OBD-II 인터페이스를 이용한 차량용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘의 구현

김경섭* · 이용훈** · 이윤섭* · 최상방***

The Implementation of Idle Stop System with the OBD-II Interface in the
Automotive Smart Key System

Kyeong-seob Kim* · Yong-hoon Lee** · Yun-seob Lee* · Sang-bang Choi***

이 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 중점연구소 지원사업으로
수행된 연구임(2010-0020163)

요 약

자동차에 환경 관련 규제가 강화되고 있으나 대체 에너지 개발 이전에 에너지 절감 기술에 대한 필요성이 대두되어 차량의 공회전 상태 시 엔진 구동을 정지시키는 공회전 방지 시스템에 대한 연구가 자동차 제조사 중심으로 연구되어 왔다. 이와 함께 관심도가 높은 차량용 스마트키 시스템에 공회전 방지 시스템을 융합하여 소비자의 구매 욕구를 높임과 동시에 편의성에 대한 장점을 높이고 에너지도 절약하여 친환경적인 공회전 방지 시스템을 보급하기 위한 움직임도 보이고 있다. 본 논문에서는 하나의 전자제어장치에서 두 개의 상이한 시스템을 제어해 친환경적인 공회전 방지 기능과 지능적인 스마트키 기능을 동시에 사용할 수 있는 OBD-II 인터페이스를 이용한 사후 시장용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘을 구현하였다. 구현된 공회전 방지 알고리즘은 차량과의 통신 인터페이스를 표준화함으로써 다양한 차종에 대해 시스템을 실제 차량에 장착하는 시간을 단축하였고, 차량 상태 요청신호에 대한 표준 응답 제한시간을 만족함으로써 시스템 제어 시 통신 응답 지연 시간으로 인한 장애가 발생하지 않음을 확인하였다.

ABSTRACT

Along with the strengthening vehicle environmental regulations and the growing needs for the energy consumption reduction technology, the researches on the engine idle stop system, have been briskly carried out around the automobile manufacturers before the development of alternative energy. Furthermore, there is a movement to disseminate the environment friendly idle stop system by combining the system to the generalized smart key system to not only increase purchasing but also provide the convenience and save the energy as well. In this paper, we designed and implemented the idle stop system algorithm for the aftermarket smart key system with the OBD-II interface. The implemented start stop system is capable of controlling two independent systems, the smart key system and intelligent idle stop system, on a single ECU. In addition, the implemented start stop system standardizes the communication interface with the vehicles to reduce the time required for installing the start stop system to the various vehicles, and satisfies every standard response time limit for the vehicle status request signals.

키워드

공회전 방지 시스템, 차량용 스마트키 시스템, 차내 망 인터페이스, OBD-II, 전자제어장치

Key word

ISG, Smart-key system, In-vehicle network, OBD-II, ECU

* 정회원 : 인하대학교 전자공학과
** 준회원 : 인하대학교 전자공학과
*** 정회원 : 인하대학교 전자공학과(교신저자, sangbang@inha.ac.kr)

접수일자 : 2013. 02. 27
심사완료일자 : 2013. 03. 08

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.6.1292>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

공회전 방지 시스템은 최근 급속한 유가 변동에 따라 연비 효율 측면에서 장점을 가지는 장치로 자동차가 도로 교통에 따라서 정지 할 때 엔진이 자동으로 꺼지도록 함으로써, 운전자가 엔진을 수동으로 정지시키는 불편함을 없앨 수 있으며, 자동으로 시동 준비 상태에 놓이므로 제어신호에 의해 재시동이 가능한 시스템이다. 반면 차량용 스마트키 시스템은 차량 도난방지를 강화하고 운전자의 편의성을 높인 시스템으로써 새로 출시되는 차량을 중심으로 활발하게 도입되고 있다. 운전자는 기계적인 열쇠를 사용하지 않고 단지 FOB키만 몸에 지니고 차량에 다가서서 차량 도어 손잡이에 장착된 스위치를 누르면 자동으로 차량의 도어가 열리고, 차량에 탑승한 후 브레이크 페달만 밟으면 전자인증을 통해서 엔진 시동을 하여 차량을 운행할 수 있다. 특히, 사전 시장(before market) 및 상용버스 시장은 공회전 방지 시스템 위주로 개발되고 있기 때문에 사후 시장(after market)과 일반 자가용에 적용되는 시스템에 비하여 기술발달 및 시장형성이 이루어지지 않고 있다. 또한 에너지 절약은 향상되었지만 편의성이 감소되어 일반 승용차 사용자에게 보급화가 안 되는 단점을 가진다. 이러한 단점을 극복하기 위해 관심이 높은 차량용 스마트키 시스템에 공회전 방지 알고리즘을 융합하여 소비자의 구매 욕구를 높임과 동시에 편의성에 대한 장점을 높이고 에너지도 절약하여 친환경적인 공회전 방지 시스템의 보급화에 이바지 할 수 있다.

