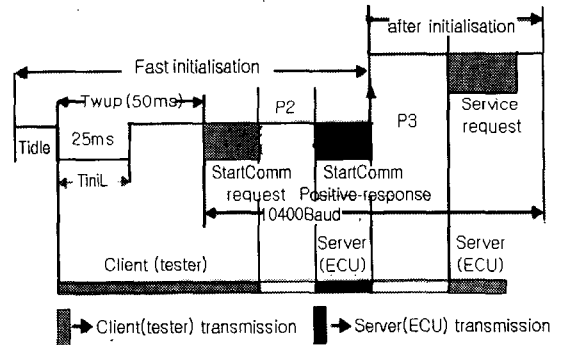


Fig. 4 Fast initialization and start communication of ECU

Fig. 4는 Fast 초기화 및 Start Communication request와 Start Communication Positive Response를

나타내고 있다. ECU와 통신을 하기 위해서는 진단기와 ECU간의 초기화가 먼저 이루어져야 한다. 일반적으로 Service 모드는 강제적이지 않지만, 초기화 후에 요청되는 Start Communication Service 모드는 이에 적용되어야 한다.

### 3. 원격계측 시스템

#### 3.1 시스템의 하드웨어 구성

KWP 2000 통신 프로토콜이 적용된 차량의 ECU로부터 자기진단 및 센서출력 데이터를 얻기 위하여 Fig.5와 같은 실시간 운영체제가 탑재 가능한 임베디드 시스템과 ECU와 임베디드 시스템 사이의 인터페이스 회로, 그리고 무선통신을 할 수 있는 블루투스 모듈로 구성된 자기진단 시스템을 보여주고 있다.

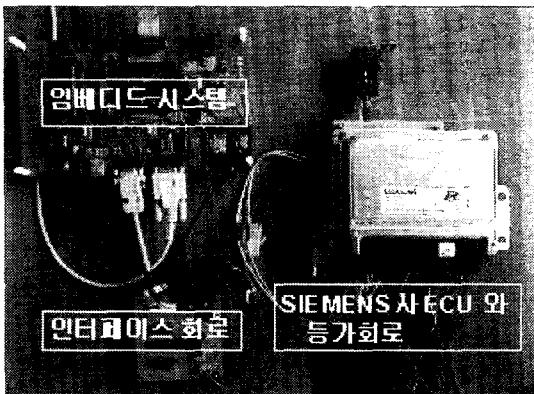


Fig. 5 The configuration of embedded system with experimental ECU and interface circuit

본 연구에서는 시스템 개발을 위하여 (주)블루로직 회사의 블루투스 개발보드를 사용하였으며, 블루투스 칩 모듈은 Bluetooth 1.1 사양의 (주)삼성전기에서 제작된 것으로 최대 100m의 송수신 범위를 가지고 있는 class I을 사용하였다. Table 1은 임베디드 시스템으로 사용된 개발보드의 하드웨어 사양을 보여주고 있다.

사용한 ECU는 KWP2000을 적용한 SIMENS사에서 제작된 것으로 국내 자동차제조회사의 N-차량에 장착된 ECU로 실험하였다. ECU는 외부적으로 차량의 진단을 위해서 DLC(Data Link Connector) 커넥터를 가지고 있으며, 이 커넥터에 자기진단 통신라인

인인 K-line이 연결되어 있다. 실내에서 실험을 수행하기 위해 ECU를 실제 차량에서와 동일한 환경에서 작동될 수 있도록 정격 휴즈 및 파워릴레이 등으로 구성된 등가회로를 사용하였으며, 각종센서와 연결되어지는 라인은 접지와 연결되거나 또는 연결되어지지 않은 상태로 실험은 수행되어졌다.

Fig. 6은 ECU와 개발 보드사이의 인터페이스 회로에 대한 블록선도이다. 자동차는 보통 12V 시스템이며, 진단 테스트는 8V에서 16V까지의 범위에서도 정상적으로 작동되어야 한다. 그러나, 실험에 사용된 개발보드는 3.3V에서 동작되어 두 시스템사이의 전압이 다르다. 즉, ECU의 신호레벨은 0V~+12V이지만, 개발보드의 시리얼 transceiver에서는 -12V ~ +12V 레벨의 신호레벨을 가지고 있다.

