

PAN 기반 무선 원격 차량진단 시스템

*정두희,**정구민,*김평수,***안현식,***김도현

* 한국산업기술대학교 전자공학과.

{doohee, pskim}@kpu.ac.kr

** 교신저자, 국민대학교 전자정보통신공학부

gm1004@kookmin.ac.kr

*** 국민대학교 전자정보통신공학부

{ahs, dhkim}@kookmin.ac.kr

Wireless Remote Vehicle Diagnostic System Based on Personal Area Network(PAN)

*Doo-Hee Jung, **Gu-Min Jeong, *Pyung-Soo Kim, *** Hyun-Sik Ahn, *** Do-Hyun Kim

* Dept. of Electornics Eng., Korea Polytechnic Univ.,

** Corresponding Author, School of Electrical Eng., Kookmin Univ.

*** School of Electrical Eng., Kookmin Univ.

요약

차량 진단 기능이 탑재된 원격 서버, 제어 신호 중계 기능을 가진 휴대폰용 어플리케이션, 그리고 신호 변환을 위한 converting 보드를 사용하여 기존의 차량진단기(scanner)와 동일한 기능을 가지는 원격차량진단 시스템을 제안한다. 원격 서버에서 직접 차량 진단 기능을 수행함으로써 진단 이력에 대한 자동 관리가 가능하며 다양한 부가 서비스를 연계하여 제공할 수 있다. 또한 신규 차종에 대하여 원격 서버 프로그램의 변경으로 대응이 가능하므로 기존 방식처럼 신규 차종에 대한 개별 upgrade가 필요 없다. 제안한 방식은 저가의 진단 시스템 구축이 가능하므로 영업소에서만 사용되던 차량 진단기를 개별 사용자가 사용할 수 있게 해준다. 또한 bluetooth의 Serial Port Profile을 기반으로 휴대폰전화기와 converting 보드간의 선을 제거함으로써 사용자가 간단하게 진단 어플리케이션이 탑재된 bluetooth handset에서 진단을 할 수 있다. 실험을 통하여 제안한 방식의 실제 환경에서 잘 동작함을 검증하였다.

1. 서론

통신 기술의 발달로 다양한 데이터 서비스가 휴대폰에서 서비스되고 있으며 포화된 음성통화시장을 대체하는 새로운 킬러 서비스로 등장하고 있다. 이러한 추세에 따라 휴대폰의 직렬 포트를 활용한 데이터 서비스도 점차 늘어가고 있는데 초기에 휴대폰을 노트북에 연결해서 모뎀으로 사용하는 서비스에서 휴대폰에 GAME용 입출력 장치를 연결하여 게임에 활용하거나 GPS module과의 연결을 통한 navigation 서비스 혹은 gyro module과의 연결을 통한 3D mouse 기반 서비스와 같은 것들이 대표적이다.

Telemetry Service는 다양한 network을 기반으로 원격에서 시스템을 제어하고 계측하는 서비스로 무선 단말기에서 local device를 제어하는 원격 서버에 접속하여 사용자가 원격에서 local device를 제어하는 서비스를 의미한다. 한편 이러한 일반적인 telemetry service와 다른 개념으로 사용자의 무선 단말기를 매개로 원격 서버가 local device를 제어하는 Smart Telemetry Service 개념이 제안된 바 있는데 이러한 방식은 개별 기기에서 수행하는 일이 많아 이를 원격 서버로 옮겨 수행할 경우 효과적인 시스템에서 유용한 방식이다[1]. 차량 진단 분야는 차량용 Telemetry(Telematics) 시장에서 대표적인 서비스의 하나로 기존의 차량 진단기(scanner) 제품

들의 진단 기능을 차종에 맞춰 Telematics 단말기에 추가하는 형태로 시장에서 적용되고 있다[4,5]. 최근 출시되는 차량의 경우 차량 진단의 국제 표준인 OBD-II format(2,3)으로 맞춰 나오고 있지만 기존 차종의 다양한 진단 표준에 대응하는데 어려움이 있으므로 기존 차량의 경우 이러한 진단 기능을 제공하는 telematics 단말기 제작에 어려움이 많다.

