

# OBD-II를 이용한 CRDI 엔진 진단 시스템 구현

김화선\* · 장성진\*\* · 장중욱\*\*\*

\*동의대학교

Implement of CRDI Engine Diagnostic System using the OBD-II

Hwa-seon Kim\* · Seong-jin Jang\*\* · Jong-wook Jang\*\*\*

\*Dong Eui University

E-mail : rainwood@dreamwiz.com\*, ch99jin@hanmail.net\*\*, jwjang@deu.ac.kr\*\*\*

## 요 약

CRDI 시스템에서의 ECU는 센서의 정보를 분석하여 최적의 조건으로 엔진이 동작하도록 한다. 이러한 ECU의 프로그램 부분과 데이터 부분은 제작사에서만 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

CRDI(common rail direct injection), OBD-II, PID, DTC(Diagnostic Trouble Code), Bluetooth,

## I. 서 론

산업용 엔진이란 육상수송 목적이 아닌 엔진, 즉 차량용 엔진을 제외한 나머지 목적으로 제작된 엔진을 총칭하여 부르는 것으로, 건설기계용, 농업기계용, 선박용, 발전기용 등이 해당된다. 종래의 상용차만을 대상으로 하던 배출가스 규제가 최근 선진국을 중심으로 굴삭기, 불도저 등 산업용 건설장비 및 농기계에 대해서도 점차 강화되고 있다. 그러나 기존의 산업용 엔진으로 사용되고 있는 기계식 디젤엔진의 경우 강화되는 배출가스 규제를 만족시키지 못할 뿐만 아니라 전자제어식 디젤엔진에 비해 소음 및 진동이 심하고 성능이 낮아 국외의 배출가스기준을 만족 시킬 수 없다. 따라서 배출가스 기준을 만족시키고 엔진의 부하 변동에도 일정한 엔진 회전수(rpm)를 유지할 수 있는 전자식 조속기 기능이 내장된 산업용 CRDI 엔진 전용 ECU가 필요하다. 그러나 국내에 주로 보급되는 차량의 엔진용 전자제어컨트롤러(ECU)는 보쉬, 델파이, 지멘스 등에서 만든 제품들이며 전량 수입에 의존하고 있으며, ECU의 프로그램 부분과 데이터 부분은 제작사에서만 변경할 수 있도록 되어 있어 엔진을 진단하는 진단

기의 경우 전문가가 아니면 사용하거나 내용을 이해하기가 쉽지 않다. 본 연구에서는 자체적으로 개발한 산업용 CRDI 엔진 전용 ECU의 데이터값을 OBD-II 표준을 사용하여 입력받아 사용자 중심의 진단기를 PC 및 모바일용으로 개발하였다.

본 연구의 진단기는 운전자 중심의 진단 서비스를 제공하며, 엔진의 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 대기환경 오염을 예방할 수 있어 최근 대두되고 있는 에코산업에도 이바지 할 수 있다.

## II. 관련 연구

OBD-II 규격은 현재 차량 내 다양한 전자제어 장치 및 센서들의 정보 모니터링 및 고장 코드들(Diagnostic Trouble Code: DTC)을 차량 내 온-보드 시스템을 통해 읽어올 수 있도록 하기 위한 진단기술 표준으로서 최근 차량의 진단 네트워크

에 널리 적용되고 있다.[1]

2.1 OBD-II 신호방식[2][3][4]

현재 OBD-II를 지원하는 차량은 3가지 표준 신호방식을 사용한다. 미국의 포드자동차, General Motors사에서 주로 사용하는 VPM-PWM (SAE-J1850) 프로토콜이 있고, 미국에서 2008년 이후 CAN 통신망을 사용하도록 규정한 CAN 프로토콜, 아시아나 유럽에서 생산 판매되는 차량의 대부분이 사용하는 ISO 방식(ISO 1941-2, ISO 14230-4)의 프로토콜의 3가지가 있다. 3가지 표준 신호방식은 다음의 특징을 가진다.[2]

1) VPW-PWM(SAE-J1850)

차량 내부의 컨트롤러들을 하나의 LAN으로 연결하여 통신하기 위한 표준으로 각각의 노드(컨트롤러)들이 LAN으로써 별도의 중계장치(마스터)없이 서로 동등하게 연결되어 있기 때문에 평등하게 메시지를 주고 받도록 되어 있다. 그러기 때문에 각각의 노드들이 고유한 주소를 가지고 있어 서로를 구분하게 된다.