Table 1 Specification of the development board used as embedded system.

Parts of embedded system	Specifications
Processor	S3C3410X (ARM7TDMI)
Flash Memory	8Mbit (512kb×16)
SDRAM	64Mbit
EEPROM	4Mbit (256kb×16)
RS-232 Transceivers	1Mbps data rate
Dual UART	Two UART channels, 50bps to 4Mbps data rate
USB Interface Device	Spec. V2.0, 2Mbytes/s
Audio Codec	13-bit linear PCM Filter
Bluetooth Module	BTMZ7311

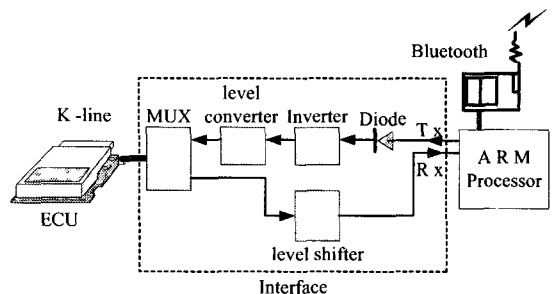


Fig. 6 Interface schematic diagram between ECU and the embedded system

또한, K-line은 양방향성 데이터 라인이므로 송신과 수신을 한 개의 라인으로 처리하지만, 개발보드는 Tx, Rx 두개의 단자를 사용하는 비동기 시리얼통신을 한다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 ECU와 개발보드 사이에 적절한 신호레벨로 변환할 수 있는 인터페이스 회로가 필요하다.

### 3.2 시스템의 소프트웨어 구성

시스템의 임베디드 S/W는 인터럽트 레벨로 이벤트를 처리하는 전경(background)시스템 방식이 아닌 태스크(task) 레벨의 RTOS를 기반으로 하는 시스템으로 개발하였다.

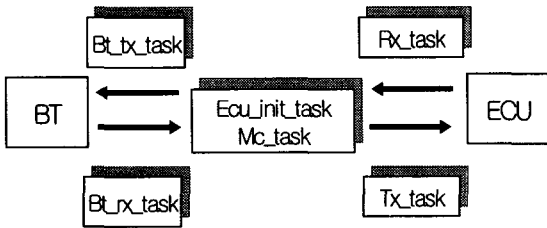


Fig. 7 Task's Role in the Application and Structure of System

Fig. 7은 응용프로그램에서 동작되는 각 태스크의 기능 및 전체 시스템의 구조를 나타낸다. MicroC/OS-II는 소스가 공개된 실시간 커널로써, 많은 상용 실시간 커널에 대등한 성능을 갖고 있으며, 소스의 이식성 및 유연성이 큰 장점이 있고, 멀티태스킹(multitasking)이 가능하기 때문에 연구용으로 적합하다. 따라서, 본 연구에서도 MicroC/OS-II 커널을 사용하여 OS기반의 임베디드 시스템을 구축하였다. 이러한 MicroC/OS-II 커널을 기반으로 응용프로그램에서 사용될 태스크들을 생성하며, 블루투스를 동작시키기 위한 블루투스 스택이 커널, 응용프로그램과 함께 구동된다.

따라서, 개발하고자 하는 원격계측 시스템의 S/W는 MicroC/OS-II 커널, 블루투스 상위스택, 블루투스 모듈 내의 펌웨어 형식의 하위스택, 그리고 응용프로그램으로 구성된다. 또한 PC와 임베디드 시스템과의 블루투스 통신 및 진단 소프트웨어를 구현하였다.

### 4. 신호계측 및 실험 결과

Fig. 8은 두 블루투스 장치의 연결 과정을 보여주고 있다. ECU에 배터리 전원을 대신하여 12V의 전원을 연결하고 시동스위치를 작동시키면 ECU가 동작하게 된다. ECU 작동은 센서 라인들을 체크하여 확인할 수 있었다. 시스템의 응용프로그램에서 스택(stack) 초기화 및 MicroC/OS-II 초기화를 수행한 후에 블루투스 장치들은 접속에 필요한 패킷들을 주고 받으면서 ACL접속을 이루게 된다.