본 논문에서는 두 시스템을 융합하여 하나의 전자제어장치에서 두 개의 상이한 시스템을 제어해 친환경적인 공회전 방지 기능과 지능적인 스마트키 기능을 동시에 사용할 수 있는 OBD(On Board Diagnosis)-II 인터페이스를 이용한 사후 시장용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘을 설계 및 구현하였다. 따라서 미래형 자동차의 핵심 기술 중 하나인 스마트키 시스템을 기반으로 공회전시 엔진을 정지시키는 공회전 방지 기능을 융합 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 일반적인 공회전 방지 시스템과 차량용 스마트키 시스템에 대해 살펴보고 III장에서는 OBD-II 인터페이스를 이용한 차량용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘 설

계한다. IV장에서는 설계된 시스템을 구현하고 실제 차량에 장착 한 후 멀티 프로토콜에 대한 최적 응답 시간이 벤치마크 자료의 항목별 제한 시간 내에 만족함을 보여 준다. 마지막으로 V 장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

II. 관련 연구

2.1. 차량 통신 표준 프로토콜

지능형 자동차의 개발과 함께 차량용 네트워크는 요구되는 특성에 따라 다양한 프로토콜이 개발되고 있다. 현재 차량 OBD-II 인터페이스를 지원하는 모든 차량은 크게 세 가지, 좀 더 세부적으로 다섯 가지 표준 프로토콜을 사용한다.

세 가지의 신호 방식은 VPW(Variable Pulse Width), PWM(Pulse Width Modulated), CAN(Controller Area Network) 통신, ISO(International Organization for Standardization) 방식이다. 차량 네트워크에서 사용되는 신호 방식은 각 차량 제조사뿐만 아니라 동일한 제조사의 차량 모델 간에도 적용되는 프로토콜이 상이하다. 현대자동차나 기아자동차 등의 아시아에서 생산 또는 판매되는 차량이나 유럽에서 판매되는 차량의 대부분은 ISO(ISO1941-2, ISO14230-4) 방식으로 통신하도록 되어있고, PWM(SAE-J1850) 방식은 미국의 포드자동차, VPW는 GM(General Motors)에서 주로 사용한다.

하지만 조만간 이 프로토콜들이 하나로 통일 될 것으로 예상되며 이미 미국에서는 2008년 차량 모델부터는 CAN(ISO15765, SAEJ2234) 통신만을 이용하도록 규정하고 있다. 현재는 위의 세 가지 방식이 모두 사용되고 있기 때문에 OBD-II 인터페이스로 차량을 진단해 주는 상용 장치인 OBD-II 스캐너로 위의 세 가지 신호를 모두 지원하도록 되어있다. 개별 프로토콜들이 각각 다른 데이터 라인을 사용하기 때문에, 쉽게 육안으로도 어느 프로토콜을 사용하는지 알 수 있다. 다양한 프로토콜과 달리 인터페이스는 그림 1과 같이 모든 핀이 하나의 인터페이스에 모여 있다.

그림 1. OBD-II 인터페이스
Fig. 1 OBD-II Interface

DLC(Diagnostics Link Connector)라고 불리는 OBD-II 인터페이스는 총 16개의 핀으로 구성되어 있고, 실제로 사용되는 핀들은 9개이다. 한국에서 2000년 이후에 생산되는 차량들은 대부분 OBD-II를 지원하기 때문에 2000년 이후에 생산된 차량이라면 이러한 인터페이스를 볼 수 있다. 일반적으로 운전석 왼편 아래 부분 또는 데시보드 중앙 아래 부분에 장착되어 있다. 각 핀의 기능은 표 1에 나타나 있다. 열여섯 개의 핀 중에서 프로토콜의 종류에 따라 두 개씩을 사용하게 되고 4번과 16번 핀은 모든 신호방식에서 공통적으로 사용한다. 예를 들어, ISO 방식은 K, L 시그널 라인을 데이터 전송을 위해서 사용하며 배터리 접지와 배터리 양극 라인을 함께 사용한다[1~6].