2) CAN 통신(ISO 15765, SAE-J2234)

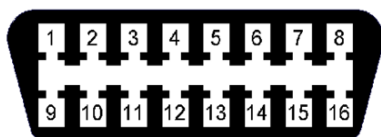
전자제어 장치들을 서로 연결하기 위해 개발되었으며 잡음이 심한 환경에서 안정적인 동작을 위해 설계되었다. CAN 버스는 기본적으로 브로드캐스팅 방식으로 모든 노드들이 모든 메시지를 보게 되지만, 자기에게 해당되는 메시지에 대해서만 처리하게 된다. CAN 통신은 ID가 존재하고, OBD-II 또한 PID가 존재한다. CAN 통신의 Data Field에 OBD-II의 PID가 들어간다.

3) ISO 방식(ISO 1941-2, ISO 14230-4)

차량 자체 진단을 시리얼 데이터 링크를 통해서 처리하기 위해 개발된 방식으로 기본적인 네트워크 모델인 OSI 7 계층을 기초로 해서 개발되었으며 12바이트로 메시지를 제한한다(ISO 1941-2에만 해당).

2.2 OBD-II 통신 규격

현재는 3가지 방식 모두 사용되기 때문에 OBD-II Interface로 차량을 진단해 주는 OBD-II 스캐너는 3가지 신호를 전부 지원한다. 3가지 신호는 각각 다른 데이터 라인을 사용하기 때문에 육안으로도 알 수 있으며, 커넥터는 하나로 통일되어 있다.



| 번호 | 용도                                |
|----|-----------------------------------|
| 2  | 버스의 양극(+) 라인 (SAE-J1850)          |
| 4  | 배터리 접지                            |
| 5  | 신호 접지                             |
| 6  | CAN_H                             |
| 7  | K시그널 라인 (ISO 9141-2, ISO 14230-4) |
| 10 | 버스의 음극 라인                         |
| 14 | CAN_L                             |
| 15 | L시그널 라인                           |
| 16 | 배터리 양극                            |

그림 1. OBD-II 통신 규격[4]

본 연구에서는 CAN 통신과 ISO 방식을 수행하여 차량의 상태정보를 실시간으로 확인하여 수집, 저장하고 이 수치들을 블루투스를 통해 윈도우 프로그램 및 스마트 폰으로 전달되어 운전자에게 보여 줄 수 있게 개발한다.

III. 시스템 설계 및 구현

OBD-II 진단기를 통해 OBD-II 네트워크의 프로토콜을 분석하여 자동차의 현재 운전 상태정보를 수집하고, 수집된 정보를 가공하여 운전자가 보기 쉽게 윈도우용 프로그램으로 개발하고, 또한 블루투스 네트워크를 이용해 언제 어디서나 운전자가 자동차 현재 상태를 스마트폰에서 볼 수 있게 제공하는 서비스 플랫폼에 대해 개발하고자 한다.



그림 2. OBD-II 및 블루투스 네트워크를 이용한 자동차 진단 개략도

3.1 차량용 시뮬레이터

개발 과정에서 필요한 테스트들은 실제 차량에서의 테스트가 어려운 관계로 차량과 동일하게 통신 테스트가 가능한 차량용 시뮬레이터를 사용하여 테스트하였다. 그림 3은 직접 제작한 OBD-II 시뮬레이터로 블루투스 통신을 위한 동글과 OBD-II 커넥터로 구성되어 있다.