최근 Smart Telemetry Service 기술을 사용하여 원격서버에서 간단한 converting 보드와 무선단말기를 매개로 각종 차량 진단이 가능한 시스템이 제안된 바 있다[5]. 상용화된 scanner를 기준으로 interface 보드를 설계함으로써 S/W 상의 선택으로 다양한 차종에 물리적으로 대응 가능하도록 하였으며 무선망에서 발생하는 시간 지연 문제를 극복하기 위하여 차량진단용 전용 프로토콜을 설계하여 적용 하였는데 제안한 방식은 서버에서 직접 진단기능을 수행함으로써 차량의 추가에 대하여 converting 보드 상에서 물리적으로 대응 가능한 경우 서버 프로그램의 수정만으로 대응이 가능하며 진단 이력이 직접 서버에 남아 있으므로 다양한 서비스와 연계할 수 있다. 그러나 converting 보드와 휴대폰, 그리고 차량의 진단 connector를 각각 연결해야 하는 과정이 필요하므로 이로 인하여 진단 오류 발생 가능성 및 사용의 불편이 따르게 된다. 이러한 문제는 wireless PAN 기술을 사용하여 해결할 수 있는데 특히 converting 보드가 차량에 auto-PC와 일체형으로

항시 탑재된 경우에는 wireless PAN 기능이 지원되는 단말기를 차량 근처에 가지고 감으로써 간단히 진단 과정을 수행할 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 Smart Telemetry Service 기술의 개념과 이를 이용한 원격 차량 진단 시스템을 구성에 대해 설명하고 원격 진단에서 발생하는 시간 지연의 문제와 해결책과 wireless PAN 기술의 하나인 bluetooth 기술을 사용하여 단말기와 converting 보드 간에 선을 제거하는 방법을 설명한다. 실험 결과를 통해 제안한 방식이 유효성을 보여준 다음 결론에서 향후 연구 방향에 대해 간단히 논한다.

2. 본론

2.1 Smart Telemetry Service

Smart Telemetry Service(STS) 기술은 전통적인 Telemetry 달리 휴대폰을 가진 사람을 매개로 원격 서버가 network 기능을 갖지 않은 local device를 직접 제어하도록 만드는 것으로 서비스 유형상 사람을 매개로 하고 기존 local device의 변경 없이 대부분의 기능을 원격서버에서 담당하게 함으로써 가격 부담 없이 많은 사용자가 사용할 수 있도록 하는 경우 유용하다. 이것은 또한 휴대폰을 단순히 CDMA 모뎀으로 이용하는 기존의 데이터 통신과도 구분되는데 기존 방식과 제안하는 방식의 차이를 그림 1에 나타내었다. 기존 데이터 통신의 경우 네트워크 관련 기능이 내장된 노트북이나 PDA 등에서 휴대폰을 CDMA 모뎀으로 사용하여 인터넷 망에 접속하고 필요에 따라 원격 서버에서 정보를 공유하는 모습을 (a)에 나타내었다. 이 경우 노트북이나 PDA와 같이 네트워크 관련 기능이 내장된 기기에만 적용이 가능하므로 기존에 사용되는 네트워크 기능이 없는 기기에는 적용할 수 없는 문제가 있으며 기존 기기에 네트워크 기능을 부여하여 upgrade하는 경우 상당한 비용이 소요된다. (b)에는 이러한 네트워크 없는 기기를 제어하기 위한 기존 방식을 나타내었다. 여기에서는 local device가 가지지 못한 네트워크 기능을 가지고 있는 노트북이나 PDA를 사용하여 유선 혹은 무선망을 통해 인터넷으로 원격서버에 접속하여 원격 서버와 local device 간에 제어 신호를 교환하게 한다. 최근 휴대폰과 PDA 통합 추세가 있기는 하지만 일반 사용자에게 확산하는 데는 시간과 가격상의 문제로 한계가 있으므로 일반 사용자를 위한 서비스에는 적합하지 않다. (c)에는 휴대폰을 사용하여 local device를 원격 서버가 직접 제어하는 모습을 나타내었다. 이 경우 휴대폰은 무선망을 경유하여 원격서버와 local device를 연결해주는 가상 cable의 역할과 사용자 UI 관련 기능을 수행하고 모든 제어 신호는 원격 서버가 직접 local device와 주고받게 된다.

