

# 환경정보 수집 기능을 포함한 운행 기록 장치 설계 분석

(Design and Analysis of Driving record device including environmental information collection function)

이 수 성\*, 김 현 보†, 김 용 훈†, 윤 장 규†

†경북IT융합산업기술원

(Soo-Sung Lee, Hyeon-Bo Kim, Young-Hoon Kim, Jang-Kyu Yun)

(†Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology)

Abstract : Commercial trucks or busses with a maximum capacity of one or more must be equipped with an electronic driving recorder (DTG) [1]. In view of recent large-sized bus accidents, there is a lot of demand for drivers to induce safe driving habits and to provide high-quality services to customers from the perspective of passenger transport operators [2].

In this paper, the basic function of DTG applied to a business bus is the structure of the driving record device including the environmental information collection function to create a safe driving habit and a comfortable riding environment for the driver by collecting information on the driver's condition and the passenger's riding environment. We would like to propose [3].

Through the proposed design, we provide efficient and scalable services by analyzing the essential requirements for the hardware configuration necessary to apply the functions required for building the entire system, making a prototype of the design, and applying the functions I would like to suggest and analyze the basic design direction that can be done.

Keywords : Digital tacho graph, DTG, m-DTG, Sensor module

## 1. 서론

최대 적재량 1톤 이상의 사업용 화물차나 사업용 버스는 전자식 운행기록 장치(DTG)를 의무 장착해야만 한다[1]. 최근 대형버스의 사고 등을 볼 때 운전자의 안전 운전 습관을 유도하고 여객 운수 사업자 입장에서의 고객에 대한 질 좋은 서비스의

제공이 많이 요구되고 있다[2].

본 논문에서는 사업용 버스에 적용될 DTG의 기본 기능에 운전자의 상태나 승객들의 승차환경에 대한 정보 수집을 통해 종합적으로 운전자의 안전 운전 습관과 쾌적한 승차환경 조성을 위한 환경정보 수집 기능을 포함한 운행기록 장치의 구조를 제안하고자 한다[3].

제안된 설계안을 통해 전체 시스템 구축에 있어서 요구되는 기능들을 적용하는 데 필요한 하드웨어 구성에 대해 필수 요구사항을 분석하고, 설계안을 시제품으로 제작하고 기능을 적용해 봄으로써 효율적이고 확장할 수 있는 서비스를 제공할 수 있는 설계 기본 방향에 대해서 제시하고 분석하고자 한다.

\*Corresponding Author (sslee@gitc.or.kr)

S. Lee, H. Kim, Y. Kim, J. Yun: Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology  
※ 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 지역혁신클러스터육성사업으로 수행된 연구결과입니다 (과제번호:P0015283).

## II. 본 론

본 논문에서 제안하는 환경정보 수집 기능을 포함한 운행 기록 장치는 디지털 운행기록 기능을 담당하는 DTG 보드와 환경정보 수집 기능을 담당하는 Sensor 보드로 구성되며, 설계상으로 DTG 보드와 Sensor 보드는 착탈식으로 Stack-up이 되도록 설계한다.

DTG 보드는 외장형 GPS 수신기 연결을 위한 2.5 $\phi$  Audio Jack 인터페이스를 가지며, 가속도센서는 최적의 센서를 선정을 위해 9축 센서(가속도, 자이로, 지자기)와, 6축 센서(가속도, 자이로)를 병행 구성하였으며, 장시간 동안의 운행기록을 위한 용량 확장이 용이 한 SD카드 인터페이스와 순간의 사고 이력의 정보를 저장하기 위한 Serial FLASH를 구성하였다[4].

차량 주행 기록은 OBD 포트를 통해 주행속도와 RPM 정보를 수집하기 위한 CAN 인터페이스를 적용하였으며, Brake 정보입력을 위한 I/O 인터페이스를 구성하여 CAN을 통한 수집이 되지 않을 때를 대비하였다. CAN Line은 주행 기록 수집용, 차량 실내 환경 모니터링 모듈 연결용과 예비 1 Line을 포함 총 3개의 CAN Line을 적용하였다[5].