표 1. OBD-II 각 핀의 기능
Table. 1 Pin description of OBD-II

핀	기능
2	버스의 양극(+) 라인 (SAE-J1850)
4	배터리 접지 (새시 접지)
5	신호 접지
6	CAN_H (ISO15765-4, SAE-J2234)
7	K 시그널 라인 (ISO9141-2, ISO14230-4)
10	버스의 음극(-) 라인 (SAE-J1850)
14	CAN_L (ISO15765-4, SAE-J2234)
15	L 시그널 라인 (ISO9141-2, ISO14230-4)
16	배터리 양극(+)
1,3,8,9,11,12,13	사용하지 않음

2.2. 공회전 방지 시스템

공회전 방지 시스템은 내연기관 차량이 일정시간 공회전할 때 엔진이 자동으로 꺼지도록 동작한다. 예를 들면, 그림 2에서와 같이 차량이 신호대기, 교통 혼잡, 차고지 등에서 엔진은 작동하고 있으나 연비가 0km/ℓ 인 상

태의 경우 에너지와 환경을 고려하여 엔진에서의 연소가 발생하지 않도록 엔진을 정지시키는 것이다. 물론, 출발을 위해 클러치를 밟거나 브레이크 또는 가스 페달을 밟는 순간 자동으로 엔진의 시동이 걸린다.

그림 2. 공회전 방지 시스템의 개요
Fig. 2 Outlining Idle Stop & Go System

공회전 방지 시스템 기술은 ISG(Idle Stop & Go), 공회전 자동 제어 시스템, 마이크로 하이브리드 기술 등 다양하게 불리고 있다. 또한 혼다 Accord와 같은 하이브리드 차량에서는 필수 기능으로 동작하고 있으며 일반 내연기관 차량에서도 BMW 1시리즈와 3시리즈에 적용된 것처럼 점차 확대 적용되고 있는 추세이다. 이 기술은 이미 폭스바겐에 의해 1990년대에 처음 소개되어 실용화 될 수 있었음에도 재시동시 출발 지연 문제와 환경적 측면에서 등한시 되었다. 하지만 최근 지구 온난화와 고연비에 대한 필요성이 강조되는 환경 속에서 선보이고 있는 공회전 방지 시스템은 이러한 단점이 대폭 개선되었고 작동 원리에 있어 연료절약과 배출가스 저감을 위해 엔진을 자동 정지시키는 하이브리드 시스템과 비슷한 기능을 갖고 있으면서 기술 추가 비용이 저렴하기 때문에 실용화 가능성이 점차 높아지고 있다[7].

공회전 방지 시스템에 관한 국내 연구사례로는, ECU 신호를 이용하여 수집한 차량 냉각수 온도 등의 정보를 가지고 연료분사스킵 기능이 포함된 공회전 자동 정지 제어 시스템의 개발을 통해 기관의 시동 및 재시동시 과다하게 배출되는 유해 가스량을 줄이는데 큰 효과가 있음을 확인하였다[8]. 그러나 이 장치는 단순히 아날로그 신호를 받아 온도 값을 수집하거나 일정한 주기의 펄스 값을 측정하여 차량속도 값을 얻어 온다. 또한 차량 상태 신호를 받아오는 회로 및 인터페이스 구성이 복잡하고 다른 장치와의 호환성도 부족하다. 따라서 이러한 시스템은 개발 단계에서 비용이 상승하고 실용화에 상당한 어려움이 따르기 때문에 차량 상태 신호의 입출력을 위

한 인터페이스를 단순화 하고 차량 통신 표준 프로토콜에 맞도록 설계될 필요가 있다.

2.3. 차량용 스마트키 시스템

스마트키 시스템이란 기계식 키를 사용하지 않고 전자식 스마트키를 소지하는 것만으로도 자동으로 도어락(Door Lock)의 잠금 및 해제, 스티어링락(Steering Lock)의 잠금 및 해제, 그리고 엔진 시동이 가능한 보안 및 편의 시스템이다. 즉 사용자 식별 전자인증방식을 통해 스마트키를 몸 또는 가방에 소지만하여도 차량의 도난 방지장치를 해제하고 엔진을 시동하여 차량을 운행할 수 있는 시스템이다.

일반적으로 스마트키 시스템의 종류는 크게 두 가지 작동방식에 따라 분류한다. 첫 번째로 표 2와 같이 도어락 동작조건에 따라 키 프리, 트리거, 터치 센서로 분류한다.