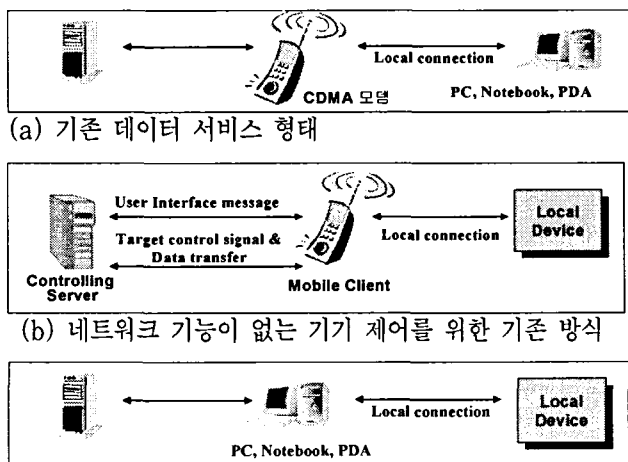


그림 1. 기존 방식과 STS 방식의 비교

제안한 방법은 휴대전화기에 해당 어플을 탑재하고 전기적인 신호 변환을 위한 저가의 converting cable 혹은 converting 보드만 가지면 기존의 네트워크 기능이 없는 local device에 원격 서버가 직접 제어하고 정보를 주고받는 효과적인 방법이다. 이 방법의 경우 한 가지 중요한 문제가 있는데 이것은 무선망에서 발생하는 시간 지연이다. 차량 진단에 사용되는 OBD-II를 포함하여 대부분의 통신 protocol은 연결 시작(connection establish)과 연결 유지(keeping connection)를 위해 지정한 시간 이내에 신호를 주고받아야 하는데 따라서 이러한 부분을 고려한 별도의 프로토콜이 연구가 필요하다.

2.2 원격차량진단 시스템의 구성

그림 2에는 제안하는 차량진단 시스템의 구성을 나타내었다. 원격서버와 휴대전화기 어플은 TCP/IP 상에서 정보를 교환하고 휴대전화기 어플은 지정한 서버와의 프로토콜에 따라 사용자 UI 기능을 수행하거나 원격 진단을 위한 데이터를 converting 보드를 통해 ECU와 주고받게 해준다. 휴대전화기와 converting 보드는 0~5V level의 UART 통신으로 연결되어 있으며 차량 ECU와의 신호 변환을 위해 converting 보드를 사용한다. 사용자는 미리 등록된 차종 정보에 따라 진단을 자동으로 수행할 수도 있으며 혹은 사용자 UI 관련 protocol에 따라 지정되지 않은 차종에 대한 진단을 위한 차종 선택을 수행할 수 있다. 차종을 선택하고 cable이 연결된 상태에서 진단을 시작하면 원격 서버에서 내려온 제어신호는 휴대전화기와 원격 서버간의 protocol에 따라 bypass되어 converting 보드를 통해 ECU 단자로 전달되며 정해진 통신 개설 sequence와 진단 protocol에 따라 ECU와 원격 서버 간에 관련 data를 주고받게 된다. 원격 서버에서는 올라온 data를 분석하여 진단 결과를 사용자에게 휴대전화기상에 보여주고 이러한 진단 이력은 서버에 DB 형태로 저장되어 다양한 부가서비스와 연계시킬 수 있다.

본 연구에서는 상기의 기능 중에서 실제 차량 진단기(scanner)에서 많이 사용하는 Diagnostic Trouble Codes(DTC)와 기존 차량에서 주로 사용되는 MIL (Malfunction Indicator Light) 관련 부분에 대하여 수행하였다. 상용 진단기의 경우 파형 측정과 같은 기능이 있으나 상대적으로 그 사용 빈도가 적으므로 저가의 보급형 차량 진단 시스템에 대한 연구가 목표인 본 연구에서는 진단 관련 DB를 원격 서버에 위치시키고 휴대폰과 converting 보드를 사용하여 저가의 진단 시스템 구축이 가능한 디지털 신호만을 고려하였다. 또한 국내 차종의 경우 대부분 ISO 9141-2 protocol을 사용하고 있으므로 이 protocol에 대해서만 지원하는 시스템을 구축하였다.

