

CAN 통신을 이용한 자동차 유지관리 지원 시스템⁺

(Vehicle Maintenance Support System using CAN Communication)

박지원¹⁾, 한승홍²⁾, 박재현^{3)*}
(Jiwon Park, Seunghong Han, and Jaehyun Park)

요약 우리는 자동차 소유자에게 자동차 소모품의 교체 주기를 알려주는 자동차 유지관리 지원 장치를 제안한다. 소모품 교체 주기를 놓친다면 차량의 상태가 악화되기 때문에 권장 기간 내에 소모품을 교체하는 것이 중요하다. 자동차 유지관리 지원 시스템은 설치된 차량의 주행 거리를 기준으로 차량 소유자가 정하는 교체 시간을 알려준다. 이 시스템은 On Board Diagnostics-II 포트에 노출된 Electronic Control Unit과 계기판 사이의 통신을 위해 Controller Area Network 인터페이스에서 획득한 속도 정보를 통합하여 차량 주행 거리를 계산한다. 이를 통해 시스템에 추가 배선이 필요하지 않다. 시스템의 주행 거리를 차량의 계기판과 비교하여 시스템의 오차가 0.28%에 불과하다는 것을 확인하였다. 자동차의 일반적인 조건으로는 무시할 수 있는 15mW를 소비하는 저전력 모드로 자동으로 진입해 접합 스위치가 꺼졌을 때 차량 배터리가 방전되는 것을 방지한다.

핵심주제어: 자동차 유지, 소모품 교체 주기, Controller Area Network(CAN), On Board Diagnostics-II, User-specific system

Abstract We propose the vehicle maintenance support system to alarm consumable replacement reminders to the vehicle owner. Since the delayed replacement of the consumables makes the condition of the vehicle worse, it is crucial to replace consumables in a recommended period. The vehicle maintenance support system alarms the replacement time, which is set by the vehicle owner, based on the mileage of the installed vehicle. It integrates speed information acquired from the Controller Area Network interface for communication between Electronic Control Unit and instrument panel, exposed at the On Board Diagnostics-II port, to calculate the vehicle mileage. By this, there is no additional wiring required for the system. We verify the system has only 0.28% error by comparing the mileage on the system with the instrument cluster on the vehicle. It automatically enters low-power mode consuming 15mW, which is a negligible amount for the typical conditions of the car, to prevent the vehicle battery from discharging when the ignition is off.

Keywords: Vehicle maintenance, Consumables replacement reminder, CAN, OBD-II, User-specific system

* Corresponding Author: jaehyun@ulsan.ac.kr

+ 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.NRF-2020R1A4A4079859, No. NRF-2021R1F1A1060208)

Manuscript received November 22, 2022 / revised

December 17, 2022 / accepted December 21, 2022

1) 명지대학교 전자공학과, 제1저자

2) 명지대학교 전자공학과, 제2저자

3) 울산대학교 전기공학부, 교신저자

1. 서 론

2019년 OECD 국가 중 인구 10만 명당 교통 사고 건수를 비교했을 때, 우리나라는 사고 건수가 파악되지 않은 호주, 캐나다, 미국, 영국 등을 제외한 27개국의 평균 194.3건보다 약 2.3배에 많은 444.0으로 가장 많은 사고 수를 기록했다 (Na and Choi, 2021).

일반적으로 자동차 사고는 운전자의 운전 미숙으로 발생하는 사고와 자동차 정비 불량으로 인해 차량이 유발하는 요인으로 구분할 수 있다 (Min and Sung, 2020). 사고 유형 중 하나인 자동차의 정비 불량으로 발생하는 사고는 주기적으로 자동차 전문 정비 업체에 방문하여 자동차 정비를 받음으로써 예방할 수 있다. 우리나라의 운전자들은 자동차 관리법에 따라 일정 주기 간격으로 지정 정비 사업자가 설치한 자동차 검사소에 방문하여 자신의 자동차를 점검받아야 한다. 하지만 의무적으로 받아야 하는 자동차 점검 주기보다 교체 주기가 짧은 자동차 소모품들이 존재하며 이러한 소모품들의 교체는 운전자의 자율에 맡기고 있다. 그러나 의무적으로 받아야 하는 자동차 점검 이외에는 추가로 자동차를 정비하지 않는 경우가 일부 존재한다.