표 2. 도어락 동작조건에 따른 분류
Table. 2 Classified according to operating conditions

구분	키 프리 (Key Free)	트리거 (Trigger)	터치 센서 (Touch Sensor)
동작 조건	스마트키를 소지하고 차량에 접근하는 것만으로도 동작	스마트키를 소지하고 도어 손잡이에 위치한 트리거 스위치를 누르면 동작	스마트키를 소지하고 도어 손잡이에 위치한 터치 센서에 의해 동작
보안	△	○	○
편의성	○	△	○
가격	○	△	△

키 프리 방식에서는 스마트키를 몸에 지닌 채 차량에 접근하면 무선 통신을 통해 차량에서 사용자 아이디를 인증하고 도어락을 해제한다. 운전자는 도어락을 해제하기 위해 어떤 다른 동작을 할 필요가 없기 때문에 편의성이 향상되는 반면, 차량에 탑승하려는 의도 없이 차량 옆을 지나갈 경우 도어락이 자동으로 해제되어 보안성이 떨어지는 단점이 있다. 이와 같은 단점을 보완하기 위해 개발된 것이 트리거 스위치 방식이다. 사용자가 도어 손잡이에 위치한 트리거 스위치를 누르면 전자제어장치는 운전자가 차량에 탑승하려는 목적으로 인식하여 사용자 아이디를 인증하고 도어락을 해제한

다. 하지만 키 프리 방식에 비해 항상 트리거 스위치를 누르는 동작이 필요함으로 편의성이 낮아 질 수 있다. 터치 센서 방식에서는 도어락 해제 방식이 더욱 단순해져 운전자가 도어 핸들에 손을 접촉하는 것만으로도 도어락이 해제 된다. 그러나 운전자가 불편을 느끼지 못할 정도의 시간 내에 사용자의 아이디를 인증하고 도어락을 해제해야 하기 때문에 시스템은 더욱 정밀하고 복잡해져 비용이 높아 질 수 있다. 두 번째로 표 3과 같이 스티어링락과 시동스위치 구성에 따라 일체형과 분리형으로 분류한다.

표 3. 스티어링락과 시동스위치의 구성에 따른 분류
Table. 3 Classified according to configuration of steering lock and start-switch

구분	현대/ 기아	르노 삼성	벤츠	도요타
스티어링락/ 시동스위치	일체형	일체형	분리형	분리형
시동스위치	노브 회전형	노브 회전형	푸시 버튼형	푸시 버튼형

일체형 방식은 기계식 키와 같이 스티어링락과 시동스위치가 일체형으로 되어있다. 엔진의 시동을 위하여 운전자는 키박스에 있는 노브를 회전시킨다. 회전정도에 따라 전자제어장치가 스마트키를 인증하고 시동이 가능하도록 전자제어장치에 명령을 전달하고 노브를 계속 회전시킬 수 있도록 솔레노이드를 작동시켜 엔진 시동을 한다. 이와 동시에 노브의 회전에 의해 스티어링락도 해제된다. 분리형 방식은 스티어링락과 시동스위치가 서로 분리되어 있다. 운전자가 푸시버튼을 누르면 전자제어장치는 무선 통신을 통해 스마트키의 사용자 아이디를 인증하고 스티어링락 해제 신호를 발생시킨 후 엔진을 시동한다. 일반적으로 운전자의 편의성과 차량 모델의 이미지를 고려하여 분리형으로 가는 추세이다. 지금까지 국내에서 연구된 차량용 스마트키 시스템은 근거리 무선 통신을 이용한 사용자 인증 모듈을 구현하여 보안성과 편의성을 향상시켰다[9~10]. 하지만 이들 시스템은 복잡한 배선작업으로 인해 시스템을 실제 차량에 장착하는데 어려움이 따르고, 다양한 차종에 범용성 있게 적용할 수 있는 시스템 소프트웨어 구현에 제약이 발생하기 때문에 표준화된 인터페이스 및 차량 통

신 프로토콜을 이용한 차량용 스마트키 시스템의 개발이 요구된다.

III. 차량용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘 설계

3.1. 제안된 공회전 방지 시스템

본 논문에서는 공회전 제어 모듈과 차량 통신부를 포함하여 주 제어 모듈, 전자제어식 스티어링락, 무선 인증, 시동스위치 모듈로 구성되어 있는 차량용 스마트키 시스템 기반 공회전 방지 시스템을 설계 및 구현하였다. 그림 3은 전체 시스템 구성도를 나타낸 것이다.