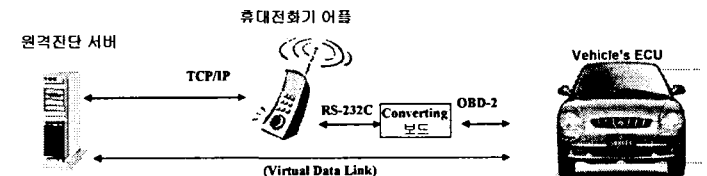
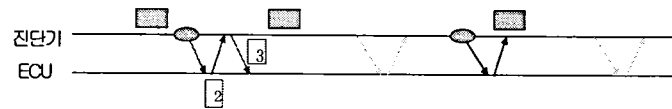


그림 2. 제안하는 차량진단 시스템의 구성

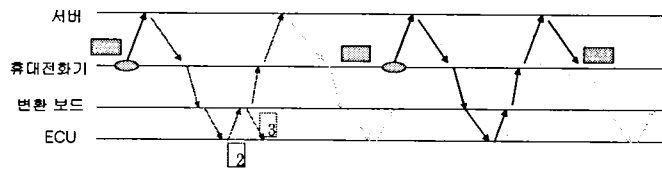
2.3 시간 지연 해결의 위한 protocol

그림 3에는 무선망에서 발생하는 시간 지연 문제 해결을 위한 protocol의 기본 concept을 나타내기 위해 진단 신호의 흐름을 나타내었다. 여기서 녹색 사각형은 사용자에게 진단기(혹은 원격 서버)가 보여주는 메시지를 의미하고 녹색 타원은 사용자가 진단기(혹은 휴대전화기)의 key 입력을 하는 것을 의미한다. 화살표는 진단기(혹은 휴대전화기)와 ECU간에 data

를 주고받는 것을 나타낸다. ECU와 진단기 간의 protocol 에서는 몇 가지 timing 요구 사항이 있는데 대표적인 것이 붉은 색 화살표로 표시된 통신 개설 절차와 관련된 timing과 진단 관련 code 데이터 교환이 아닌 연결 유지 확인을 위한 노란색 화살표로 표시된 timing이다. 진단기에서 ECU와 통신 개설을 위해서 먼저 신호를 내려 보냈을 때 ECU가 준비 상태인 경우 지정한 시간 범위에 2번과 같은 응답을 해준다. 이 경우 진단기는 3번과 같이 정한 응답을 일정 시간 이내에 해주어야 하는데 원격 서버에서 2번 신호를 확인하고 3번 응답을 해주는 경우 무선망의 지연으로 인해 timing 요구 사항을 만족 시킬 수 없게 된다. 따라서 본 연구에서는 통신 개설 요구 시 휴대전화기 어플 상에서 그림4의 (b)와 같이 local 응답을 바로 처리할 수 있도록 protocol을 설계하여 적용함으로써 이 문제를 해결하고자 한다. 이 경우 휴대전화기 어플리케이션은 local 응답을 처리하면서 올랐던 정보를 원격 서버로 보내줌으로써 원격 서버에서 통신 개설이 성공적으로 이루어졌음을 알 수 있게 한다.



(a) 기존 진단기와 ECU간의 통신 sequence



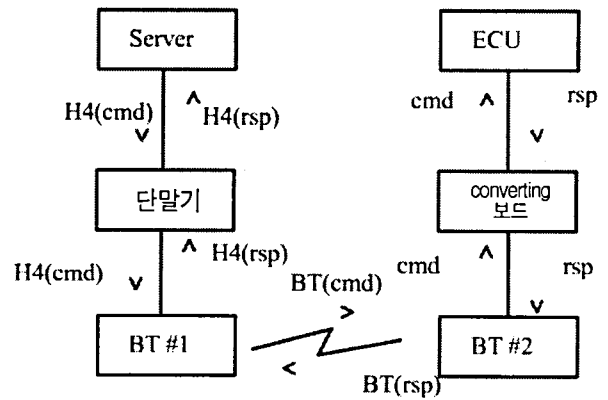
(b) 제안하는 방식의 통신 sequence
 그림 3. 진단 신호의 통신 sequence