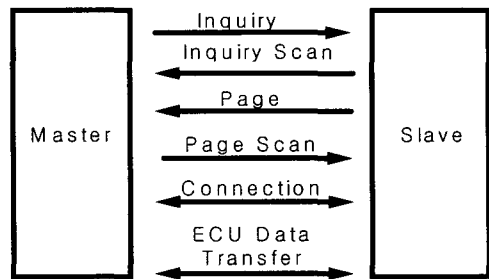


Fig. 8 Connection between master and slave

블루투스 연결이 성공적으로 이루어지면 다음으로 ECU 초기화를 수행한다. 슬레이브는 ECU의 초기화를 위한 메시지를 전송하고, 마스터는 수신된 메시지를 확인하여, ECU 초기화를 수행한다. ECU의 초기화는 300ms 동안 high레벨을 유지하는 idle time 후 25ms 동안 low레벨과 high레벨을 유지하는 wake up 패턴을 만들기 위하여 baudrate를 조절함으로써 원하는 신호파형 및 시간을 얻을 수 있었으며, 이후 바로 Start Communication Request 서비스를 시도하면, ECU는 Start Communication Positive Response로 응답한다. 이 과정까지가 초기화 과정이며, 초기화가 끝나면 다른 서비스 요청을 수행할 수 있게 된다. Fig. 9는 PC 디버깅 창으로 Start Communication Request 메시지와 이에 대한 ECU의 응답이 블루투스를 통해서 마스터와 슬레이브 사이에서 송신과 수신되는 패킷과 데이터를 보여주고 있다. Tx Data는 블루투스의 패킷을 나타내고, Rx, UART\_TX 및 UART2\_RX는 패킷에서 ECU의 응답 데이터만을 추출하여 나타내고 있다.

```

Log window
TX Data : (14)
0x2 0x28 0x20 0x9 0x0 0x5 0x0 0x40 0x0 0x11
0xEF 0x3 0x31 0xBF

bt_tx_task : mboxpend..

RX : (7)
0x83 0xF1 0x11 0xC1 0xEF 0x8F 0xC4

mc_task : Mbox2post...

UART_TX : (7)
0x83 0xF1 0x11 0xC1 0xEF 0x8F 0xC4
    
```

(a) Master

```

Log window
RX_DATA : (1)
0x31

ecu_init_task start...

UART2_RX (7)
0x83 0xF1 0x11 0xC1 0xEF 0x8F 0xC4

TX Data(20)
0x2 0x28 0x20 0xF 0x0 0xB 0x0 0x41 0x0 0x13
0xEF 0xF 0x83 F1 0x11 0xC1 0xEF 0x8F 0xC4 0x65
    
```

(b) Slave

Fig. 9 Start Communication Request Message and Response between Master and Slave

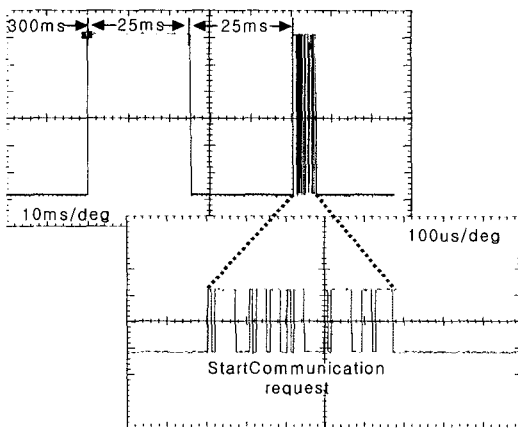


Fig. 10 Waveform of fast initialization and Start Communication request

Fig. 10은 Fast 초기화와 Start Communication Request서비

스가 이루어지는 상태를 실제 회로에서 측정한 파형이다. 이 파형과 블루투스를 통해서 송수신된 데이터를 서로 비교함으로써 블루투스에서 이루어진 송수신 데이터와 일치함을 확인할 수 있었다.

