

EcoMon: 에코 드라이빙 모니터링 시스템

한동호¹, 김상철^{2*}

¹한국외국어대학교 대학원 컴퓨터공학전공, ²한국외국어대학교 컴퓨터공학과

EcoMon: A System for Monitoring Eco-Driving

Dongho Han¹, Sangchul Kim^{2*}

¹Computer Science & Engineering Major, Graduate School, Hankuk University of Foreign Studies

²Department of Computer Science & Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

요약 최근 지구 온난화와 에너지 고갈 문제가 심각해지면서, 차량의 에코 드라이빙(에너지 절약형 운행)에 대한 관심이 높다. 본 논문에서는 ISG(공회전 제한 장치)가 장착된 차량의 공회전 제한 사용과 정속 운전을 모니터링하는 시스템을 제안한다. 본 시스템은 차량 운행 정보 수집용 G/W 장치, 에코 드라이빙 모니터링용 스마트폰 앱 및 서버 시스템으로 구성된다. 본 논문의 주요 기여는 공회전 제한을 포함하는 에코 드라이빙의 모니터링 시스템이 제공해야 할 통합적인 기능, 구조 및 동작 원리를 정의한 것이다. 본 시스템을 통해 사용자는 공회전 제한 시간, 운전 속도, 연료 절감량, CO₂ 배출량 등을 확인해 봄으로써, 에코 드라이빙을 실천하는 좋은 운전 습관을 가지게 될 것이다. 서버 시스템은 운행 정보를 저장 또는 조회하는 기능을 OpenAPI 형태의 웹 서비스로 제공하여, 다양한 응용들을 쉽게 개발할 수 있는 환경을 제공한다.

Abstract Since the advent of global warming and energy depletion, there has been great interest in eco-driving (energy-efficient driving). In this paper, a system is proposed to monitor the idle running of an engine and steady driving for a vehicle equipped with an ISG (Idling Stop & Go system). The system consists of a G/W device to acquire the vehicle operation data, a smartphone app for monitoring eco-driving and a server system. The main contribution of this paper is that it defines the integrated functions, the architecture and operation mechanisms of a system for monitoring eco-driving including the prohibition of running idle. The system enables the users to check the idling stop times, driving speeds, fuel savings, and CO₂ emissions, resulting in the driving style for eco-driving. The server system, which is a part of this system, provides OpenAPI-style web services for the storage and retrieval of car operation data, which facilitates the development of applications.

Key Words : Eco-Driving, Monitoring System, ISG

1. 서론

자동차는 전 세계적으로 9억대, 국내에는 약 1,800만 대가 운영되고 있다. 자동차는 우리의 삶을 편리하게 만들지만 이로 인한 폐해도 적지 않다. 대표적으로 CO₂ 등의 유해 가스를 다량 배출하는 것을 들 수 있다. 많은 연료 소모로 경제적 부담을 줄 뿐만이 아니라 지구 에너지 고갈의 주된 원인이 되기도 한다. 따라서 최근 연료 소모

량을 줄이는 자동차 운전인 에코드라이빙(eco-driving)에 대한 관심이 높다. 정속 운행과 같은 좋은 운전 습관이 연료 소모량을 줄이는 효율적인 방법인 것은 널리 알려져 있다[1]. 또한, 에코 드라이빙 관련 제품을 자동차에 장착하는 것도 연료 소모 및 CO₂ 배출 감소에 큰 도움이 된다. 대표적인 제품으로 공회전 제한 장치(ISG: Idling Stop & Go system)를 들 수 있다. ISG는 운전 중 일시 정지할 때 쉽게 엔진 시동을 끄고 다시 켤 수 있도록 하

본 논문은 2013년 중소기업청 지원 사업의 결과를 기반으로, 2014년 한국외국어대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

*Corresponding Author : Sangchul Kim(Hankuk Univ. of Foreign Studies)

Tel: +82-31-330-4096 email: kimsa@hufs.ac.kr

Received June 25, 2014

Revised (1st August 4, 2014, 2nd August 7, 2014)

Accepted November 6, 2014

는 장치로서 공회전을 줄여 연료 소모를 줄이는 효과를 제공한다. 국내외적으로 ISG를 장착한 차량이 늘고 있는 추세에 있다.

에코 드라이빙을 많은 운전자가 지키게 하려면, 먼저 좋은 운전 습관에 대한 교육이 필요할 것이다. 또 다른 효과적인 방법이 에코 드라이빙으로 인해 절감되는 연료량과 유해가스 배출량 등을 운전자에게 지속적으로 확인할 수 있도록 하는 환경을 제공하는 것일 것이다.