2.4 wireless PAN의 적용

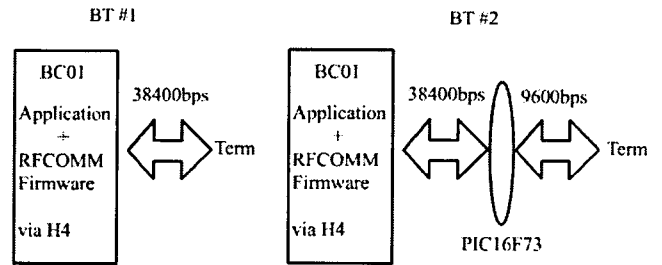
Bluetooth는 FCC(Federal Communications Commission)의 허가가 필요 없이 무료로 사용할 수 있는 2.4GHz대의 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 대역의 주파수를 사용, 현재 1 Mbps 속도로, 출력 앰프 없이 최대 10 m 거리 내에서의 각종 단말기를 무선 접속해 사용할 수 있도록 하는 기술이다. RF단 등을 포함하는 IC칩의 크기가 소형이고, 소비 전력 또한 작아서 대부분의 휴대 기기에도 탑재가 가능하기 때문에 이미 알려진 Cordless Phone, Headset, LAN Access, Serial Port 등의 응용 분야 외에, 앞으로 제공될 서비스의 수는 급속하게 확대될 것이다.

Bluetooth 기반 시스템은 BB(Base Band) Controller와 RF Transceiver 등으로 구성되는 Hardware부의 상위, LMP(Link Manager Protocol), HCI (Host Controller Interface), L2CAP(Logical Link Control and Adaptation Protocol), SDP(Service Discovery Protocol)과 RFCOMM 등의 Protocol Stack이 올려지는 형태로 구성되어 있다. 그러므로, Bluetooth 응용 제품의 개발 및 생산을 위해서는 대상이 되는 Embedded System의 구현과 Bluetooth칩 제조업체에서 제공하는 RF단과 BB단, LMP단을 포함하는 상용 Hardware와의 결합, 그리고, 대상 System에 대해 HCI 이상의 상위 Protocol들을 개발하고 탑재하는 일이 필수적으로 요구된다.

기존에 선을 사용한 원격차량 시스템에 bluetooth를 적용하는 방법은 여러 가지가 가능한데 본 연구에서 사용한 방법을 그림 4에 나타내었다. 앞에 설명한 무선망에서의 신호 지연에다가 wireless PAN 영역에서의 무선 지연이 추가됨을 알 수 있는데 이러한 시간 지연에 대해서는 앞 절에 설명한 시간 지연 해결을 위한 프로토콜이 converting 보드에 구현되어 있으므로 문제가 없게 된다. 기본적으로는 사용자가 단말기 상의 UI 메뉴에서 선택한 진단 기능에 대하여 서버가 해당 명령을 내려 보내 주고 이러한 명령이 무선망을 통해 단말기를 거쳐 bluetooth 모듈 BT#1, BT#2를 통해 wireless PAN 네트워크로 전달되고 다시 converting 보드를 통해 ECU에 전달되면 ECU는 여기에 대한 응답을 반대 경로로 서버에 전달하게 된다. 서버에서는 응답을 해석하여 진단 결과를 단말기 상에 사용자가 볼 수 있도록 해준다.