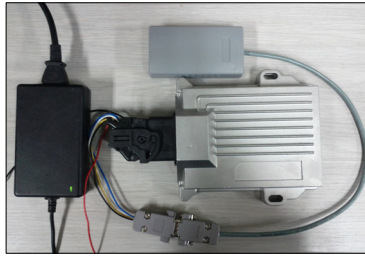


그림 3. OBD-II 시뮬레이터

3.2 블루투스 OBD-II 프로토콜 설계

개발된 OBD-II 프로토콜은 기존 OBD-II 표준을 기반으로 제작되었으나 구조에 차이점이 있다. OBD-II 프로토콜의 표준의 경우 차량에 요청한 하나의 PID 정보에 대해서만 정보를 읽어 응답해 주지만 개발된 산업용 차량 OBD-II 프로토콜의 경우 필요한 차량의 정보를 모두 읽어 들여 한꺼번에 차량정보를 전송해 준다.

1) 상태 정보 획득을 위한 OBD-II 프로토콜 구조

① OBD-II 프로토콜 요청 메시지 구조

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

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

표 1. 제안된 OBD-II 프로토콜 요청 메시지 구조

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 2는 제안된 OBD-II 프로토콜 응답 메시지 구조를 보여준다.

|          |       |       |        |          |          |
|----------|-------|-------|--------|----------|----------|
| Data STX | Data1 | ..... | Data31 | Checksum | Data DTX |
|----------|-------|-------|--------|----------|----------|

<표 2> 제안된 OBD-II 프로토콜 응답 메시지 구조

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. 표 3은 ECU 고장 코드 응답 메시지 구조이다.

|             |            |      |        |          |             |
|-------------|------------|------|--------|----------|-------------|
| Command STX | Command ID | MODE | DTC 코드 | Checksum | Command ETX |
|-------------|------------|------|--------|----------|-------------|

<표 3> ECU DTC 코드 응답 메시지 구조

3.3 OBD-II 프로토콜 진단 S/W 알고리즘

ECU의 상태 정보를 수집하기 위해서는 다음

그림 4와 같은 과정을 통해 데이터가 전송되어진다. 올바른 요청 데이터가 전송되었다면 31개의 데이터를 저장한다. 그림 4는 엔진의 상태 정보 수집을 위한 알고리즘이다.

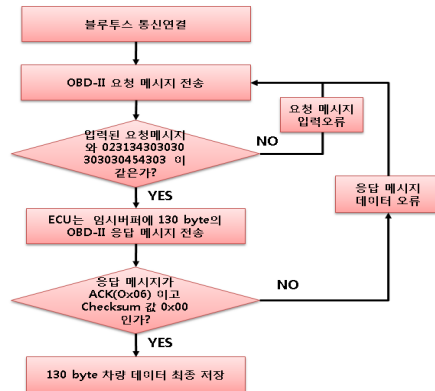


그림 4. 차량 정보 수집 알고리즘 순서도

ECU의 고장코드를 수집하기 위해서는 다음 그림 5와 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 5는 엔진 고장 코드 수집 알고리즘 순서도이다.

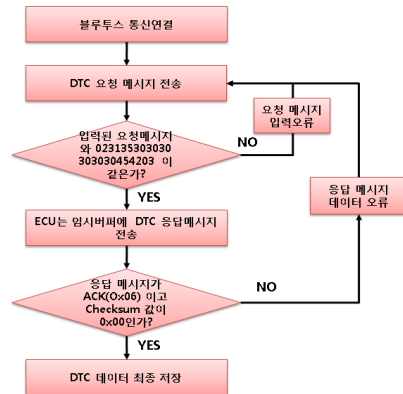


그림 5. 엔진 고장 코드수집 알고리즘 순서도

IV. 실험 및 결과

본 절에서는 구현한 OBD-II 커넥터를 통해 차량 정보를 수집하여 운전자가 보기 쉽게 윈도우 및 모바일용 프로그램을 개발하였다. 그림 6은 산업용 엔진 진단 시스템에서 엔진 상태 데이터를 전송받아 보여주는 화면이며, 그림 7은 엔진에 고장이 발생되었을 시 고장 코드를 나타내는 화면이다.