본 논문에서는 ISG가 장착된 차량을 대상으로, 운전자 또는 차량 관리자가 자동차의 에코 드라이빙 상태를 모니터링할 수 있는 시스템 (EcoMon이라 부름)을 제안한다. 본 시스템은 G/W 장치, 스마트폰 앱 및 서버 시스템으로 구성된다. 사용자는 G/W 장치에 부착된 모니터 통해서 또는 스마트폰 앱을 이용해서 에코 드라이빙 현황을 모니터링할 수 있다. 서버 시스템은 G/W 장치가 무선 인터넷을 통해 전송하는 에코 드라이빙 관련 운행 정보를 저장하고, 웹 또는 스마트폰 앱을 통해서 운행 정보를 조회할 수 있는 기능을 제공한다.

서버 시스템의 주요 기능들은 REST 방식[2]의 웹 서비스 형태로 구현되어, 서버의 기능을 이용하는 응용의 개발이 용이하고, 나중에 기존 응용에 새로운 서비스를 쉽게 추가하여 확장할 수 있는 장점을 제공한다. 제안된 시스템의 사용자가 개인 운전자인 경우, 본인 차량의 운행 정보를 통해 에너지 소모량과 탄소배출량을 알게 되어, 좋은 운전 습관과 행태를 가질 수 있도록 유도할 수 있을 것이다. 렌터카 회사나 공공단체의 경우, 해당 조직에 소속된 차량들이 얼마나 에너지를 소모하고 탄소 배출을 하는 지를 확인할 수 있게 되어, 에너지 절감적인 차량 운행 정책을 수립하는데 도움을 줄 것이다[3].

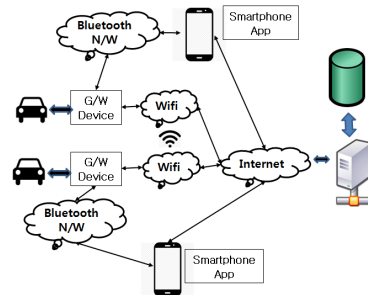
차량 운행 모니터링에 대한 대부분의 연구는 운전자의 운전 행태를 모니터링하면서 사고를 미연에 막기 위한 안전 운행에 관한 것이다[4-8]. [4]에서는 각종 센서를 이용해서 운전자의 눈감은 여부, 하품 여부, 심전도 신호, 차량 속도 등을 감시해서 운전자의 피로를 감지한다. [5]와 [6]에서는 차량 속도, 지그재그 운행 여부, 앞 차량과의 간격 등을 이용해서 운전자의 집중력이 저하된 지를 감시한다. 또한 HMM (Hidden Markov Model)을 이용해 속도, 차선 변경 등의 운행 정보에서 안전운행 지수를 계산하는 방법도 발표되었다[7].

에코 드라이빙을 위한 운행 모니터링에 관한 연구는 최근에 시작되어, 안전 운행을 위한 모니터링에 비해 초

보적인 단계이다. [8]과 [9]는 에너지 소모량과 운행 습관 간의 관련성을 분석한 연구이다. [10]에서는 속도, RPM 등을 이용하여 에코 드라이빙 정도를 나타내는 지수를 제안하였다. 에코 드라이빙을 모니터링하는 시스템에 관한 연구는 [11]과 [12]의 아직 많이 발표되지 않았다. [11]에 제안된 시스템은 EcoMon과 비슷하게 차량 운행 정보 수집 장치가 차량 운행 정보를 스마트폰과 PC에 전송한다. [12]에서는 운전자의 운전 스타일, 차량 상태 및 도로 상태 등을 기록하고 모니터링하는 시스템이 제안되었다. 이들 기존 시스템들은 차량속도, 가속도 등과 같이 연료 소모량과 관련성이 높은 운행 정보를 모니터링하는 것을 주된 기능으로 제공한다. 따라서 이들 시스템은 공회전 제한을 통한 에너지 절감에 대한 서비스는 제공하지 않고, 차량 상태나 운전 행태에 대해 주목할 만한 이상 상황이 발생 시 이를 운전자에게 피드백을 주는 기능은 제공하지 않는다.

2. 전체 시스템의 구조

본 논문에서 제안하는 시스템인 EcoMon은 Fig. 1과 같이 크게 3개의 부분으로 구성되어 있다: G/W 장치, 스마트폰 앱, 서버 시스템.



[Fig. 1] The Proposed System Architecture

G/W 장치는 차량에 탑재되고, ISG와 CAN (차량 네트워크)와 연결되어, 공회전 제한 장치의 동작 및 차량 운행 정보를 수집한다. 사용자는 수집된 운행 정보를 모니터를 통해서 볼 수 있다. 사용자는 스마트폰 앱을 이용하여 블루투스 통신을 통하여 G/W 장치와 연결한 후, G/W 장치와 ISG 장치의 환경 설정을 변경하거나 차량 운행 정보를 모니터링할 수 있다. G/W 장치는 수집한 운행 정보를 무선 인터넷을 통해서 원격지에 있는 서버 시

스텝에 저장한다.

