IoT를 이용한 차량정보 전송 및 활용 설계 및 구현

우창민, 정홍석, 강혜인*, 최무석**
*수원대학교 정보통신공학과, **콘티넨탈 오토모티브
changmin159@naver.com, wjdghd1227@naver.com, dls1358@naver.com,
at6much1@naver.com

Transmission and Utilization of Vehicle Information Using IoT

Chang-Min Woo, Hong-Seok Jung, Hye-In Kang*, Mu-Seok Choi**
*Dept. of Information Communication, University of Suwon
**Continental Automotive

요 약

자동차 애프터 마켓 시장은 관련 기술의 진전과 함께 비약적인 발전을 거듭하여 여러 자동차 애프터 마켓 상품이 개발됨과 동시에 가파른 성장세를 보이고 있다. 다양한 기술과 차량의 점검과 관리를 위해 차량운전자와 정비사가 동시동소에 있어야 하는 제약을 해결하기 위해 본 논문에서는 IoT를 이용한 차량정보 전송 및 활용 기술을 소개하고자 한다. 본 기술은 S/W로 CAN통신, WEB 서버, DB, MQTT, WIFI 등의 기술을 사용하였고, H/W로 ESP 32, Rasberry Pi 4를 사용하고 있다.

1. 서론

자동차 산업은 관련 기술의 진전과 함께 비약적인 발전을 거듭하여 신뢰성 및 안정성의 확보뿐만 아니라, 운전자의 편리성과 같은 새로운 기능 구현을 위한 연구개발이 가속화되고 있다. 최근 각종 텔레매틱스 서비스를 위해 차량 내 기능의 신뢰성과 성능을 향상시키기 위한 자동 조절의 필요성이 증가하고 있으며, 각종 기능에 대한 전자통신 시스템을 사용한 제어 및 네트워크의 통합화가 급속히 이루어지고 있다. 따라서 CAN(Controller Area Network)과 같은 네트워크 개념의 도입으로 차내 전선사용의 감소뿐만 아니라 제어 및 고장의 진단을 용이하게 하고 차량 내 안전성의 개선 및 자동차 품질과 비용 절감을 기대할 수 있다. [1] 소비자들은 에프터 마켓을 활용하여 직접 정비하고, 부품을 구매할 수 있다. 유럽과 미국 등에서는 이미 에프터 마켓이 활성화 되어 소비자가 직접 부품을 구매하여 자동차를 관리하고 있고 시장 규모도 2020년 약 504조원이다. 우리나라의 자동차 에프터 마켓 시장은 한 해 약 6조원씩 성장하며 가파른 성장세를 보이고 있다. 이처럼, 사람들의 차량에 대한 관심은 증가하고 있다. 하지만 차량의 점검 및 관리에는 여전히 정비소를 방문한다. 이는, 차량운전자와 정비책임자가 모두 동일 시간, 장소에 있어야 하는 제약이 따른다. 이러한 공간적, 시간적 제약에서 벗어나 운전자가 자신의 차량을 점검 및 관리 할 수 있는 IoT를 이용한 차량정보 전송 및 활용 기술을 소개하고자 한다.

2. 관련 연구

Ⅰ. CAN(Control Area Network)

CAN(Control Area Network)통신은 차량 내에서 호스트 컴퓨터 없이 마이크로 컨트롤러나 장치들이 서로 통신하기 위해 설계된 표준 통신 규격이며, 자동차 네트워크와 데이터 교환을 가능하게 해주는 통신채널이다. [2]

Ⅱ. UDS(Unified Diagnostic Service)

UDS(Unified Diagnostic Service)는 ISO 14229-1에 CAN을 기반으로 하며 지정된 자동차 전자 장치의 전자 제어장치(ECU)에 사용되는 진단 통신 프로토콜이다.[3]

Ⅲ. OBD-II(On Board Diagnostics 2)

OBD-II(On Board Diagnostics 2)는 UDS를 이

용하여 자동차 배기(Emission) 관련 정보를 얻는 프로토콜이며, 차량에 문제가 발생하였을 경우 계기판에 MIL(Malfunction Indicator Lamp)을 작동시켜 운전자가 차량이상을 인지하고 점검받을 수 있도록 하는 시스템이다.[4]

Ⅳ. WIFI

WIFI는 전자기기들이 무선랜(WLAN)에 연결할 수 있게 하는 기술로서, 주로 2.4GHz나 5GHz 무선 대역을 사용한다. 무선랜은 일반적으로 암호화되어 있으나, 대역 내에 다른 기기가 무선랜 네트워크에 접근할 수 있도록 개방할 수도 있다.