그림 3. 전체 시스템 구성도
Fig. 3 Diagram of ISG system

주 제어 모듈은 전자제어식 스티어링락 모듈, 무선 인증 모듈, 시동 스위치 모듈과 연결되어 통신하며 사용자 인증 과정을 수행하기 위해 각각의 장치를 제어한다. 또한 공회전 제어 모듈과는 차량 상태 정보 및 사용자 인증 정보를 주고받는 기능을 한다. 전자제어식 스티어링락은 기계식 수동방식과는 달리 액추에이터를 이용하여 전자제어식으로 스티어링락을 잠그거나 해제한다. 무선 인증 모듈은 근거리 무선통신 기술을 이용하는 송수신기 간의 사용자 인증 과정을 마친 후 인증 정보를 주 제어 모듈로 전달한다. 시동 스위치 모듈은 푸쉬 버튼 또는 터치 방식으로 차량의 시동을 제어한다. 공회전 제어 모듈은 차량의 OBD-II 인터페이스를 통해 차량 통합 제어부로부터 표준 통신 프로토콜을 이용하여 차량 상태 정보를 수신하고 주 제어 모듈과는 차량 상태 정보 및 사용자 인증 정보를 주고받는다. 이때 공회전 제어 모듈 내

에서의 표준 통신 프로토콜은 CAN 및 ISO 통신 모듈이 적용되어 동작한다. 공회전 제어 모듈은 이러한 정보들을 분석하여 차량 운행 중 엔진을 시동할지 또는 정지할지 여부를 결정하는 기능을 한다. 차량 통신부는 공회전 제어 모듈에 포함되어 있으며 공회전 방지 알고리즘이 적용된 차량용 스마트키 시스템과 차량 간에 주고받는 OBD-II 인터페이스를 제공하며 데이터를 차량용 표준 통신 프로토콜로 변환하는 기능을 한다. 마지막으로 차량 통합 제어부는 OBD-II 인터페이스를 통해 공회전 방지 시스템과 표준 차량 통신 프로토콜을 이용하여 차량 상태 정보를 송수신하고, 차량의 다양한 ECU(Electronic Control Unit)들을 하나의 중앙제어장치로 통합 제어하는 모듈이다.

3.2. CAN 통신 모듈 설계

CAN 통신 모듈은 공회전 방지 시스템을 동작시키기 위해 필요한 차량의 현재 RPM, 냉각수 온도, 속도뿐만 아니라 차량용 스마트키 시스템의 제어에 필요한 도어 상태 등과 같은 차량의 다양한 상태 정보를 수집하기 위한 것으로, 동작 모드와 진단 코드 등을 분석하기 위한 MCU와 원하는 데이터를 필터 및 마스크를 이용하여 필터링하는 CAN 드라이버로 구성된다. 또한 CAN 드라이버와 물리계층 CAN 버스 간의 인터페이스를 위해 CAN 트랜시버를 포함한다. 그림 4는 CAN 통신 모듈의 구성도를 나타낸 것이다.

그림 4. CAN 통신 모듈
Fig. 4 CAN Communication Module

MCU(Micro Controller Unit)는 CAN 통신을 이용하여 ECU 및 TCM(Transmission Control Module)과 같은 차량 전자제어장치로 표준 PID(Parameter Identification) 코드를 보낸다. 이때 MCU에 내장된 CAN 드라이버는 세팅

된 값에 따라 하드웨어적으로 사용자 구분을 위한 식별자 및 데이터의 무결성을 보호하기 위한 순환 중복 검사(CRC) 체크섬 값을 생성하여 하나의 패킷을 만든 후 CAN 트랜시버로 전달한다. CAN 트랜시버는 CAN 패킷을 전기적인 신호로 변환하여 CAN 버스로 전송한다. OBD-II PID는 진단장치 등을 통해 차량에 정보를 요청할 때 사용되는 코드로써 SAE 표준 J-1979를 따르며 총 10개의 모드를 가지고 있다. 차량 ECU는 수신된 PID 코드에 대응하는 차량 상태 정보를 CAN 통신 프로토콜을 이용하여 MCU에 응답하고 MCU는 이 데이터를 수신하여 차량의 상태를 확인한다. 그림 5는 CAN 통신 모듈의 초기화 과정 및 동작 순서도를 나타낸 것이다.

그림 5. CAN 모듈의 초기화 및 동작 순서도
Fig. 5 Initialization and Operation Flowchart of CAN Module

CAN 통신 모듈은 버스를 통해서 ECU와 정보를 송수신하기 위해 식별자와 데이터를 주고받는다. 이때 다음과 같은 순서로 동작한다. 우선 CAN 통신 환경을 위해 데이터 전송속도, 타이밍, 인터럽트 레지스터와 식별자에 대한 마스크 및 송수신 필터를 설정하고 일반모드로 초기화 한다. 통신 환경 설정을 마치고 난 후 CAN 모듈은 공회전 방지 시스템 동작에 필요한 정보를 획득하기 위해 필요한 정보를 요청하는 데이터를 ECU로 전송하고, 이를 수신한 ECU는 요청받은 정보에 해당하는 응답을 CAN 통신 모듈로 다시 전송한다. 공회전 방지 시스템은 수신된 데이터를 분석하여 사용자 명령에 따라 차량을 시동하고 정지하는 동작을 수행한다.