대표적인 자동차 소모품 중 엔진오일의 경우 (Jung and Na, 2011)의 보고서에서 자동차 운전자들의 소모품 교체 성향을 파악할 수 있다. 설문조사 결과에 따르면 160명 중 직접 주행 거리를 확인하고 주기적으로 교환하는 응답자는 78.8% (126명)로 파악되었다. 이 중 58.7%(74명)는 5천 km 이하일 때 엔진오일을 교체하고 1만 km 이하일 때 교체하는 응답자는 14.3%(18명)로 자동차 사용자들 개인이 선호하는 교체 주기를 알 수 있다.

본 논문에서는 엔진오일, 브레이크액, 워셔액, 미션오일과 같은 소모품의 교체 시기를 임의의 주기로 알려주는 시스템을 제시한다. 자동차 소모품의 교체 주기는 자동차 누적 운행 거리를 이용하여 파악하며, 자동차 운행 거리는 OBD-II 단자를 통해 자동차 내부 장치들이 주고받는 자동차 현재 속도 데이터를 적분하여 계산한다. Electronic Control Unit (ECU)는 계기판을 구

동시키기 위하여 Controller Area Network (CAN)을 통해 속도, 엔진 회전속도, 기어 상태 등을 전달하는데 이 CAN interface는 OBD-II 단자를 통해 노출되어 있다. 본 논문에서는 이 CAN interface에서 오고 가는 CAN packet을 해석하여 자동차의 운행 속도를 얻는다.

이처럼 소유한 자동차의 상태를 스스로 정비하기 위하여 현재 자동차의 상태를 알려주는 제품군들이 있다. 첫째, 저가형 제품군들의 경우 추가적인 장비를 속도, 엔진 회전속도 등 기본적인 정보를 제공한다. 또한, 추가 장비를 사용하기 때문에 자동차 배터리 방전의 위험이 있다. 둘째, Bluetooth를 통해 OBD-II의 정보를 사용하는 유형의 제품인 인포카, 몬스터게이지, ANCEL의 경우 기본적인 정보 외 누적거리, 배터리 정보, 차량의 고장 코드 등 자세한 자동차 상태를 전달받을 수 있다. 그러나 전용 디스플레이 장비가 필요하거나 호환 가능한 어플리케이션을 실행시킬 스마트폰 혹은 태블릿이 필요하다. 즉, 추가 장치에 문제가 생겼을 때는 기능을 온전히 사용하지 못한다는 단점이 발생한다. 마지막으로 스마트폰 GPS만을 이용한 어플리케이션인 티맵과 카카오내비의 경우 OBD-II를 사용하지 않고 GPS만을 사용하기 때문에 터널 같은 음영지역이나 악천후 상황 속에서 정확하게 주행 거리를 측정할 수 없다는 단점이 있다.

본 논문의 자동차 유지관리 지원 시스템은 OBD-II 단자를 통해 자동차의 현재 속도 데이터를 적분하여 계산하기 때문에 GPS를 사용하는 제품들과 다르게 음영 지역에서도 정확하게 주행 거리를 누적할 수 있다. 또한, Bluetooth 기능을 사용하지 않고 직접 장치에 디스플레이 하므로 스마트폰과 태블릿 같은 추가적인 장치가 필요하지 않다. 이는 Bluetooth가 끊기거나 추가 장치에 문제가 발생했을 때 생길 수 있는 누적 거리의 오차율을 줄일 수 있다.

OBD-II 단자는 자동차 시동이 꺼져있을 때도 자동차 배터리로부터 전력이 공급되기 때문에, 자동차 시동이 꺼져있을 시에 본 시스템은 배터리 방전을 방지하기 위해 저전력 모드로 동작한다. 저전력 모드로의 전환은 CAN packet과 배터리 전압을 이용하여 판단한다. 또한, 사용자

가 임의로 본 시스템을 자동차에서 분리할 때를 대비하여 주기적으로 누적 주행 거리를 시스템에 기록한다.

본 연구가 제시하는 자동차 유지관리 지원 시스템은 다음의 장점을 지닌다. 첫째, 자동차 ECU 데이터를 기반으로 누적 거리를 계산하여 권장 소모품 교체 시기를 알려준다. 둘째, 사용자별로 맞춤형 소모품별 교체 주기 설정이 가능하다. 셋째, 자동차의 시동이 꺼지는 것을 자동으로 판단하여 저전력 모드로 동작함으로써 배터리 방전을 방지한다.