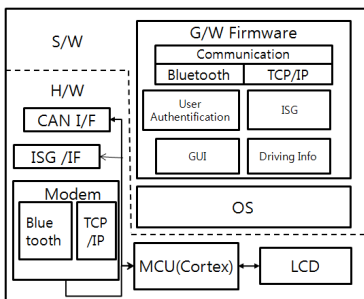
서버 시스템에 저장하는 정보는 에코 드라이빙 관련 운행 정보로서, 공회전 제한 시간, 연비, 탄소배출량, 평균 속도 등이 포함된다. G/W 장치는 현재 영업용 차량에 탑재되어 있는 차량 운행 기록 단말기와는 다르다. 후자의 주된 기능은 GPS 위치와 속도와 같이 물류 및 과속 여부에 필요한 정보를 기록하는 것이다.

EcoMon의 기본 구조는 ETSI (European Telecommunications Standards Institute) 가 제안한 M2M (Machine-to-Machine) 플랫폼의 규격[13]의 기본 개념들을 따르고 있다. 우리의 G/W 장치와 스마트폰은 각각 해당 규격의 장치(Device)와 게이트웨이(Gateway)에 해당한다. 또한, 서버 시스템이 제공하는 기능들은 일반적인 M2M 플랫폼처럼 외부로부터 쉽게 접근이 가능한 형태로 구현되어 있다. 우리의 서버 시스템의 저장 및 검색 기능 등은 웹 서비스(web service) 형태로 제공된다.

3. 클라이언트측 시스템

3.1 G/W 장치

Fig. 2는 G/W 장치의 구조를 보여준다. Cortex M 계열의 MCU는 3.3V로 동작하고, 플래시 메모리, EEPROM 및 RAM을 내장하고 있다. 외부와의 통신을 위해 블루투스 모듈과 TCP/IP 모듈을 구비하고 있다. 블루투스 모듈을 채택한 이유는 모든 스마트폰이 블루투스 통신을 지원한다는 것과 저전력으로 수 미터 내에 있는 다른 기기와 안정적으로 통신이 가능하다는 것 때문이다. ISG와 CAN간의 연결은 시리얼 통신으로 한다.



[Fig. 2] The Architecture of G/W Device

펌웨어는 MCU의 내장 메모리에 설치되어 동작한다.

외부 메모리를 사용하지 않는 주된 이유는 하드웨어 단가를 낮추기 위해서이다. 메모리 및 쓰레드 관리를 담당하는 부분은 자체 개발한 운영체제 코드를 사용한다. 통신 모듈은 공회전 처리 모듈 및 운행 정보 처리 모듈이 통신 모듈을 통하여 외부와 자료를 주고받는 역할을 지원한다. 공회전 처리 모듈은 공회전 제한 장치의 환경 설정, 동작 제어, 상태 정보 수집을 수행한다. 운행정보 처리 모듈은 차량 속도, RPM 등과 같은 연비와 CO2 배출량 계산에 필요한 운행 정보를 CAN과 스마트폰 앱으로부터 수집하는 역할을 담당한다. 또한 공회전 처리 및 운행정보 처리 모듈은 수집된 운행 정보를 서버시스템에 저장하는 역할을 수행하기도 한다.

G/W 장치는 규칙적으로 에코 드라이빙 관련 운행 정보를 서버 시스템에 Wifi 모듈을 통해서 기록한다. 만약 차량이 Wifi 존에 없는 경우에는 운행 정보를 모아 놓는데, 나중에 차량이 Wifi 존에 진입하면 한꺼번에 보낸다. 그 전에 스마트폰 앱에 연결이 되면, 앱을 경우해서 서버로 보내게 된다.

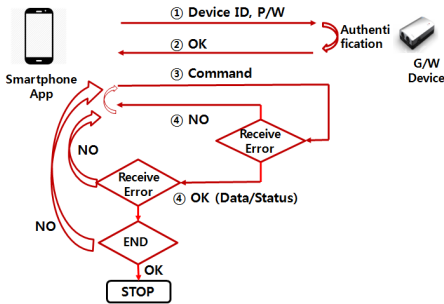
3.2 스마트폰 앱

스마트폰 앱은 크게 4가지 기능을 수행한다:

- G/W 장치와 통신하면서, ISG를 제어하는 파라미터들을 설정하거나 조회한다. 이들 제어 파라미터에는 초기 작동 예비 시간, 경사도 기준값, 냉각수 온도 등이 있다.
- G/W 장치와 통신하면서, 차량의 에코 드라이빙을 모니터링하기 위한 운영 파라미터를 설정하거나 조회한다. 이들 파라미터에는 차중, 배기량 등이 포함된다.
- G/W 장치와 통신하면서, 에코 드라이빙 현황을 모니터링할 수 있다. 모니터링 화면에는 ISG 총 동작 시간, 연비, CO2 배출량, 평균 속도, 배터리 잔량 등이 실시간으로 표시된다.
- 에코 드라이빙 관련 운행 정보를 G/W 장치를 대신하여 서버 시스템에 저장하는 역할을 수행한다.