ECU의 초기화 및 자기진단 시스템과의 통신이 이루어진 후 자기진단 서비스를 수행하였으며, Table 2는 자동차의 고장을 발견하고 ECU의 메모리에 저장되어 있는 고장코드 및 고장상태를 동시에 읽어올 수 있는 서비스인 Read DTC ByStatus 서비스를 실행한 후 ECU로부터 얻은 응답을 나타내고 있다.

Table 2 ReadDiagnosticTroubleCodesByStatus positive response for experimental ECU

Byte No.	Response (ECU → Tester)	
	Parameter	Hex value
1	Format	0x97
2	Target	0xF1
3	Source	0x11
4	Service ID	0x58
5	NumberOf DTC	0x07
6 ~ 26	ListOfDTC AndStatus	0x15, 0x10, 0xF4, 0x15, 0x11, 0xF4, 0x01, 0x20, 0xF1, 0x01, 0x15, 0xF1, 0x02, 0x30, 0xE2, 0x16, 0x24, 0xE2, 0x16, 0x25, 0xE2
27	Checksum	0x91

Table 3 The DTC and diagnostic trouble codes for experimental ECU

Error code	고장 내용
P1510	공회전속도 조절밸브 회로 이상
P1511	공회전속도 조절밸브 회로 이상
P0120	스로틀 포지션센서 이상
P0115	냉각 수온센서 이상
P0230	연료펌프 구동회로 이상
P1624	라디에이터 팬 이상
P1625	A/C팬 회로 이상

응답 데이터를 분석하면 5번째 바이트는 고장이

발생한 고장코드의 개수를 나타내고 있는데, 실험용 ECU에서는 총 7개의 고장코드가 발생되었다. 고장정보는 2개의 바이트가 고장코드를, 1개의 바이트가 고장상태를 나타내고 있어 고장정보는 총 3개의 바이트로 구성되어 있다. Table 3은 고장코드와 고장내용을 나타내고 있다.

Fig. 11은 실험용 ECU를 상용스캐너를 통하여 자기진단을 수행한 스캐너의 화면이며 개발 시스템으로부터 얻은 고장진단 결과와 일치함을 확인할 수 있다.

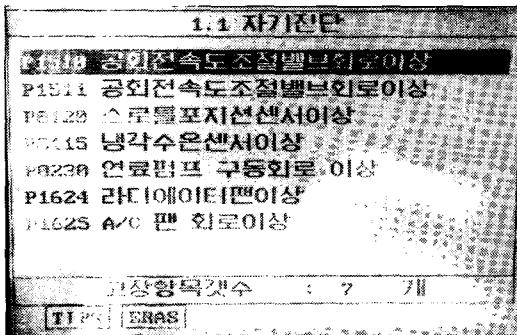


Fig. 11 Display of the diagnostic results on the diagnosis tester

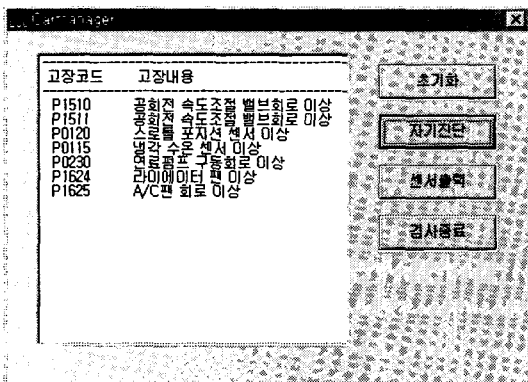


Fig. 12 Diagnostic results on PC software

Fig. 12는 PC 자기진단 소프트웨어를 통하여 얻어진 자기진단 결과를 나타내고 있다. 자기진단 시스템을 사용하여 ECU로부터 얻어진 자기진단 데이터는 블루투스를 통하여 전송되며 접속이 설정된 블루투스를 장착한 PC 또는 PDA와 같은 다른 임베디드 시스템을 통하여 고장정보를 나타낼 수 있다. 블루투스를 통하여 전송되어진 데이터와 ECU로