(a) bluetooth 모듈의 적용 및 신호흐름도



(b) bluetooth 모듈과 단말기/converting 보드의 interface

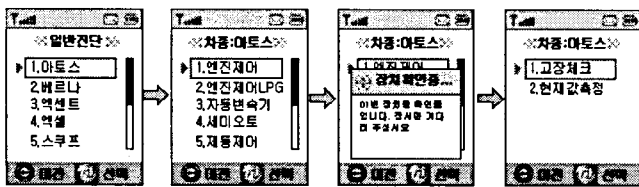
그림 4. wireless PAN 기술의 적용

3. 실험결과

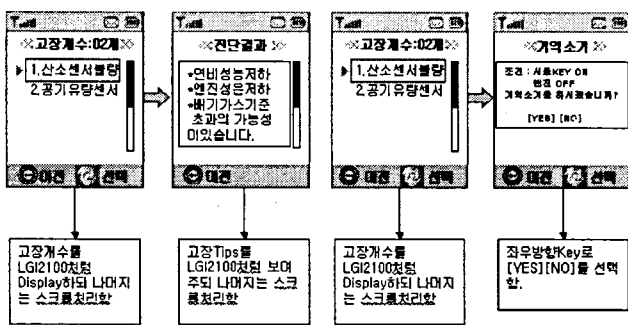
제안한 방식을 효율성을 보여주기 위하여 서버와 단말기용 어플 및 Converting 보드를 각각 제작하였다. 서버는 Linux OS를 기반으로 Multi-thread, multi-process 기반 TCP 서버 프로그램을 C언어로 구성하였다. 차량 진단 DB의 경우 차량 진단 전문 업체의 (주)네스텍(6)와의 협력으로 구축하였다. 단말기용 어플은 단말 제조사와 협력을 통하여 확보한 소스에 C 언어로 작성하였다. 휴대전화기 LCD/keypad를 통하여 원격서버와 사용자의 MMI 및 원격서버와 interface 보드간의 data 중계를 담당하는 일종의 dummy terminal 역할을 한다. Converting 보드는 Microchip사의 8-bit MICOM 인 PIC16F73을 사용하여 회로를 구성하였으며 저 사양의 CPU에서 실시간성을 요구하는 기능 구현을 위해 기계어로 작성하였다. 단말기와의 통신에는 내장 SIO 사용하였으며 차량(ECU)와의 통신은 Digital Input/Output 포트를 사용하여 S/W 프로그램으로 serial 통신을 하게 하였다. 신호 level의 변환 및 차종에 따른 출력 형태 설정은 상용화된 제품의 방식을 채용하였다.



그림 5. 실험한 사용한 단말기와 BT#1의 사진



(a) 차종 선택 및 통신 개설



(b) 진단 결과의 표시

그림 6. 진단 과정에서 단말기 화면에 나타나는 메시지

그림 6은 실제 진단을 하는 경우 단말기(휴대전화기) 화면에 나타나는 메시지를 나타내었다. 내용을 보기 좋게 하기 위해 실제 단말기 화면을 보여주는 대신 동작 설명을 위해 다시 작성한 그림을 사용하였다. 먼저 단말기의 serial 단자에 converting 보드를 연결하고 converting 보드와 차량 ECU를 연결한 다음 단말기의 어플리케이션을 실행시키면 진단하고자 하는 차종과 ECU 선택 화면이 나타난다. 그림 6(a)의 세 번째 화면은 그림 3 (b)의 2번, 3번으로 표시한 부분에 해당하며 정상적인 ECU 응답을 서버가 받게 되면 통신 유지를 위한 요구 신호(그림3 (b)의 노란 화살표)를 converting 보드를 통해 ECU로 보내주고 단말기 화면을 통해 진단 기능 선택 화면을 사용자에게 보여주도록 단말기 어플리케이션에 데이터를 보내 준다. 사용자가 진단 기능을 선택하면 선택에 해당하는 키 입력은 서버로 올라가게 되고 서버에서는 진단을 위한 요구 신호를 단말기에 내려 보내 주고 converting 보드를 통해 이 신호가 ECU에 전달되면 ECU는 현재 상태에 따라 진단 결과를 converting 보드로 보내준다. converting 보드에서는 ECU에서 올라온 응답을 신호 level만 바꿔서 단말기 serial 단자를 통해 어플리케이션에 전달해주고 단말기 어플리케이션에서는 서버에서 통신 개설 과정에서 설정해 준 기준에 따라 응답을 해석하여 통신 유지 신호에 대한 응답의 경우 폐기하고, 그 밖의 요구 신호에 대한 응답은 서버로 올려 보내 준다. 실제 실험의 경우 converting 보드와 단말기간의 불필요한 통신을 최소화 하도록 하기 위하여 그림 3의 (b)와 같이 converting 보드에 통신 유지 신호에 대한 처리 기능을 넘겨주었다.