스마트폰 앱과 G/W 장치는 Fig. 3과 같이 블루투스 통신으로 자료를 교환한다. 이때 전자는 마스트로, 후자는 슬레이브로 동작한다. 이들 간 페어링(pairing)이 이루어지면, 스마트폰 앱은 G/W 장치에게 장치 ID와 암호를 전송하여, 자신이 차량 소유자임을 알린다. 사용자는 스마트폰 앱에 자신이 소유한 차량들의 G/W 장치의 ID를

미리 등록하게 되는데, G/W 장치의 ID는 장치 소유자만이 알 수 있다. 어떤 장치로부터 블루투스 통신 접속 요청이 오면, 스마트폰 앱은 해당 장치가 등록된 장치임을 확인한 후 등록된 장치에 한하여 단계 1을 수행한다. 스마트폰 앱이 자료 조회 또는 환경 설정에 관한 명령어를 전달하면, G/W 장치는 적절한 조치를 취한 후 결과를 상대방에게 전송한다. 단계 3에서 클라이언트 앱이 G/W 장치에 보낸 명령어에 에러가 없다면, 단계 4에서와 같이 G/W 장치는 운행 정보나 상태를 답신하게 된다.



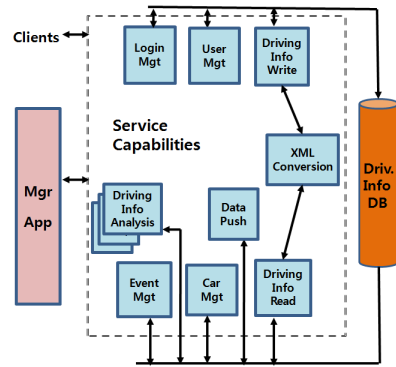
[Fig. 3] Protocol of the Communication between the Smartphone App and the G/W Device

블루투스 통신 과정에서 전송 에러가 발생할 수 있는데, 통신 패킷에는 일련번호와 체크섬(checksum)을 삽입한다. 일련번호로 패킷 분실을 감지할 수 있고, 체크섬으로 패킷 정보의 손상을 파악할 수 있다. 패킷 길이는 MCU의 메모리 용량의 제한 때문에 100 바이트 이하로 제한한다.

4. 서버 시스템

4.1 기본 구조 및 동작 원리

서버 시스템의 기본 기능은 G/W 장치나 스마트폰 앱과 통신하면서, 에코 드라이빙 관련 운행 정보를 저장하고 조회하는 기능을 제공한다. 이런 기능들은 웹 서비스로 구현되어 있고 OpenAPI로 외부에서의 사용이 가능한 형태로 되어 있다. 따라서 차량 운행 정보를 기반으로 하는 외부 응용을 우리 시스템의 웹 서비스를 이용하여 손쉽게 구축할 수 있을 것이다. Fig. 4는 서버 시스템을 구성하는 기본 모듈을 보여주고 있다. 그림에서 클라이언트는 G/W 장치, 스마트폰 앱 또는 외부 응용 시스템이다.



[Fig. 4] The Architecture of the Server System

- 로그인 관리 모듈: 클라이언트가 서버 시스템을 사용하기 위해서는, 먼저 자신이 등록된 사용자인 지를 확인받아야 한다.
- 사용자 및 차량 관리 모듈: 전자는 사용자 등록, 삭제, 사용자 정보의 수정 및 검색을 처리한다. 후자는 차량 등록, 삭제, 일반 차량 정보의 수정 및 조회를 처리한다. 차량 정보에는 차량번호, 차종, 배기량, 마일리지, G/W 장치에 대한 정보 등이 포함된다.
- 운행 정보 기록 및 조회 모듈: 전자는 에코 드라이빙을 모니터링하는데 필요한 운행 정보를 기록하고, 후자는 이런 정보를 조회한다. 이런 정보는 앞에서 기술한 것처럼 ISG 동작시간, 연료소모량, CO2 배출량 등을 포함한다.
- XML 변환 모듈: 서버 시스템이 클라이언트와 주고받는 모든 정보는 가독성 및 활용성을 높이기 위해 XML로 표현된다. 본 모듈은 일반 텍스트를 XML로 변환하거나 해석하는 업무를 처리한다.
- 운행 정보 분석 모듈: 본 모듈은 수집된 운행 정보에 대해서 다양한 해석과 데이터 마이닝(data mining)을 통해, 개별 사용자나 다수의 차량을 보유한 단체의 차량 관리자에게 에코 드라이빙 실천을 위해 유용한 메타 정보를 도출하는 것이다. 차량 운행 내역에서 유용한 메타 정보를 도출하는 것은 최근 국내외적으로 관심이 높다. 이런 메타 정보의 예를 들면, 연령별 또는 차량별 또는 시간대별 연료 소모량의 차이, 공회전 제한 장치의 동작 시간과 연료 소모량과의 관계 등이 있다. 향후 필요한 분석 및 데이터 마이닝 모듈이 있다면, 해당

모듈은 별도의 웹 서비스로 구현되기에 전체 시스템의 다른 부분에 거의 영향을 미치지 않고 쉽게 통합될 수 있다.