2. 관련 연구

2.1 Controller Area Network

자동차 산업 기술이 발전함에 따라 차량 내부 전기 전자 부품 수가 증가하고 이에 따른 배선이 증가하였다. 이러한 문제는 차량에 있어서 고성능 기능을 구현하는 데 한계를 만들었으며, 자동차 개발 비용을 상승시켰다. 기존의 자동차에서는 일대일 통신 방식인 Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) 등을 사용하였으나, 현재는 배선의 문제를 해결하기 위한 BUS 방식인 CAN을 사용한다 (Yoo, 2015). CAN은 차량 내에 존재하는 장치들이 서로 통신하기 위해 설계된 규격이다. CAN은 자동차 엔진 관리 시스템, 변속장치 제어, 계기판, 자세제어 시스템 등을 담당하는 ECU 간의 정보 교환에 주로 사용되며 자동차 분야뿐 아니라 선박이나, 최첨단 장비 등의 산업 전 분야에서도 적용되고 있다 (Lee, 2015).

CAN은 CAN 컨트롤러를 포함하는 MCU와 CAN PHY로 이루어져 있으며 각각의 CAN 장치는 두 가닥으로 구성된 Twisted pair를 사용한 버스 구조로 연결된다. 이때 전기적 전송 방식은 차동 신호를 사용한다. 차동 신호를 이용하기 때문에 CAN은 외부 잡음으로 인한 신호 왜곡이 거의 없어 잡음이 심한 환경에서도 통신에러율을 최소화하여 사용자에게 높은 신뢰도를 제공한다 (Choi, 2021). CAN은 125kbps ~ 1Mbps

의 전송속도를 지원하며 속도에 따라 다르지만 최대 1km까지 통신이 가능하다 (Jung, 2021).

2.2 OBD-II

ECU는 차량의 점화 시기, 연료 분사, 가변 밸브 타이밍이나 자동 변속기 제어를 비롯한 구동 계통, 제어 계통, 조향 계통 등 차량의 전반적인 부분을 제어한다. OBD-II는 차량의 상태를 실시간으로 감시하고, 이상 발생 시 운전자에게 알려줌과 동시에 ECU를 제어할 수 있는 차량용 진단 시스템 표준이다 (Jung, Nam and Jang, 2011; Lee, Lee and Hwang 2016). 한국은 2005년부터 출시된 모든 자동차에 OBD-II가 의무적으로 장착되었다 (Kim and Jang, 2013). 자동차 운전자 또는 정비사는 OBD-II를 통해 얻는 데이터를 이용하여 차량의 고장 유무를 판단한다. OBD-II 표준에서는 물리적으로 신호를 전달하는 방식으로 Variable Pulse Width (VPW), Pulse Width Modulated (PWM), CAN, International Organization for Standardization (ISO)의 통신 방식을 사용할 수 있었으나 (Park, 2000), 2008년부터 미국 시장에서 판매되는 모든 자동차의 OBD-II는 CAN 통신 방식을 사용하도록 규정되었다 (Baek and Jang, 2011).

Diagnostics Link Connector (DLC)라고 불리는 OBD-II 인터페이스는 총 16개의 핀으로 구성되어 있으며, 프로토콜의 종류에 따라 사용하는 핀이 다르다 (Kim and Lee, 2013). 차량에 설치된 CAN 버스는 크게 3가지로서 ECU가 계기판 등과 통신하는 C-CAN과 내비게이션 및 멀티미디어 계기가 통신하는 M-CAN, 그리고 도어, 시트, 스마트키 모듈 등 차체에 관련된 통신을 주고받는 B-CAN이 있으며, 이 중 OBD-II에 노출된 CAN 버스는 C-CAN과 M-CAN이다 (Lim, Kim and Park, 2013).

본 논문에서 제안하는 시스템은 속도, 엔진 회전속도, 기어 상태 등의 정보를 얻기 위해 C-CAN을 이용하며, OBD-II 단자 상의 3번 Pin (CAN-H)과 11번 Pin (CAN-L)을 사용하여 C-CAN에 접속한다. 일반 진단 장비는 CAN을 통하여 ECU에 Query를 보내고 Response를 받아

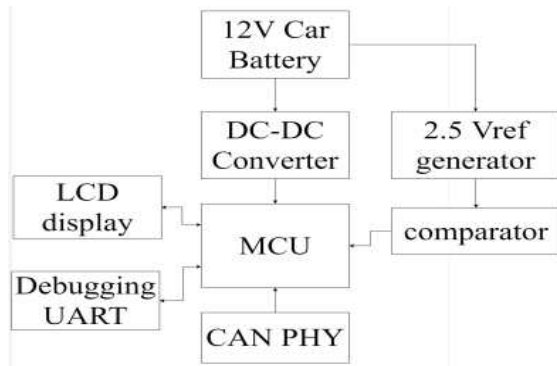


Fig. 1 Block diagram of the vehicle maintenance support system

ECU를 진단하지만 본 자동차 유지관리 지원 시스템은 추가적인 packet 요청 없이 ECU가 송신하는 데이터를 이용하여 원하는 정보를 취득한다.