통신 기능은 LTE-Cat.M1 모듈과 Wifi, BT 모듈을 내장하여 App와 연동하도록 구성하였다. 또한, MCU를 Sensor 보드와 공용으로 사용하기 위해 별도의 I/O를 확보하여 Sensor 보드를 Stack-up 할 수 있도록 확장 포트를 적용했다.



그림 1. 보급형 m-DTG의 블록다이어그램[6]  
Fig. 1 Block Diagram of Entry-level m-DTG[6]

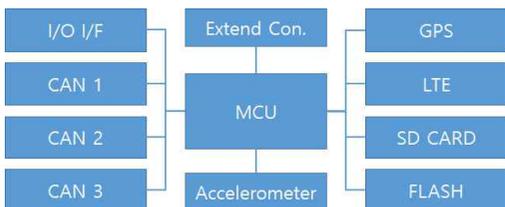


그림 2 DTG 보드의 구성  
Fig. 2 DTG board configuration

표 1 DTG 보드의 주요 기능의 사양(일부)

Table 1. Spec. of main func. of DTG board (partial)

위치추적 기능	· 범용 2.5 $\phi$ Audio Jack타입 인터페이스 적용 · FST-UE100SM - L1 Band(1575.42MHz), -162dBm - 56 channels Ublox 7 Engine - UART Support 9600bps
가속도 센서	· 100Hz Sampling가능한 가속도 센서 · 최대 6ksample가능한 6축 센서 적용 · 최대 4.5ksample가능한 9축 센서 적용
기억장치 기능	· 0.01초 단위 조건발생 전후10초, 10회이상 - $\Delta V_x$ (최소2byte), $\Delta V_y$ (최소2byte) 4 × 100Hz × (전10초 + 후10초) × 10회 최소 80kbyte 소요 - Event전용 Serial FLASH Memory적용 · 1초 단위 데이터 저장 - 일시(6)/좌표(8)/방위각(2)/속도(1)/RPM(2)/브레이크(1) 20byte × 3600초 × 24시 × 30일 × 6월 최소 307Mbyte 소요 - 상시데이터 저장용 SD Card Slot적용
차속 검출 기능	· 가속도 센서를 통한 순간속도산출 · OBD포트를 통한 ECU의 속도 정보 사용
브레이크 검출	· 일부 차량은 OBD로 정보추출가능 · I/O입력을 통해 Brake접점모 입력
통신기능	· LTE-Cat.M1 모듈적용

Sensor 보드는 디지털 온/습도 센서를 기본으로 적용했으며, 실내공기 질 모니터링을 위한 CO<sub>2</sub>와 CO, 미세먼지 센서를 적용했다. CO<sub>2</sub> 센서는 승차 공간의 CO<sub>2</sub> 농도와 운전자의 졸음운전 방지를 위해 운전석 주변의 CO<sub>2</sub> 농도를 별도로 적용했다.

각각의 센서들은 정확한 수치로 출력이 가능한 디지털 방식과 대략적인 환경 모니터링을 위한 아날로그 방식의 센서를 이중으로 구성하여 상황에 적절하게 대응할 수 있도록 구성하였다. CO 센서도 최대 500ppm까지 측정이 가능한 디지털 및 아날로그 센서를 이중으로 적용했다[7].

운전자의 음주 여부를 확인할 수 있도록 알코올 센서 또한, 디지털과 아날로그를 적용하였으며, 각각의 센서들은 필요시 교환이 가능하도록 각각 별도의 소켓을 통해 장착되도록 설계하였다.