□ 이벤트 에이전트(Event Agent) 및 알림(Notification) 모듈:

이벤트 에이전트는 차량 운행 정보에서 차량의 상태가 정상이 아니거나 에코 드라이빙을 벗어나는 상황을 감지하여 이벤트로 발생시키는 역할을 한다. 예를 들면, 냉각수 온도가 지나치게 낮거나 또는 연비가 높은 경우는 차량에 문제가 있거나 운전습관이 좋지 않는 경우 일 것이다. 특히, 수십 또는 수백 대의 차량을 보유한 단체의 차량 관리자는 하루에도 수차례 서버 시스템에 도착하는 차량 운행 정보로부터 차량의 이상 여부를 수작업으로 파악하기는 어려움 많을 것이다. 알림 모듈은 이런 이벤트나 또는 사용자간에 알려야 하는 메시지를 수신자에게 알린다. 차량의 비정상 상태를 차량 소유자나 조직 관리자에게 빨리 알림으로써 사고를 예방하거나 연료 소모량을 줄이는 운전을 권하는 효과를 할 수 있을 것이다.

[Table 1] Event Occurrence Cases

Type	Conditions For Monitoring	Level of Significance
1	G/W Registration	NOTICE
2	G/W Deletion	NOTICE
3	No Arrival of $P_d(t)$	WARNING
4	$P_d(t) > Max_T_d$	WARNING
5	$P_d(t) < Min_T_d$	WARNING
6	$P_d(t) > Max_EcoT_d$	ALARM
7	$P_d(t) < Min_EcoT_d$	ALARM
8	$P_d(t)$ is abnormal/ $P_d(t-1)$ is normal or $P_d(t)$ is normal/ $P_d(t-1)$ is abnormal	WARNING

Table 1은 현재 이벤트 에이전트에서 차량의 비정상 상태를 판단되는 상황을 보여준다. 타입 2는 운행 정보를 주기적으로 측정해서 관찰하기로 정한 차량으로부터 관련 정보가 일정대로 도착하지 않는 경우를 나타낸다. 이것은 일반적으로 차량에 문제가 발생하였거나 소유자가 정상적인 차량 운영을 하지 상황이 발생했음을 의미한다. $P_d(t)$ 는 시간 t에 도착한 d라는 운행 정보 (예를 들면, CO2 발생량)를 나타낸다. $P_d(t-1)$ 는 시간 t의 바로 앞 시간에 도착한 정보를 나타낸다. Max_T_d 와 Min_T_d 는 d라는 운행 정보의 최대값과 최소값으로서, $P_d(t)$ 가 이들 사이라면 정상 상태를 의미한다. Max_EcoT_d 와

Min_EcoT_d 는 에코 드라이빙 여부를 판단하는 운행 정보 d의 기준값이다. 이들 기준값들은 차량별 차량 상태별로 운행조건별로 다를 것이다. 데이터베이스 내에는 주요 운행 정보별로 차중, 배기량 및 연식에 따라 기준값을 기록하는 `Driving_Data_Normal_Range`라는 테이블이 존재한다. 또한, 사용자는 이들 값을 차량 관리 정책에 맞추어 직접 적절히 설정하게 된다.

Table 1의 타입 8은 $P_d(t)$ 의 큰 변화를 나타내는 것으로, 차량 상태에 대해 사용자의 주의를 환기시키기 위한 용도이다. 표에서 관심도 열은 각 상태별로 상황의 심각성을 나타내고 있다. NOTICE는 단순히 주목이 필요함을 나타내고, ALARM과 WARNING은 차량이나 소유주에 대한 어떤 조치를 취할 필요가 있음을 나타낸다. WARNING은 ALARM보다 조금 더 심각한 상황을 나타낸다.

□ 관리 애플리케이션: 본 모듈은 웹 페이지들로서, 사용자의 편의를 위해서 웹 브라우저에서 사용자관리, 차량관리, 알림처리, 운행 정보별 기준값들 설정 등의 업무를 수행할 수 있도록 지원한다.

데이터 전송 시 보안을 강화하기 위해, G/W 장치 및 스마트폰 앱은 https를 이용해서 서버 시스템과 데이터를 교환하고 이들 데이터는 암호화된다.