3. 자동차 유지관리 지원 시스템

3.1 시스템 하드웨어 설계

본 시스템은 Fig. 1과 같이 디스플레이, CAN PHY, MCU, 그리고 배터리 전압 변화를 감지하기 위한 비교기 등으로 구성되어 있다. 시스템의 디스플레이로 Matrix Orbital 사의 3.5인치 EVE2 TFT-LCD 모듈을 사용하였다. 해당 모듈은 터치 기능을 지원하여 운전자에게 정보를

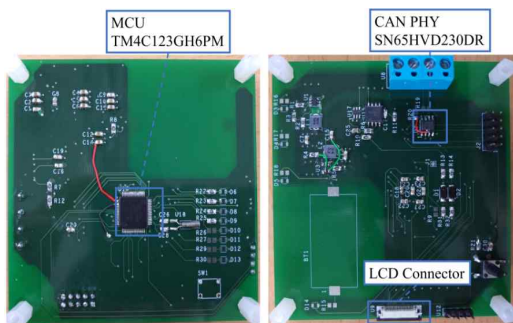


Fig. 2 Hardware implementation of the vehicle maintenance support system

S O F	11-BIT ARBITRATION ID	S I D R E	18-BIT ARBITRATION ID	R T R	r L C	0 ⁸ BYTES DATA	C A E R C K O F
-------------	-----------------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------	-------------	------------------------------	--------------------------------------

Fig. 3 CAN message packet frame

제공할 수 있을 뿐만 아니라 운전자로부터 입력을 받을 수 있다. 디스플레이상 출력되는 정보는 자동차 소모품의 교체 주기, 기어 상태, 속도, 엔진 회전속도 등이며 터치 기능을 통해 누적 거리를 초기화하거나 표시 정보를 전환한다. CAN PHY는 Texas Instrument 사의 SN65HV D230DR을 사용한다. SN65HVD230DR은 1Mbps 까지의 CAN 통신을 지원하기에 본 시스템이 작동하는 500kbps의 C-CAN에 쓰기에 무리가 없다. MCU는 저비용 Cortex-M4 중 Texas Instrument 사의 TM4C123GH6PM을 사용하였다. 본 MCU는 디스플레이를 제어하기 위한 SPI 기능과 ECU에서 보내는 데이터를 수집하기 위한 CAN 기능을 가지고 있다. 한편, Texas Instrument 사의 TPS562200 DC-DC 컨버터를 이용하여 일반적 소형자동차에 공급되는 12V 전압을 3.3V로 변환하여 CAN PHY, MCU, LCD와 디버깅용 UART에 공급한다. Fig. 2는 제작된 자동차 유지관리 지원 시스템을 보여준다.

본 논문에서 제시하는 자동차 유지관리 지원 시스템은 자동차의 ECU에서 보내는 CAN packet을 해석하여 사용한다. CAN packet의 frame은 Fig. 3과 같다. Fig. 3의 각 필드의 내용은 Table 1과 같다. 속도, 엔진 회전속도 및 기어 관련된 CAN packet은 11bit arbitration ID와 8byte data이다. 해석된 내용은 Table. 2에 나타내었다(Lim, Kim and Park, 2013). ECU가 보내는 데이터 중 속도 정보는 CAN ID 0x440으로 보내는 패킷 중 3번째 바이트 위치에 있으며, 최소 속도 0km/h (0x00)에서부터 최대 속도 260km/h (0xFE)를 나타낸다. 엔진 회전속도 정보는 CAN ID 0x316으로 보내는 패킷의 네 번째 바이트에 있으며 100 RPM 단위로 0 RPM (0x00)부터 8000 RPM (0x80)까지이다. 현재 변속 조절기 위치 정보는 0x43F의 패킷의 2번째 바이트에 각각 'D = 0x5', 'N = 0x6', 'R = 0x7', 'P = 0x0'으로 세팅된다.