3.3. ISO 통신 모듈 설계

ISO 통신 모듈은 차량의 상태 정보를 수집하거나 제어기가 필요 할 경우 KWP-2000 프로토콜을 이용하여 진단모듈로 진단 코드 또는 제어 코드를 보내고 이에 대한 상태 결과를 수신한다. 이때 사용되는 진단 및 제어 코드는 차량 제조사에서 정한 커스텀 코드로 회사별, 차량별로 각각 다르다. 그림 6은 ISO 통신 모듈의 구성도를 나타낸 것이다.

그림 6. ISO 통신 모듈
Fig. 6 ISO Communication Module

MCU는 직렬 통신으로 차량상태 정보 요청 데이터를 트랜시버 회로에 전달하고, 트랜시버 회로는 이를 전기적인 K-line 신호로 변환하여 K-line 버스를 통해 ECU 및 BCM으로 전송한다. ECU는 전달된 명령에 대응하는 차량 상태 정보를 트랜시버 회로를 통해 MCU로 전송한다. 트랜시버 회로는 별도의 칩으로 구성하지 않고 트랜지스터와 저항만으로 구성한다. 그림 7은 ISO 모듈의 초기화 과정 및 동작 순서도를 나타낸 것이다.

그림 7. ISO 모듈의 초기화 및 동작 순서도
Fig. 7 Initialization and Operation Flowchart of ISO Module

ISO 통신 모듈은 차량의 도어, 전조등, 방향 지시등, 기어 등을 제어하는 ECU에 차량 상태를 요청할 수 있으며, 직접 제어도 가능하다. 차량의 상태를 확인하거나 제어하기 전에 소비 전력을 줄이기 위해 절전 모드 상태에 있는 차량 ECU를 웨이크업 하는 접근 명령을 우선적으로 전송하여야 한다. 이를 정상적으로 수신한 ECU는 명령 수신 대기 상태가 되고, 일정한 시간 내에 상태 및 제어를 위한 명령을 수신해야 한다. 그렇지 않으면 ECU는 다시 절전 모드 상태로 전환한다. ECU가 정상적으로 명령을 수신 하였다면 현재 상태 또는 제어 결과에 대한 정보가 담긴 응답 데이터를 ISO 통신 모듈로 전송한다. 이 때 명령이 전송 직후 50ms 이내에 ACK 수신이 없는 경우 실패한 것으로 판단하고, 이후 5000ms를 초과하면 차량 ECU는 다시 절전 모드인 슬립 상태로 진입하게 되어 다음 통신 시도 시 다시 초기화 과정을 거쳐야 한다.

3.4. 차량용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘 설계

공회전 방지 알고리즘은 크게 두 가지 모드로 동작한다. 하나는 일반적인 차량용 스마트키 시스템에서의 엔진시동 꺼짐 및 켜짐의 동작을 위한 일반모드이고, 다른 하나는 공회전 방지 시스템에서의 엔진시동 여부를 판단하기 위한 공회전 방지 모드이다. 이때 공회전 방지 모드인 경우 차량 표준 통신 프로토콜인 CAN 및 ISO 통신을 이용하여 차량 상태 명령어를 정상적으로 송수신하고 이를 분석한 후 엔진시동 꺼짐 및 켜짐 동작을 수행한다. 그림 8은 공회전 방지 알고리즘의 동작 순서도를 나타낸 것이다.

우선, 차량의 시동이 켜진 상태에서 기어가 P(주차) 또는 N(중립) 이고 동시에 브레이크 신호가 “on” 상태로 천이되는 시점으로부터 시동 스위치 신호가 3초 이내에 입력되는 경우 주 제어 모듈을 통해 일반모드에서의 시동 꺼짐이 수행된다. 반대로 차량의 시동이 켜진 상태에서 기어가 P(주차) 또는 N(중립) 이고 동시에 브레이크 신호가 “on” 상태로 천이되는 시점으로부터 시동 스위치 신호가 3초 이내에 입력되지 않는 경우 공회전 방지 모드로 판단하여 CAN 통신 모듈을 이용해 차량의 RPM, 차량 속도, 냉각수 온도를 차량에 요청하고, ISO 통신 모듈을 통해 도어 상태를 차량에 요청한다.