부터 직접 얻어진 데이터를 PC의 디버깅 프로그램을 통하여 비교함으로써 ECU의 데이터가 정상적으로 전송되고 있음을 확인할 수 있었으며 또한, 최종적으로 자기진단 시스템을 통하여 얻어진 데이터를 현재 시중에 사용 중인 상용스캐너를 통하여 검사하였을 경우와 비교하여 동일한 결과를 얻음으로써 본 실험에서 얻어진 데이터의 신뢰성을 입증할 수 있었다.

### 5. 결론

본 연구는 자동차에 장착되어 있는 ECU의 자기진단신호를 근거리 무선 솔루션 중에 하나인 블루투스 모듈을 이용한 무선계측을 시도하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 차량 네트워크 중에서 차량정보의 일부인 ECU 진단기능을 블루투스 모듈로 시스템을 구축하고, 구축된 시스템으로 ECU 신호의 무선 원격계측을 수행할 수 있었다.
2. 구성된 시스템으로부터 얻어진 데이터를 현재 사용하고 있는 상용진단기의 데이터와 비교하여 신뢰성을 검증할 수 있었으며, ECU에 대해서 다른 Services 요청이 가능하여 블루투스를 적용한 ECU 무선진단기 개발의 가능성을 확인할 수 있었다.
3. 임베디드 시스템으로 장착할 경우, 자동차 운행 중에도 ECU의 여러 신호를 실시간으로 확인할 수 있으므로, 차량의 실시간 고장정보 획득 및 배기가스 등의 측정으로 운전자에게 자동차 정비 시기를 적절하게 제공하고 배기가스에 대한 자료를 활용할 수 있는 무선계측 시스템기술에 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

### 후기

본 논문은 한국과학재단지정 전라북도지원 전북대학교 메카트로닉스연구센터(MRC) 지원으로 이루어진 연구의 일부입니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

### 참고문헌

1. International Standard, "Road vehicle diagnostic systems keyword protocol 2000," 1st/e. 1999-03

- 15, Reference number ISO 14230: 1999(E).
2. Jeong, Jin-Ho, Yun, Yeo-Heung, Lee, Young-Choon, Kwon, Tae-Kyu and Lee, Seong-Cheol, "Remote Measuring System for Automobile's ECU Self Diagnostic Signals," J. of the KSPE, Vol.19, No. 5, pp. 159-167, 2002.
  3. Lee, Seong-Cheol, Yun, Yeo-Heung, Seo, Ji-Won, Kwon, Tae-Kyu, Lee, Young-Choon and Jang, Bong-Choon, "Remote Measurement of ECU Self-Diagnostic Signal based on the Windows CE," Proceedings of ICCAS 2002, pp.1060-1065, Oct. 2002.
  4. Seo, Ji-Won, Jeong, Jin-Ho, Yun, Yeo-Heung, Kwon, Tae-Kyu, Lee, Young-Choon and Lee, Seong-Cheol, "Remote Measurement for ECU Self Diagnostic Signals Adopting Embedded System," Proceedings of ICASE 2001 at Chonbuk Branch, Vol. 4, No. 1, pp. 42- 46. 2001.
  5. Nusser, R. and Pelz, R. M., "Bluetooth-based wireless connectivity in an automotive environment," IEEE Vehicular Technology Conference, Vol. 4, pp. 1935-1942, 2000.
  6. Choi, Jae-Weon, Lee, Suk, Lee, Man-Hyung and Park, Un-Sik, "Control, Instrumentation, and Communication Technologies in ITS," J. of the KSPE, Vol.18, No.1, pp. 12-20, 2001.
  7. Jennifer, Bray and Charles, F. Sturman, "Bluetooth, Connect Without Cables," Prentice-Hall, 2001.
  8. Labrosse, Jean J., "MicroC/OS-II The Real- Time Kernel," CMP books, 2002.
  9. Labrosse, Jean J., "Embedded Systems Building Blocks," CMP books, 2001.