Table 1 CAN message packet frame

Field	Length (bits)	Description
Start of Frame (SOF)	1	Meaning message Start
Identifier - Standard	11	Message identifier to determine priority
Identifier - Extended	29	
Remote Transmission Request (RTR)	1	Remote Transmission Request Bit
Substitute Remote Request (SRR)	1	Points at RTR locations in standard frames
Identifier Extension (IDE)	1	Meaning standard/extended CAN identifier transmission
r0	1	Reserved bit
Data Length Code (DLC)	4	Number of bytes in the data frame
Data Field	0~8 bytes	0 to 8 Byte Transmission Data
Cyclic Redundancy Check (CRC)	1	Checksum Error Detection
Acknowledge (ACK)	1	Notify error-free message transmission
End Of Frame (EOF)	7	Message exit field

3.2 소프트웨어 설계

본 자동차 유지관리 시스템은 운행 기록 모드와 저전력 모드로 나누어진다. 운행 기록 모드로 전환되면 Flash Memory에 저장된 주행 기록 및 사용자 설정을 읽는다. 이후 CAN으로 전송되는 데이터를 통해 현재 자동차의 기어 상태, 엔진 회전속도 및 속도를 확인한다. 자동차 소모품의 교체 주기를 산정하기 위해 속도는 적분하여 누적 거리로 환산하며, 환산된 누적 거리를 주기적으로 Flash에 기록하는 한편 사용자가 지정한 누적 주행 거리를 초과할 경우 LCD 화면을 제어해 사용자에게 알려준다.

저전력 모드에서는 시동이 걸렸을 때 운행 기록 모드로 전환하기 위해 필수적인 기능을 제외한 기능을 차단함으로써 전력 소모를 줄인다. 본 시스템은 OBD-II 커넥터에 연결된 배터리 전력을 이용하여 동작한다. 차량의 시동이 꺼졌

을 때 OBD-II 커넥터에 배터리 전력이 공급되지 않을 때는 문제가 발생하지 않지만, 일부 차량의 경우 시동이 꺼졌음에도 OBD-II 커넥터로 배터리 전력이 공급되는 것을 확인하였다. 운행 기록 모드만 존재한다면 주차된 차량의 배터리를 방전시킬 수 있는 위험이 존재하지만, 저전력 모드를 추가함으로써 이러한 위험을 방지하였다.

3.2.1 저전력 모드 전환

운행 기록 모드 수행 중 기어가 'P' 상태이면서 배터리 전압이 12V 이하인 상태로 5초를 유지한다면 시동이 꺼져있다고 판단하여 저전력 모드로 진입한다. 저전력 모드로 진입하면서 'Into Hibernation'이라는 문구를 LCD에 표기한다. 그 이후 MCU 내부의 UART, GPIO, SPI, Timer, CAN IP의 클럭 공급을 제한한 뒤 현재 데이터를 플래시에 저장한다. LCD로 공급되는 전원을 차단한 후 마지막으로 프로세서와 메모리의 전력 공급을 차단함으로써 운행 기록 모드 복귀용 외부 인터럽트 핀 기능만 남겨 둔 채 Hibernation 모드로 진입한다.

3.2.2 운행 기록 모드 복귀

내연기관 자동차는 시동이 걸려 있는 경우 반드시 발전기가 동작하여 납축전지의 전압을 유지하기 때문에 시동이 꺼져있는 상태에서 납축

Table 2 CAN packets used in this work

Data	ID	Offset	Data
Speed	0x440	3	0x00 ~ 0xFE (최대 260km/h)
RPM	0x316	4	0x00 ~ 0x80 (최대 8000 RPM)
Knob	0x43F	2	D = 0x5, N = 0x6 R = 0x7, P = 0x0

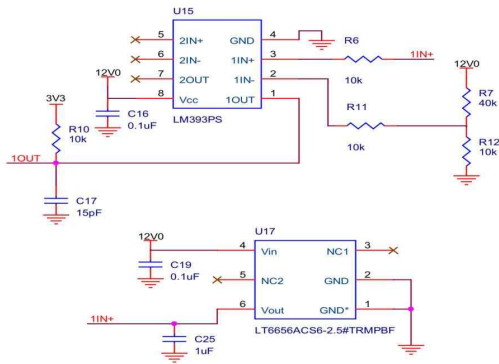


Fig. 4 Engine Ignition on/off measurement circuit

전지의 전압이 높아지는 경우 발전기가 동작하여 시동이 걸렸다고 판단할 수 있다. OBD-II 단자는 시동 여부와 관계없이 항상 배터리로부터 전력이 공급되지만, 상기 방법을 이용하여 단자에 연결하는 것만으로 차량의 시동 여부를 파악할 수 있게 된다. 만약 자동차의 시동이 다시 걸리면 운행 기록 모드로 전환된다.