V. Web Server

Web Server는 웹 브라우저와 같은 클라이언트로부터 HTTP 요청을 받아들이고, 요청에 대한 응답으로 HTML 문서와 같은 웹 페이지를 반환한다. 본 기술에서는 Java Script를 사용하고 있으며 AJAX와 MQTT를 같이 활용하였다.

VII. FTT-CAN

FTT-CAN(FlexibleTime-Triggered communication Controller Area Network)은 이 유연한 시간 트리거 통신으로 활용되고 있다. 효율적이고 유연하며 적시에 시간 및 사건 발생 서비스를 모두 해결해준다. [5]

3. 시스템 개발 환경 및 적용 기술

(표 1)과 같이 이 기술은 크게 S/W와 H/W 부분으로 나뉘어져 있으며 S/W 개발에는 ESP32 WIFI, CAN 라이브러리, Arduino IDE와 PHP, MySQL, Apache 등이 사용되었으며, H/W 개발에는 스마트폰, ESP32 보드, CAN Transceiver, WIFI, Rasberry Pi 4 등이 사용되었다.

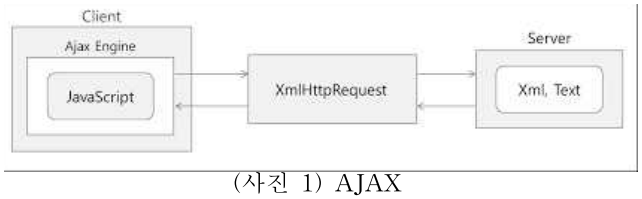
구분		항목	적용내역
S/W 개발환경	CAN Simulator/ CAN Translator 개발	Arduino IDE (1.8.9)	차량 계발을 할 CAN Simulator와 차량에서 Data를 받아오는 CAN Translator 개발
	서버 애플리케이션 개발	PHP(5.3.3)	서버 관리자 웹 페이지 처리 모듈 작성
		MySQL(5.1.73)	차량 데이터를 저장, 관리하는 데이터베이스
		Apache(1.7.1)	관리자 웹 페이지를 구동하는 웹 서버
	서버 운영체제		리눅스 Rasbian OS
	Putty		Rasbian OS 원격 접속용 툴
H/W 구성장비	디바이스	스마트폰 (안드로이드, 아이폰)	사용자에게 서비스를 직접적으로 제공하는 End Device
		ESP 32	CAN Simulator, CAN Translator 제작에 필요한 MCU
	통신	WIFI	ESP32와 Rasberry Pi 4 통신
		무선 랜 어댑터	스마트폰과 웹서버 통신
	서버	Rasberry Pi 4	웹 호스팅 및 DB 정보를 변환해 다시 저장해주는 서버

(표 1) 시스템 개발 환경

구현에 사용된 대표적인 기술로 자동차 관련 기술인 UDS와 OBD-II 그리고 웹서버 관련 기술인 AJAX와 MQTT가 있다.

Ⅰ. AJAX

AJAX(Asynchronous JavaScript and XML)는 웹에서 비동기적인 웹 어플리케이션 개발을 가능하게 해주는 기술이다.

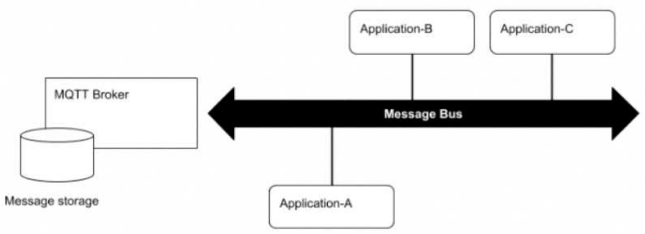


(사진 1) AJAX

이를 통해 페이지 이동없이 고속으로 화면을 전환할 수 있게 됐으며, 서버 처리를 기다리지 않고, 비동기 요청이 가능해졌다. 그리고 수신하는 데이터 양을 줄일 수 있고, 클라이언트에게 처리를 위임할 수도 있어져 불필요한 컴퓨팅 자원을 아끼는 것이 가능해졌다.

Ⅱ. MQTT

MQTT(Message Queue Telemetry Transport)는 IoT 환경에서 저전력으로 통신할 수 있도록 만들어진 통신 프로토콜이다.