진단 요구에 대한 응답이 서버로 올라오면 서버에서는 수시로 update 되는 진단 DB를 활용하여 진단 결과를 해석하여 단말기 어플리케이션을 통해 사용자에게 결과를 알려주게 된다. 이 과정에서 그림 6 (b)의 두 번째 화면과 같이 진단 결과에 대한 해설 정보를 같이 보여줄 수 있으며 또한 이렇게 진단한 결과는 서버에서 바로 진단 이력 DB에 저장된다.

그림 6(b)의 세 번째, 네 번째 그림은 고장 코드 소거 기능에 대한 예를 나타낸 것이다. 차량의 경우 진동을 포함하여 여러 가지 가혹 조건으로 인해 고장이 아닌 경우에도 noise 등으로 인해 ECU의 고장 코드가 설정되어 남아 있음으로 해서 고장이 아닌 데도 고장으로 표시되는 경우가 있다. 이러한 문제를 피하기 위하여 차량 정비 시 고장 코드가 나타나면 고장 코드 소거 기능을 이용하여 고장 코드를 소거하고 다시 진단을 하는 방법이 널리 사용된다. 고장 코드 소거 역시 요구 신호가 서버-단말기-converting 보드-ECU 순으로 전달되고 고장코드 소거 결과는 역순으로 서버에 전달되어 서버에서 해석하여 내려 보낸 메시지가 단말기 화면으로 사용자에게 전달된다.

4. 결론

제안한 방식은 휴대폰의 입력력 장치를 사용함으로써 저가의 converting 보드와 휴대폰용 어플리케이션만으로 구성되며 진단 알고리즘은 원격 서버에만 위치하므로 고가의 차량진단 장비와 동일한 기능을 가지면서 저렴한 차량 진단 시스템을 구축할 수 있다. 또한 원격 서버에서 직접 차량 진단을 수행함으로써 진단 이력 관리 및 완성차 업체의 품질 관리, 차량 정비 업체와의 연동 등과 같은 다양한 연계 서비스 제공이 용이하며 신규 차종에 대하여 converting 보드의 변경이 없이 원격 서버 프로그램 변경으로 대응이 가능하다. 휴대 전화기에서 서버에 접속할 때 제공하는 사용자 정보를 바탕으로 이전에 진단하였거나 미리 지정한 차종에 대한 자동 진단이 가능하며 또한 사용자 UI를 사용하여 다른 차종에 대한 진단을 수행할 수 있다. 제안한 차량 진단 시스템은 일반 사용자가 가격 부담 없이 차량 진단을 할 수 있게 해주며 원격 진단 서버와 연계 서비스와의 연계가 용이하기 때문에 다양한 부가 서비스 창출이 가능하다. 또한 bluetooth 기술을 적용하여 단말기와 converting 보드 간의 무선화를 달성함으로써 converting 보드기 auto-PC로 내장된 경우 별도의 선 연결 작업 없이 바로 bluetooth 단말을 사용하여 진단을 할 수 있다. 향후 연구 방향은 시중에 나와 있는 bluetooth 단말기 상에서 WIPI와 같은 다양한 VM 플랫폼 위에서 운용되는 진단기 어플리케이션을 개발하여 제안한 방식을 동작을 확인하는 것과 무선화에 따른 사용자 인식과 보안 문제의 해결에 대한 연구가 필요하다.

(참 고 문 헌)

[1] 이동현, 윤주의, "이동통신 단말기의 원격제어신호 중계방법 및 이를 구현한 이동통신 단말기 및 이동통신 시스템", Korea Patent 10-2004-0441969
 [2] Peter David, Ruben Fernandez, "OBD II Diagnostic: Secrets Revealed", Kotzig Publishing, Inc.
 [3] Peter David, "OBD II Fault Codes Reference Guide", Kotzig Publishing, Inc.
 [4] 김기석, 오정현, 강동욱, 김기두, "텔레매틱스 시스템의 차량 원격진단 기능 구현", 한국 방송 공학회 학술 대회 pp. 305-308, 2004.
 [5] 정두희, 정구민, 안현식, "휴대전화기를 이용한 원격차량진단시스템", 대한전기학회 하계학술대회 pp. 2582-2584, 2005.
 [6] www.nex-tek.com