차량이 시동이 걸린 조건을 파악하기 위해 Fig. 4와 같이 LM393PS 비교기와 2.5V Vref 생성기를 사용하여 측정 회로를 구성하였다. 우리는 12.5V를 기준점으로 잡아 이보다 높을 때는 외부 인터럽트를 발생시켜 MCU를 Hibernation에서 깨운다. 이때 저전력 모드에 진입하는 전압 레벨과 운행 기록 모드로 복구하는 전압 레벨에 차이를 두어 짧은 시간 안에 반복적인 모드 전환을 방지하였다. MCU를 Hibernation에서 깨우는 과정은 Fig. 5에서 플로 차트로 도시하였다.

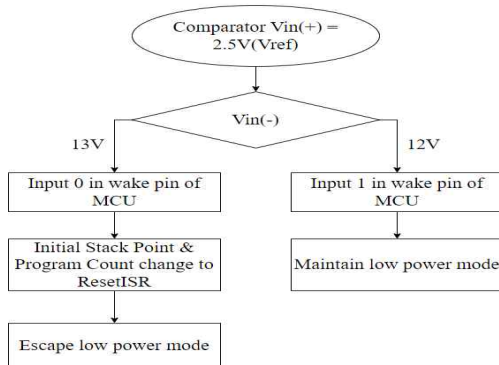


Fig. 5 MCU Initialization Flowchart



Fig. 6 Speed, RPM, gear status screen



Fig. 7 Consumable status screen

3.3 완성된 시스템

본 시스템은 Fig. 6과 같이 기어 상태, 엔진 회전속도 및 속도를 나타내는 화면을 기본 화면으로 보여준다. 이때 스크린을 터치하면 Fig. 7과 같이 자동차의 소모품 교체 주기를 알려주는 화면으로 상호 전환이 가능하다. 또한, 소모품 교체 주기를 나타내는 화면에서 개별 소모품의 교체 주기가 표시된 영역을 터치한 이후 Reset 버튼을 터치할 시 해당 소모품의 교체 주기를 초기화한다.

4. 실험 및 결과

자동차 유지관리 지원 시스템이 저전력 모드에 진입했을 때 실제 전력 소비가 얼마나 이루어지는지 확인하기 위하여 Fig. 8과 같이 실험 환경을 구성하였다. 먼저 자동차의 CAN 통신을

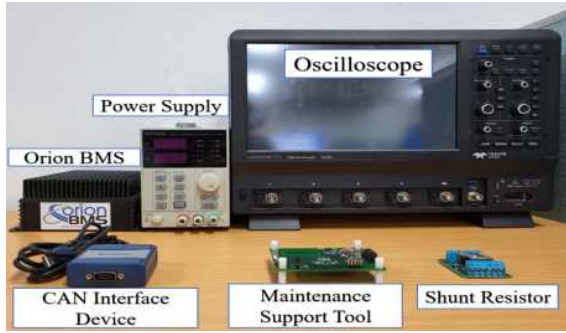


Fig. 8 Experimental environment

에물레이션하기 위해 검증된 장치인 Orion BMS를 사용하였다. 각 장치는 전원공급장치를 이용하여 12V를 인가하였다. 이때, 자동차 유지관리 지원 시스템에서 사용되는 전력을 측정하기 위해 10Ω의 Shunt Resistor를 자동차 유지관리 시스템의 전원선에 직렬로 연결하고 Shunt resistor의 양단 전압을 측정함으로써 자동차 유지관리 지원 시스템이 사용하는 전류를 측정하였다. 전류 측정 시 National Instrument의 CAN Interface Device와 NI MAX 프로그램을 이용하여 Orion BMS로부터 CAN packet이 잘 전달되는지 관찰하였다.

시동이 켜지거나 꺼진 상태를 시뮬레이션하기 위해서는 공급 전압을 바꿔 주어야 하지만, 전력 공급기의 공급 전압을 변경할 때 전력 공급기와 자동차 유지관리 지원 시스템에 존재하는 커패시터 성분 때문에 오실로스코프를 사용하여 한 화면 내에서 소비 전력의 변화를 관측하기 어려웠다. 따라서 MCU wake-up pin에 3.3V 또는 0V를 공급해 주는 Fig. 4의 비교기 LM393PS의 1OUT pin의 출력전압을 사용하는 대신 직접 MCU의 wake-up pin에 전압을 인가하여 자동차 시동이 걸린 것을 시뮬레이션하였다.