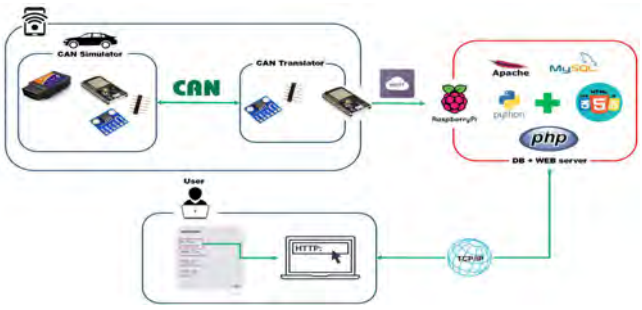
(사진 2) MQTT

이를 통해, ESP32의 사용 전압인 3.3V에서도 원활한 통신이 가능하다.

4. 시스템 구성

본 시스템은 (사진 3)과 같이 구성되어 있다.

(사진 3) 시스템 구성도



ESP32는 클라이언트, 라즈베리파이는 DB 서버와 WEB 서버 역할을 한다. ESP32를 통해 CAN을 구현하고, 이를 통해 차량으로부터 운행 데이터를 실시간으로 받는다. ESP32는 전송 받은 데이터를 DB에 전달하기 적당한 형태로 전처리하고 MQTT를 이용해 broker 역할을 하는 라즈베리파이에게 전송한다. 라즈베리파이는 전달 받은 데이터를 DB에 저장하고 이를 php를 이용해 데이터를 조회하며 javascript의 AJAX를 이용해 주기적으로 정보를 갱신하고 새로운 데이터가 업데이트 될 때마다 웹 페이지의 일부를 갱신함으로써 사용자가 실시간으로 차량의 운행 정보를 확인 할 수 있도록 한다.

5. 시스템 구현 결과

실제 차량에서 통신 테스트를 하기 전에 Simulator를 제작하여 잘 동작하는지 테스트를 실제 차량에서 ESP32와 OBD-II 통신 테스트를 진행했다. OBD-II 서비스1의 PID05번을 이용해 CAN을 테스트한 결과 (사진 4)와 같이 CAN 통신을 통한 OBD-II 프로토콜로 자동차의 엔진 냉각수온도와 5Fh 데이터 값을 원활하게 주고받는 것을 확인 할 수 있다. 5Fh로 들어온 값은 service 01-pid 05의 공식인 A-40(사진 5)에 의해 실제 값은 55가 된다.

```
20:23:00.763 -> Message Sent Successfully!
20:23:00.763 -> ID: 7E8 len: 8  Data: 03 41 05 5F 55 55 55 55
20:23:00.763 -> ID: 7E9 len: 8  Data: 03 41 05 5F AA AA AA AA
```

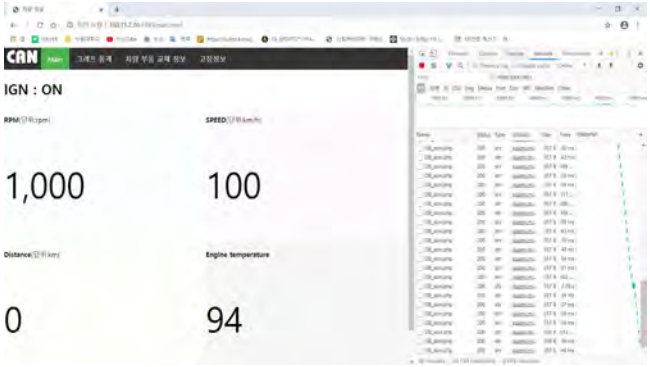
(사진 4) 차량-ESP32 CAN 통신 결과

Service 01 [edit]

PID (hex)	PID (Dec)	Data bytes returned	Description	Min value	Max value	Units	Formula[a]
05	5	1	Engine coolant temperature	-40	215	°C	$A - 40$

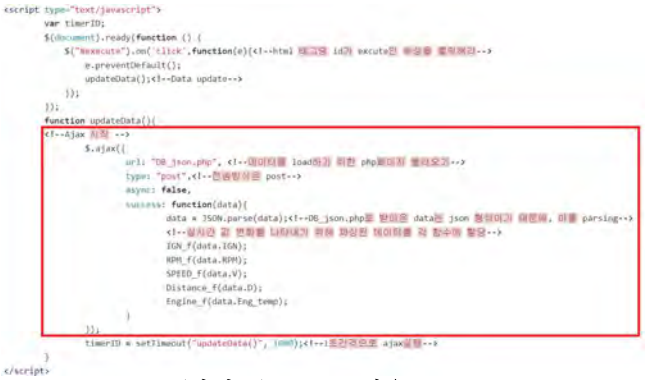
(사진 5) service 01-pid05 공식

통신 딜레이를 최소화 하기위해 MQTT와 AJAX를 사용했고, (사진 6)을 보면 웹페이지에 query들이 100ms 이하인 것을 확인 할 수 있다.