[Table 2] Rest-style Web Services

URI	Usage	Method
/user	User Registration, Deletion, Retrieval	M1
/user/uid	User Info Modification, Retrieval	M2
/car	Car Registration, Deletion, Retrieval	M2
/car/cid	Car Info Modification, Retrieval	M2
/event	Event Creation, Deletion, Retrieval	M2
/event/cid	Event Retrieval, Modification	M3
/notification	Alarm Creation, Deletion, Retrieval	M1
/notification/cid	Alarm Detail Retrieval	M3
/session	Login, Logout	M1

* M1: POST, DELETE / M2: POST, GET, DELETE, PUT M3: GET, PUT

4.2 Rest 방식의 웹 서비스

서버 시스템의 주요 기능들은 REST 방식의 웹 서비스 형태로 외부에 제공된다. REST 방식은 사용의 편리

성 때문에 Google Map과 같은 많은 OpenAPI에서 채택되어 있다. Fig. 4의 점선 다각형내의 기능들이 OpenAPI로 제공되는 웹 서비스들이다.

본 장은 서버 시스템의 동작 원리에 대한 이해를 높이고, 우리의 OpenAPI를 이용해서 차량 운행 정보 모니터링 및 관리를 위한 다양한 M2M 응용 시스템을 개발 시, 개발 방법과 내용을 결정하는데 도움을 줄 것이다.

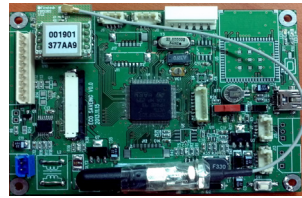
Table 2는 서버 시스템이 제공하는 웹 서비스의 목록을 준다. REST는 같은 URI에 대해서 http 메소드(method)를 달리하면서 다른 타입의 업무를 수행한다. POST, DELETE, GET 및 PUT 메소드는 각각 정보의 생성, 말소, 조회 및 변경 용도로 사용하게 된다. Table 2에서 *uid* 및 *cid*는 사용자 ID 및 차량 ID를 나타낸다. 예를 들면, URI /usr와 적절한 파라미터들을 결합시켜, 사용자 등록, 삭제 및 조회 업무를 수행한다. URI /usr/*uid*를 이용해서, *uid*라는 특정 사용자에 대한 인적 정보를 수정 또는 조회할 수 있다. URI /event의 파라미터로 *cid*, 데이터항목명 및 이벤트 타입이 있다. URI /event/*cid*는 *cid*라는 차량에 설정된 이벤트를 조회하거나 그 내용을 변경할 수 있다. URI /notification은 특정 차량에 대해서 알림을 전달하는 용도로 사용한다. 이 URI의 파라미터로 *cid* 및 이벤트 ID가 될 수 있는데, 이벤트 ID는 URI /event를 이용해서 생성할 수 있다. 이벤트 ID 대신에 임의의 텍스트를 이용할 수도 있다.

REST의 원칙에 따라 비동기식 알림(asynchronous notification)을 사용하게 된다. 따라서 푸시방식 대신, 클라이언트는 URI /notification/*cid*를 이용해서 *cid*라는 차량에 설정된 이벤트를 주기적으로 조회한다. URI /session은 서버 시스템에 로그인 또는 로그아웃 용도로 사용한다.

5. 구현 및 실험

5.1 구현

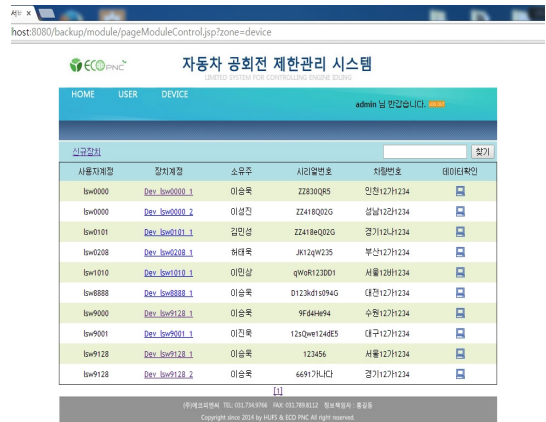
우리는 본 논문에서 제안한 주요 내용을 기초로 프로토타입 시스템을 구현했다. G/W 장치의 메인 보드는 STM32L152VB MCU와 MB155BC를 사용하고, 펌웨어는 CodeVisionAVR 컴파일러 2.04를 사용하여 C로 구현했다.



[Fig. 5] The G/W Hardware Board



[Fig. 6] A Smartphone App GUI Example



[Fig. 7] A GUI Screen of the Server System

스마트폰 앱은 안드로이드 폰용으로, Eclipse와 Java로 구현하였다. 서버 시스템은 JSP와 Servlet으로 구현하고, JSP 개발 환경으로서 Jdk. 1.6.0과 Eclipse를 사용하였다. 웹 서버는 Apache-Tomcat-7.0을 사용하고, 정보베이스는 MySQL Server 5.6을 사용하고 있다.