4.1 전력 소모 분석

CAN packet을 수신하고 속도를 적분하여 거리로 환산하고 LCD에 표시하는 기본적인 기능을 수행하는 운행 기록 모드로 동작 시 Shunt Resistor를 통해 측정된 평균 전류는 41.73mA

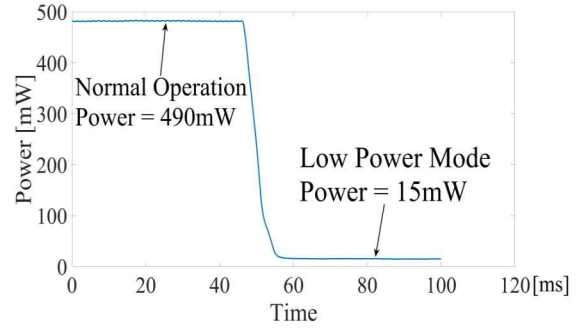


Fig. 9 Power consumption change during entering the low-power mode

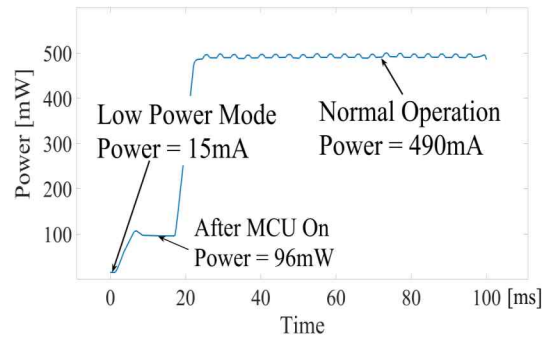


Fig. 10 Power and energy consumption change during re-entering the driving record mode

이다. 즉, Fig. 9 및 Fig. 10과 같이 운행 기록 모드 동작 시 평균 490mW의 전력을 소모한다. 한편, 저전력 모드에서 자동차 유지관리 지원 시스템에 흐르는 전류는 평균 1.28mA로 측정되었으며 평균 15mW의 전력을 소모한다.

전력 소모를 분석한 결과 운행 기록 모드에서 저전력 모드로 진입 시 Fig. 9와 같이 추가적인 전력 소모는 존재하지 않았다. 한편, Fig. 10과 같이 저전력 모드에서 운행 기록 모드로 재진입할 때는 점진적으로 전력 사용이 증가하는데, 이는 먼저 MCU를 작동시키고 LCD를 작동시키기 때문이다. 자동차 유지 관리 지원 시스템은 저전력 모드에서는 15mW의 전력을 소모하다가 MCU가 깨어남에 따라 소모 전력이 96mW까지 상승한 후 LCD가 켜짐에 따라 최종적으로는 490mW를 소모하는 운행 기록 모드로 진입한다.



Fig. 11 Comparison of car maintenance support system and instrument cluster



Fig. 12 Comparison of car maintenance support system and instrument cluster

4.2 누적 거리 정확도 분석

자동차 유지관리 지원 시스템을 2009년식 NF 소나타에 설치하고 시동을 켜고 끄는 동작이 포함된 일반적인 사용 환경에서 Fig. 11, Fig. 12 과 같이 총 5일간 115km 주행하였을 때 자동차 주행 거리계에 표시된 거리와 본 자동차 유지관리 지원 시스템이 적분한 거리를 비교하여 0.28%의 오차 안으로 들어옴을 확인하였으며 사용자가 설정한 소모품 교체 주기마다 알람이 발생함을 확인하였다.

4.3 저전력 모드 효과 분석

자동차 유지관리 지원 시스템의 전력은 자동차 시동 시 모터 구동을 담당하는 12V 80Ah의 납축전지를 통해 공급된다. 차량 주차 시 차량

의 납축전지가 완전히 방전되기까지 자동차 유지관리 지원 시스템이 저전력 모드 없이 운행 기록 모드로 동작할 때 약 1,959시간(약 81일)을 사용할 수 있지만 저전력 모드를 활용한다면 약 65,000시간(약 2666일)을 대기할 수 있다. 일반적인 차량 사용자의 경우 연속해서 1년 이상 장기 주차하는 경우가 잘 없음을 고려할 때 저전력 모드로 동작하고 있는 자동차 유지관리 지원 시스템이 자동차 배터리에서 사용하고 있는 전력 소모는 무시할 만한 수준이다.