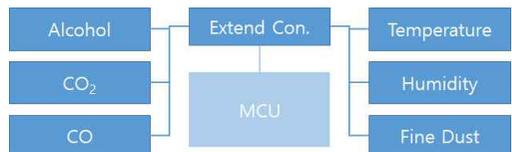


그림 3 Sensor 보드의 구성  
Fig. 3 Sensor board configuration

표 2. Sensor 보드의 센서 사양

Table 2. Sensor specifications of the Sensor board

알콜 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Sensor Socket 적용</li> <li>· MQ-3             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 5V</li> <li>- 히터 전력 : 900mW</li> <li>- 출력 : 2k<math>\Omega</math>~20k<math>\Omega</math>(0.04~4mg/l)</li> </ul> </li> <li>· MQ-303B             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 3.3V</li> <li>- 히터 전력 : 140mW</li> <li>- 출력 : 1k<math>\Omega</math>~400k<math>\Omega</math>(20ppm~500ppm)</li> </ul> </li> <li>· SEN-0376             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 3.3~5.5V</li> <li>- I<sup>2</sup>C, UART</li> <li>- 정밀도 : 0.01ppm</li> <li>- 측정범위 : 0~5ppm</li> </ul> </li> </ul>
온/습도 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>· HTU21D(F)             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동작 온도 : -40 to 125°C</li> <li>- 온도 정확도/측정시간 : <math>\pm 0.3^{\circ}\text{C}</math> / 44ms</li> <li>- 습도 정확도/측정시간 : <math>\pm 2\%RH</math> / 14ms</li> <li>- I<sup>2</sup>C 인터페이스(최대 400kHz)</li> </ul> </li> </ul>
CO <sub>2</sub> 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>· RX-9M             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 5V</li> <li>- 동작 범위 : 400~5,000 ppm</li> <li>- 해상도 : 1 ppm</li> <li>- UART 9600</li> </ul> </li> <li>· RX-9             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 3.3V</li> <li>- 동작 범위 : 400~5,000 ppm</li> <li>- 분해능 : 1ppm</li> <li>- 오차율 : <math>\pm 10\%</math></li> </ul> </li> <li>· MG811             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 6V</li> <li>- 히터 전력 : 1200mW</li> <li>- 출력 : 30~50mV(350~10000 ppm)</li> </ul> </li> <li>· MG812             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 5V</li> <li>- 히터 전력 : 450mW</li> <li>- 출력 : 200~500mV(350~10000 ppm)</li> </ul> </li> </ul>
CO 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>· MQ-7B             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 5V</li> <li>- 히터 전력 : 900mW</li> <li>- 출력 : 2.5V~4.3V(10~500ppm)</li> </ul> </li> <li>· ZE16B-CO             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용 전원 : 5V</li> <li>- 동작 범위 : 0~500 ppm</li> <li>- 분해능 : 1ppm</li> <li>- UART 9600bps / PWM</li> </ul> </li> </ul>
미세먼지 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>· PM2008 or PMS7003             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정 크기 : 0.3~10<math>\mu\text{m}</math></li> <li>- 측정 범위 : 0 ~ 1000<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></li> <li>- PM1.0, PM2.5, PM10</li> <li>- UART / I<sup>2</sup>C</li> </ul> </li> </ul>

DTG 보드와 Sensor 보드는 상호 결합이 되어 구성하도록 설계하였으며, DTG 보드는 단독으로 사용할 수 있으며, DTG 보드와 Sensor 보드가 결합하면 차량 실내 환경 모니터링 모듈로 사용할 수 있도록 설계하였다. DTG 보드와 차량 실내 환경 모니터링 모듈은 CAN Line으로 상호 연결이 되며, 그림 4는 장치 간 통신 연결 계통도이다.

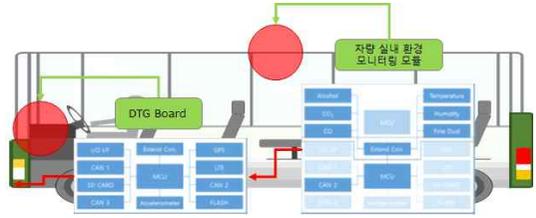


그림 4. 장치 간 통신 연결 계통도

Fig. 4 Device-to-device communication connection schematic diagram

그림 5는 본 논문에서 제안하는 설계안을 적용한 환경정보 수집 기능을 포함한 회로 구성이다.