Fig. 5는 G/W 장치의 하드웨어 보드를 보여주고, Fig. 6은 스마트폰 앱에서 에코드라이빙 정보의 모니터링 화

면이다. Fig. 7은 서버 시스템의 관리자 화면의 예시로서, 차량 기본 정보를 관리하는 용도의 화면이다.

5.2 실험

실험을 통해서 본 시스템의 동작 여부와 성능을 테스트했다. 먼저 G/W 장치를 차량에 장착한 후, G/W 장치와 스마트폰 앱간의 블루투스 통신의 정보 전송 정확성 및 최대거리를 확인하였다. 스마트폰 소유자가 차량 내에 있거나 또는 G/W 장치와 차량 외부에 있는 스마트폰 간의 거리가 10m내에 있는 상황에서, 거의 송수신 에러가 없음을 확인하였다. 참고로, 우리의 시스템은 블루투스 클래스 2 규격을 사용한다. 이것은 일반 아파트 주차장에서 사용자가 임의의 위치에서 크게 움직이지 않은 범위 내에서 자신 차량의 G/W 장치와 통신하면서 각종 정보 조회와 환경 설정을 할 수 있음을 의미한다.

서버 시스템은 윈도우즈 XP Pro SP3, Intel I5 CPU 3.3GHz의 사양을 가진 컴퓨터에서 동작시켰다. Wifi나 CDMA 망의 무선 인터넷 지원을 통해서, 스마트폰 앱과 서버 시스템간의 자료 교환은 에러 없이 진행되었다.

부하 테스트를 위해 우리는 G/W 장치와 스마트폰 앱의 정보 송수신 기능만을 시뮬레이션 하는 가상 장치를 만들었다. 그 이유는 현재 G/W 장치는 양산 단계가 아니기 때문에, 테스트용으로 사용할 수 있는 장치의 수는 제한될 수밖에 없었다. 또한, 실험을 위해 수십 대의 스마트폰을 확보하는 것도 현실적인 어려움이 있다. 이 가상 장치 40대에서 서버 시스템과 에코드라이빙 정보의 저장 및 조회 작업을 동시에 수행시켜 보았다. 부하 테스트 결과, 서버 시스템은 중간에 다운되거나 오동작을 하는 현상은 관측되지 않았다.

또한, 가상 단말기와 함께 스마트폰 단말기를 사용한 실제 사용자는 서버와의 자료 저장 및 조회 작업하는 과정에서 사용자 반응이 특별히 지연되는 감을 느끼지 못하였다. 사용자 반응 시간을 정량적으로 측정하기 위해 웹 서비스 성능 검사용 툴[14]를 사용하였다. 외부 망에서 해당 툴을 이용해서 40개의 조회 요구를 동시에 발생시킨 결과, 평균 162ms 및 분산 93ms의 사용자 반응 시간을 얻었다.

차량별 서버 시스템과의 통신이 하루 동안에 매시간 일어난다고 감안하면, 동시 접속 40개는 등록된 차량 수 천 대를 의미한다. 수천대의 차량을 관리하는 단체가 많지 않음을 감안하면, 본 서버 시스템은 대부분의 단체에

서 사용하기에 충분하다고 할 수 있다.

[Table 3] Comparison between EcoMon and Previous Systems

Comparison Items	EcoMon	[11]	[12]
ISG Monitoring	O	X	X
Driving Speed & Behavior Monitoring	△	O	O
CO2 Emission Monitoring	O	X	X
Fuel Consumption Monitoring	O	O	O
OpenAPI Support	O	X	X
Events and Alarms	O	X	X

본 시스템과 차량 운행 모니터링을 지원하는 기존 시스템들을 기능적인 면에서 비교하면 Table 3과 같다. 기존 시스템은 운전속도의 운전 행태나 연료 소모량을 중심으로 모니터링 업무를 수행한다. 우리 시스템과 같이 에코 드라이빙에 큰 영향을 미치는 공회전 제한 장치의 사용 상황 또는 에코 드라이빙의 주요 결과인 CO2 배출량 및 연료 감소량에 대한 모니터링은 지원하지 않는다. 또한 운행정보에서의 이상 이벤트 발생을 감지하고 이를 사용자에게 통고하는 알림 서비스를 지원하지 않는다.