(사진 6) 웹페이지 네트워크 트래픽

(사진 7)을 보면 javascript로 web server를 구현할 때 AJAX를 적용한 코드를 볼 수 있다. 코드를 간략하게 설명하자면 우선 AJAX문을 1초에 한번 씩 실행하도록 설정한다. AJAX 문에 대해 간략하게 설명하자면 데이터를 load하기 위한 php 페이지를 불러온 후, 전송방식을 post로 설정하고, DB에서 받아온 json 형식의 data를 parsing해서 실시간 값 변화가 필요한 각 함수에 할당하는 것으로 구성되어 있다.



(사진 7) AJAX 적용 코드

다음은 하드웨어 구현 사진이다. (사진 8)은 자동차의 운행 정보 데이터를 생성해주는 simulator이다. 사진 가운데에 esp 32가 있다. 좌측에는 고장진단코드를 on/off 할 수 있는 스위치가 있으며, 우측에는 자동차 운행 데이터 값에 변화를 줄 수 있게 가변저항이 달려있다.

(사진 8) 자동차 Simulator

(사진 9)는 자동차의 값을 받는 Translator이다. 사진 위쪽에 있는 것은 Can Transceiver이고, 아래에 있는 것은 esp 32이다. 자동차 simulator와 can 통신을 통해 자동차 data를 받아온다.

(사진 9) 자동차 Translator

6. 시스템 활용 방안

국내의 자동차 에프터 마켓 시장은 2010년에 이미 87조원대를 기록하였으며, 현재 100조원 대를 뛰어넘었다. 이를 통해 직접 자동차 정비를 하는 소비자가 늘었음을 확인 할 수 있다. 반면, 서비스시장에 관한 만족도를 나타내는 점수인 CMPI 점수를 살펴보면, 한국의 자동차 수리서비스 CMPI 점수는 71.1점으로 서비스 시장 평균인 73.7점에 비해 모자란 점수로 소비자들의 불만족을 알 수 있다. 이 작품은 자동차의 OBD-II와 DTC(Diagnostic Trouble Code) 데이터를 소비자가 직접 확인할 수 있는 플랫폼을 구축해줌으로써 소비자가 직접 자신의 차를 관리하고, 정비사와 커뮤니케이션을 용이하게 할 수 있는 매개체로 활용 가능하다.

7. 결론

본 논문에서는 운전자의 차량 점검과 관리를 위한 IoT를 이용한 차량정보 전송 및 활용 기술을 구현하였다. 차량과 IoT 장비인 ESP32간에 CAN, OBD2, UDS를 이용하여 차량의 운행 데이터를 수신하고 적절히 전처리하여 제공하였다. MQTT를 이용해 IoT 환경에서 저전력 통신이 가능하게 하였고, AJAX를 활용하여 기존의 통신 지연을 100ms 이하로 줄여 실시간으로 이용자가 데이터를 볼 수 있게 하였다. 현재 본 서비스는 차량 운행 정보, 그래프 통계, 차량 부품 교체 정보, 고장 정보, 급감속 및 급가속 등을 제공하고 있다.

향후 본 논문에서 제안된 시스템의 접근성 및 편리성을 높여 이용자가 더 쉽게 사용할 수 있게 할 것이며 자가 수리 방법, 이용자 커뮤니티 등 과 같은 이용자를 위한 추가 서비스를 개발할 것이다.

[본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트의 결과물입니다.]

참고문헌

[1] Seo-Kyung Lee, Jae-Yong Lee, Dong-Hyun Kim, Kwang-Joo Choi, Jae-IlJung,CAN Communication System using CAN Protocol, Korea Information Processing Society, Republic of Korea, 2006, 4

[2] M. Farsi, K. Ratcliff and M. Barbosa, "An overview of controller area network," in Computing & Control Engineering Journal, vol. 10, no.3,pp.113-120,June 1999, doi: 10.1049/cce:19990304

[3] Assawinjaipetch, Panuwat, et al. "Unified Diagnostic Services Protocol Implementation in an Engine Control Unit." (2013).

[4] Pillar, Duane R. "Equipment service vehicle having on-board diagnostic system." U.S. Patent No. 6,553,290. 22 Apr. 2003.

[5] L. Almeida, P. Pedreiras and J. A. G. Fonseca, "The FTT-CAN protocol: why and how," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol.49, no6, pp. 1189-1201,Dec.2002,doi: 10.1109/TIE.2002.804967.