| Time             | RPM (rpm) | AFS (%) | ATS (°C) | RPS (bar) | FTS (°C) | WTS (°C) | ECT |
|------------------|-----------|---------|----------|-----------|----------|----------|-----|
| 2013-02-19 08:00 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:01 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:02 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:03 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:04 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:05 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:06 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:07 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:08 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:09 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:10 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:11 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:12 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:13 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:14 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:15 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:16 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:17 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:18 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:19 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:20 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:21 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:22 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:23 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:24 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:25 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:26 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:27 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:28 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:29 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:30 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:31 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:32 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:33 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:34 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:35 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:36 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:37 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:38 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:39 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:40 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:41 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:42 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:43 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:44 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:45 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:46 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:47 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:48 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:49 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:50 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:51 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:52 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:53 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:54 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:55 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:56 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:57 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:58 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 08:59 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |
| 2013-02-19 09:00 | 2200      | 2.57    | 0        | 0         | 507      | -1.0     | 507 |

그림 6. 실시간으로 전송되는 차량 데이터 화면

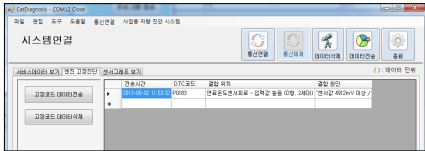


그림 7. 고장진단 메뉴

그림 8과 그림 9는 스마트폰에서 디바이스간 통신 상태를 보여주는 것으로 엔진의 상태정보 및 고장코드를 요청하고 수신하는 과정을 보여주고 있다.



그림 8. 디바이스 상태정보통신

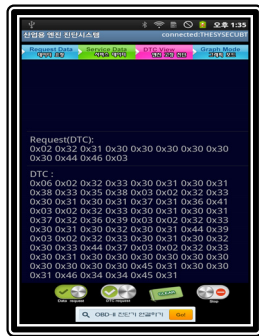


그림 9. 디바이스 DTC 통신

그림 10과 그림 11은 수신받은 상태 정보 데이터 및 고장진단 코드를 사용자가 보기 편한 화면으로 구성한 것이다.

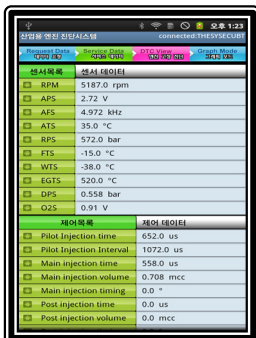


그림 10. 파싱 처리된 상태정보



그림 11. DTC 정보

## V. 결론

본 연구에서는 산업용 차량의 엔진 데이터 값을 OBD-II 표준을 적용한 OBD-II 진단기를 개발하고 산업용 차량의 센서 출력 신호 및 고장진단 신호를 블루투스 통신을 통해 실시간 통신을 제공하는 윈도우 및 안드로이드 프로그램을 구현하였다. PC를 기반으로 만들어져 있는 진단기 프로그램을 스마트폰에서도 사용하기 위해 안드로이드 기반 어플리케이션을 개발하였다. 진단하고자 하는 디바이스와 스마트 폰은 블루투스 통신을 기반으로 엔진 센서 데이터를 스마트폰으로 전송하여 앱을 통해 자동차 진단이 가능하게 함으로써 진단기를 항상 가지고 다닐 필요 없이 스마트폰으로 차량의 상태를 확인 할 수 있다. 또한 차량 고장시 차량고장신호(DTC)를 확인하여 운전자가 빠른 조치를 취해 사고를 미연에 방지할 수 있도록 하였다. 또한 OBD-II가 배기가스 관련 기관을 센서로 감지하고 있으므로, 과도한 배기가스 배출이나 불완전 연소가스 배출과 같은 대기환경오염을 예방할 수 있어 최근 대두되고 있는 예코산업에도 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 안드로이드 개발하고 현재 지원하지 않는 아이폰 어플리케이션을 개발하고자 한다.

## 감사의 글

이 논문은 2013년도 Brain Busan 21사업에 의하여 지원되었음

## 참고문헌

- [1] <http://www.obdii.com/>
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II#OBD-II>
- [3] Santini, AI, OBD-II, Cengage Learning, 2010
- [4] Henderson, Bob/Haynes, John H, The Haynes OBD-II & Electronic Engine Management Systems Manual, Haynes Publishing, 2006
- [5] 이봉우, OBD-II(배기가스), 경영사, p16, 2005