5. 결론

본 논문에서는 CAN packet 정보를 이용하여 자동차의 소모품 교체 주기를 자동으로 알려주는 자동차 유지관리 지원 시스템을 제작하였다. 상용 자동차에 설치하여 실험한 결과 115km까지 주행했을 때 계기판과 비교하여 누적 거리 오차가 0.28%임을 확인하였다. 자동차 특성상 운행 중이 아니더라도 OBD-II 단자를 통해 자동차는 항상 12V를 공급하기 때문에 자동차 배터리 방전의 위험이 있으므로 자동차 유지관리 지원 시스템에 저전력 기능을 적용하였다. 자동차 유지관리 지원 시스템이 운행 중에 소모하는 전력 및 에너지를 파악하기 위해 측정을 진행한 결과 운행 기록 모드 중에는 약 490mW, 저전력 모드 기능 중에는 약 15mW를 사용하는 것을 확인하였다. 12V, 80Ah의 배터리를 사용하는 자동차에 운행 기록 장치가 설치된 경우 운행 기록 모드만 사용한다면 약 1,959시간(약 81일)을 대기할 수 있지만, 저전력 모드를 도입함으로써 배터리의 방전 없이 약 65,000시간(2666일)을 대기할 수 있도록 개선하였다.

References

Baek, S. H., Jang, J. W. (2011). Implement integrated vehicle state and video recorder system with OBD-II and MOST network,

- Journal of the Institute of Convergence Signal Processing*, 12(4), 303-308.
- Choi, J. H. (2021). *ECU for vehicles with built-in physical security of CAN buses*, MS. Thesis, Graduate School of Soongsil University, Korea.
- Jung, D. W., Nam, J. H., Jang, J. W. (2011). A Implementation of motorcar consumption diagnostic management iPhone based software with OBD-2 and WiFi network, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 15(11), 2347-2352. <https://doi.org/10.6109/jkiice.2011.15.11.2347>.
- Jung, J. H., Na, E. S. (2011). *Monitoring the proper exchange cycle of automobile consumables(Engine oil)*, Result report, Korea, 1-33.
- Jung, S. W. (2021). *Design of Automotive ECU based on RISC-V with pose estimation system*, MS. Thesis, Graduate School of Soongsil University, Korea.
- Kim, K. S., Lee, Y. H., Lee, Y. S., Choi, S. B. (2013). The Implementation of Idle Stop System with the OBD-II Interface in the Automotive Smart Key System, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 17(6), 1292-1305. <https://doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.6.1292>.
- Kim, M. Y., Jang, J. W. (2013). Design and Implement a Smart Automobile Self-Diagnosis System based on The Driving information, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 17(9), 2153-2159. <https://doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.9.2153>.
- Lee, J. W. (2015). Development of Vehicle Condition Monitoring System using CAN Communication, *Journal of Korea Safety Management & Science*, 259-266.
- Lee, S. H., Lee, S. H., Lee, S. M., Hwang, S. H. (2016). IoT Equipment Implementation for OBD Car Diagnostic Information, *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, 42(12), 1851-1857. <http://doi.org/10.7840/kics.2016.41.12.1851>.
- Lim, G. G., Kim, M. S., Park, J. Y. (2018). A Study on the Implementation and Analysis of Scenario Models for Connected Car Infringement Accidents, *Korea Internet & Security Agency*, Korea.
- Min, G. J., Sung, R. H. (2020). *Statistical analysis of traffic accidents in 2020*, <http://www.koroad.or.kr>(Accessed on Aug, 2020)
- Na, J. M., Choi, S. H. (2021). *2019 Statistics, Comparison of Traffic Accidents in OECD Member States*, <http://www.koroad.or.kr> (Accessed on Nov, 2021)
- Park, J. K. (2000). OBD-II of North America, *Auto Journal*, 22(4), 39-43.
- Yoo, C. H. (2015). *Development of the Vehicle Diagnosis Program using the OBD-2 and CAN data Analysis*, Ph. D. Thesis, Graduate School of Suwon University, Korea.



박 지 원 (Jiwon Park)

- 명지대학교 전자공학과 학사
- (현재) 명지대학교 전자공학과 석사과정
- 관심분야: 임베디드 시스템



한 승 흥 (Seunghong Han)

- 명지대학교 전자공학과 학사
- (현재) 명지대학교 전자공학과 석사과정
- 관심분야: 임베디드 시스템



박 재 현 (Jaehyun Park)

- 정회원
- 서울대학교 전기공학부 공학사
- 서울대학교 전기·컴퓨터공학부 공학박사
- (현재) 울산대학교 전기공학부

조교수

- 관심분야: IoT 시스템, 비휘발성 메모리 시스템, 저전력 시스템