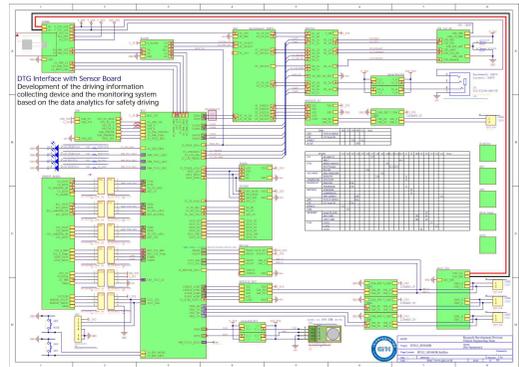


그림 5 환경정보 수집 기능을 포함한 DTG 회로 구성

Fig. 5 DTG circuit configuration

그림 6은 제안된 설계 회로를 바탕으로 제작된 시제품의 개별 결과물 (Sensor 보드, DTG 보드)와 결합 된 실내 환경 모니터링 모듈을 나타낸다.

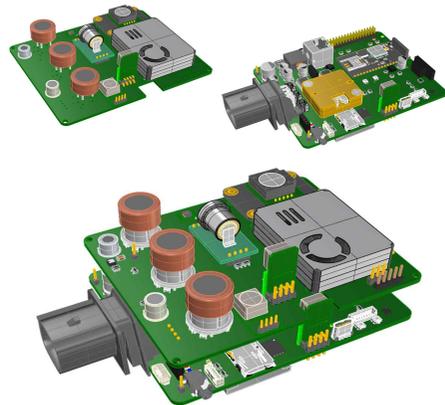


그림 6 DTG보드와 Sensor보드의 결합

Fig. 5 Combination of DTG board and Sensor board

### III. 결 론

본 논문에서는 기존 운행기록 장치를 개선하여 차량 운행 정보와 함께 여객 차량 내 환경정보 및 운전자 공간의 환경정보를 통합한 환경정보 수집 기능을 포함한 운행 기록 장치를 제안하였다. 또한, 제안한 설계안을 바탕으로 시제품을 제작하고, 관련 기능을 구현하고 동작 테스트를 통한 각 부분의 성능을 확인하여 운행 기록 장치의 기본 기능을 만족하는지 확인하였다.

실제 제작과 기능 구현을 통해 필수 기능을 구성하기 위한 최소사양을 정리하고, 소프트웨어 구성을 위한 성능 테스트를 통해 최적화된 소프트웨어 구조설 설계하고, H/W 구성을 간소화하기 위한 추가 연구를 계획하고 있으며, 향후 본 장치를 활용한 시스템을 적용함으로써 효율적인 운전자 관리와 승객의 쾌적한 여객 환경을 가져올 것으로 기대된다.

### References

- [1] 교통안전법률 제55조(운행기록장치의 장착 및 운행기록의 활용 등)
- [2] 박종진, 최영수, 박정만 “첨단안전장치 장착 버스의 사고사례 분석” 자동차안전학회지 13.3 pp.78-85 (2021) : 78.
- [3] 심지섭, 조준환, 이주영, 장기태. “디지털운행기록장치를 이용한 사업용 차량 안전운전행동 분석.” 한국ITS학회 학술대회 2015.04 (2015): 32-32.
- [4] 백승훈, 손명희. “디지털 자동차운행기록계에서 안정적인 데이터 저장을 위한 설계 및 구현” 정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템, 1.2 pp.71-78, 2012
- [5] 박기웅. “TPM 기반 위변조 방지형 디지털 운행 기록 장치 설계 및 구현.” 한국차세대컴퓨팅학회 논문지 9.4 (2013): 6-13.
- [6] 한국교통안전공단, “전자식 운행기록장치 표준 사양 개정(안)”, 2021.
- [7] 김선웅, 유호균, 전보영 “각종 센서를 이용한 공기질 검출 모듈 설계” 2020년도 대한전자공학회 추계학술대회 논문집, pp.810-812, 2020.11