그림 8. 공회전 방지 알고리즘 동작 순서도
Fig. 8 Operation Flowchart of ISG algorithm

차량 ECU는 차량 통신 표준 프로토콜에 정의된 형식에 따라 요청 상태 정보에 해당하는 현재 차량 상태에 대한 응답데이터를 공회전 방지 시스템으로 전송 한다. 이 때 공회전 방지 시스템은 응답 받은 차량 상태 정보를 분석하여 냉각수 온도는 70도 이상, RPM은 1500 이하, 차량 속도가 0 km/h, 도어가 잠김 상태인 경우 주 제어 모듈을 통해 공회전 방지 모드 시동 꺼짐 동작을 수행한다. 이후 급발진 등의 문제를 방지하기 위해 브레이크 신호가 “on”인 상태에서 동시에 기어가 D(주행) 상태로 천이 되면 주 제어 모듈을 통해 공회전 방지 모드 시동 켜짐 동작을 수행한다. 여기서 냉각수 온도는 시동 명령과 관련하여 엔진이 일정한 온도 이상일 경우 시동이 바로 걸릴 수 있도록 70도 이상의 온도가 유지되고 있는지의 여부를 판단한다.

IV. 구현 및 장착 테스트

4.1. 차량용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지시스템 구현 및 동작

본 논문에서 구현된 공회전 방지 시스템은 알고리즘에 대한 프로그램 구현을 위해 MPLAB IDE v8.0 컴파일러를 사용하여 개발하였고, 차량 네트워크 모니터링을 위해 별도의 소프트웨어 툴을 이용하여 테스트용 데이터를 수집하였다. 해당 소프트웨어 툴은 진단, ECU

시뮬레이션, 데이터 수집, 자동화 테스트와 차량 내부 통신망 모니터링을 위한 차량 네트워크 모니터링 툴이다[11].

4.1.1. CAN 통신 모듈의 구현

CAN 모듈은 차량의 RPM 및 속도, 냉각수 온도 등 현재 차량의 상태 정보를 수집하기 위해 모드 데이터와 PID 데이터를 CAN 프로토콜을 이용하여 CAN 버스로 전송한다. 이때 CAN 모듈에 내장된 드라이버는 미리 설정된 값에 따라 하드웨어적으로 식별자 및 CRC를 생성하여 CAN 데이터 패킷을 만든 후 마이크로칩(Microchip)사의 CAN 트랜시버 칩(MCP2551)으로 전달한다. 트랜시버 칩으로 전달된 CAN 패킷은 CAN 시그널로 변환되어 CAN 버스로 데이터를 전송한다. 또한 CAN 버스를 계속 감시하면서 필터 및 마스크를 이용한 필터링으로 원하는 데이터를 수신한다. 그림 9는 트랜시버 칩을 이용한 CAN 모듈의 트랜시버 회로 구성을 나타낸다.

그림 9. CAN 모듈의 트랜시버 회로 구성
Fig. 9 Transceiver Circuit of CAN Module

트랜시버 칩에 전원이 인가되면, CANH와 CANL는 VDD가 일정한 입력 전압 레벨이 될 때까지 하이 임피던스 상태에 있다가 TXD로 로직 '1' 신호가 입력되면 액티브 상태가 된다. TXD는 그림 4에서 CAN 드라이버의 Tx 신호선에 연결되고 로직 '0'이면 CANH와 CANL의 조합은 우성(dominant) 비트 상태가 되고 로직 '1'이면 열성(recessive) 비트 상태가 된다. 이때 우성 비트 상태는 항상 열성 비트 상태보다 중재 과정에서 우선하기 때문에 CANH와 CANL의 조합이 열성 비트 상태가 되면 중재 과정에서 CAN 데이터 버스에 인가되지 않는다. RXD는 CANH와 CANL의 신호 차이에 의해 신호 레벨이 결정

된다.

1) CAN 모듈의 주요 함수 동작

단계1의 초기화 함수는 CAN 모듈의 마스터 클럭을 맞추고 한 주기의 CAN 비트 타이밍을 설정한다. 통신 속도를 설정하기 위해서 시스템 동작 주파수 및 PLL(Phase Locked Loop)을 이용하여 통신 속도 설정 함수식에 적용하여 설정한다. 모든 설정이 완료된 후에는 CAN 인터럽트 및 인터럽트 상태 레지스터를 초기화하고 모든 CAN 인터럽트를 활성화 한다. 단계2의 수신 마스크 설정 함수는 CAN 포트에 대해 수신 버퍼의 설정 레지스터를 초기화 하고, CAN 식별자 값에 대해 미리 지정된 마스크 값으로 식별자 마스크를 설정한다. 이를 이용하여 원하는 식별자를 포함한 데이터만을 필터링하여 수신 가능하다. 단계3의 수신데이터 처리 함수는 수신된 데이터를 처리하기 위해 CAN 수신 인터럽트 내에서 사용하는 함수이고, 데이터 수신시 CAN 인터럽트 플래그를 클리어 함으로써 수신 불가능한 상태로 표시한다. 이후 수신 된 데이터는 CAN 드라이버 수신 버퍼에서 시스템 버퍼로 복사한 후 CAN 드라이버 수신 버퍼가 채워진 상태를 나타내는 수신 버퍼 상태레지스터의 채움 비트를 클리어 하고 종료한다.