6. 결론

에코 드라이빙에서 가장 중요한 운전 행태로 공회전 제한과 정속 운전을 들 수 있다. 본 논문에서우리는 운전자의 에코 드라이빙 상태를 모니터링하는 시스템을 제안하면서, 해당 시스템의 구조, 기능 및 동작원리를 기술하였다. 전체 시스템은 G/W 장치, 스마트폰 앱 및 서버 시스템으로 구성되어 있다. 우리의 시스템을 통해서 사용자는 공회전 제한 및 기타 에코 드라이빙 상황을 모니터링할 수 있고, 자신의 운전 행태로 얼마만큼의 연료소모량과 CO2 배출량이 감소한지를 알아 볼 수 있는 장점을 제공한다. 서버 시스템은 각종 운행 정보를 저장 또는 조회하는 기능을 담당하며, 이들 기능을 OpenAPI 형태의 웹 서비스로 제공하여 향후 운행 정보를 이용한 다양한 응용들이 개발할 환경을 제공한다. 우리의 조사에 따르면, 공회전 제한을 포함한 에코드라이빙 모니터링, 운행 정보의 저장 및 조회, 이상 상황의 감지 및 알림 등을 제공하는 기존 시스템은 거의 발표되지 않았다.

References

- [1] McKinsey & Company, Inc: Roads toward a low-carbon future: Reducing CO2 emissions from passenger vehicles in the global road transportation system, 2009.
- [2] Roy T. Fielding, Richard N. Taylor, "Principled design of the modern Web architecture", ACM Transactions on Internet Technology, Vol. 2, No. 2, pp.115 - 150, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/514183.514185>
- [3] S. Lee, Han D. S. Kim, "A Car Driving Data Server for Monitoring the Energy-Efficient Driving", Journal of Information Industrial Engineering, HUFSS, Vol. 23, pp.266-276, 2014.
- [4] E. Rogado, J. Garcia, R. Barea, L. Bergasa and E. Lopez, "Driving Fatigue Detection System", Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Biomimetics, pp.1105-1110, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ROBIO.2009.4913155>
- [5] Kevin C. Baldwin, Donald D. Duncan, and Sheila K. West, "The Driver Monitor System: A Means of Assessing Driver Performance", JOHNS HOPKINS APL TECHNICAL DIGEST, VOLUME 25, NUMBER 3, pp.269-273, 2004.
- [6] J. Kaminski, D. Knaan, and A. Shavit, "Single image face orientation and gaze detection," March. Vis. Appl. 21, pp.85-98, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00138-008-0143-1>
- [7] Bing-Fei Wu, Ying-Han Chen, Chung-Hsuan Yeh, "Fuzzy Logic Based Driving Behavior Monitoring using Hidden Markov Models", Proc. of 12th International conference on ITS Telecommunication, pp.447-451, 2012.
- [8] T. Preben, "Positive side effects of an economical driving style: Safety emissions, noise, costs, EcoDrive Conference proceedings, Graz, Austria, pp.68-71, 1999.
- [9] T. Lee. and J. Son, "Relationships between driving style and fuel consumption in highway driving", 16th Asia Pacific Automotive Engineering Conference, October, 2011, pp.100-110.
- [10] Cindie Andrieu and Guillaume Saint Pierre, "Using statistical models to characterize eco-driving style with an aggregated indicator", 2012 Intelligent Vehicles Symposium, Alcalá de Henares, Spain, pp.63-68, 2012.
- [11] Ryosuke Ando, Yasuhide Nishihori, Yasuhide Nishihori, Daisuke Ochi, Development of a System to Promote Eco-Driving and Safe-Driving, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6294, pp.207-218, Springer-Verlag, 2010.
DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14891-0_19
- [12] T. Lee, S. Park, and J. Son, "Drive-Vehicle-Environment Monitoring Platforms for Fuel Efficiency Assessment", 7th International conference on Electronics and Computer, pp.106-110, 2010.
- [13] N. Buonaccorsi1, C. Cicconetti1, R. Mambrini1, Nick Podias2, Paul Russell2, ETSI M2M Release 1 Demonstration, IEEE.
DOI: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/WoWMoM.2012.6263731>
- [14] JMETER, <http://jmeter.apache.org/>

김 상 철(Sangchul Kim)

[정회원]



- 1983년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과 (공학학사)
- 1994년 5월 : 미시간주립대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1983년 3월 ~ 1994년 8월 : ETRI 선임연구원
- 1994년 9월 ~ 현재 : 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야>

멀티미디어 시스템, WSN, 기능성 게임, 게임 AI

한 동 호(Dongho Han)

[정회원]



- 1994년 2월 : 현대전자산업기술대학교 전자계산학과 (공학학사)
- 2012년 8월 : 한양사이버대학교 정보통신공학과 (공학학사)
- 2013년 9월 ~ 현재 : 한국외국어대학교 대학원 컴퓨터공학전공 (석박사통합과정)
- 1998년 4월 ~ 2005년 5월 : 현대통신(주) 기술연구소 차장
- 2010년 3월 ~ 현재 : ㈜시술 대표이사

<관심분야>

홈네트워크, 임베디드시스템, 디지털시그나처