단계4의 설정 함수는 송신 제어 레지스터에 해당 CAN 모듈의 인터럽트 우선순위를 설정하고 송신에 사용될 CAN 모듈 식별자를 표준 송신 식별자 레지스터에 설정한다. 만약 확장 식별자를 사용하려면 표준 송신 식별자 레지스터의 확장 식별자 활성화 비트를 세트하여 확장 식별자를 활성화 한다. 이후 송신할 데이터 워드의 길이를 설정한다. 단계5의 인터럽트 루틴 함수는 CAN 데이터의 송수신 인터럽트 발생 시 수행되는 루틴이다. 송수신이 발생하는 경우 프로그램 포인터가 인터럽트 루틴으로 진입하게 되고 CAN 인터럽트 플래그를 클리어하여 인터럽트 수행중임을 나타낸다. 송신에 의한 인터럽트인 경우에는 플래그 비트를 클리어 하고, 수신에 의한 인터럽트인 경우에는 수신 데이터 처리 함수를 호출한다. 단계6의 메인 함수는 초기화 함수를 호출하여 CAN 모듈에 대한 초기화를 수행하고, 수신 마스크 설정 함수를 호출하여 CAN 포트에 대해 수신 버퍼의 설정 레지스터를 초기화 하고, CAN 식별자 값에 대해 미리 지정된 마스크 값으로 식별자 마스크를 설정한다. 이후 CAN 드라이버 송신 버퍼에 송신을 원하는 데

이터를 복사하고 송신 플래그를 세트 시키면 전송이 수행된다.

2) CAN 모듈 동작의 예(RPM 수신)

그림 10은 RPM 획득 순서를 나타낸다. CAN 식별자는 실차 테스트를 위해 우선순위가 가장 낮은 OBD-II 진단 명령 식별자에 해당하는 기본 값으로 설정한다. CAN 모듈이 버스를 통해 RPM 요청 메시지를 전송하면 요청 메시지에 대해 수신 가능한 ECU는 데이터를 수신하고 현재 차량의 RPM 값을 포함하여 응답 메시지를 전송한다.

그림 10. RPM 획득 순서
Fig. 10 Request Sequence of RPM

이때, 모드 데이터와 응답에 대한 고정 데이터에 대해 논리합 연산을 수행한 결과를 포함하여 응답한다. 만일 응답 데이터가 돌아오지 않거나 RPM 값이 '0'이면 현재 시동이 걸리지 않은 상태이고, 응답 데이터가 돌아오고 현재 RPM 값이 '0'이 아니라면 시동이 걸린 상태로 판단하게 된다. 이때 PID 이후 수신되는 2바이트의 RPM 값을 실제 정수값으로 변환하는 식은 $((A*256)+B)/4$ 을 이용하며, A는 첫 번째 바이트이고 B는 두 번째 바이트를 나타낸다. 지속적으로 시동 상태를 확인해야 할 필요가 있다면 다시 RPM 값을 수집하기 위한 모드 및 PID 데이터를 전송해 현재의 RPM 값을 수신한다.

4.1.2. ISO 통신 모듈의 구현

ISO 통신 모듈은 현재 도어락의 상태를 수집하기 위해 KWP-2000 프로토콜을 이용해 데이터를 K-line 버스로 전송한다. 또한 도어락을 제어하기 위해서는 현재 도어락의 상태를 확인해야 하고 도어락이 열림 상태인 경우 도어락을 잠금 상태로 변경하기 위한 명령을 BCM으로 전송한다. 그림 10은 ISO 통신 모듈의 트랜시버 회로

도를 나타낸다.

그림 11의 ISO 통신 모듈의 트랜시버 회로 구성도에 서 좌측의 Tx와 Rx는 그림 6의 ISO 통신 모듈에서 MCU의 Tx 및 Rx 신호선에 연결되고, 우측의 +12V는 차량으로부터의 전원을 입력 받으며, K-Line 신호선은 표 1의 OBD-II 각 핀의 기능에서 K 시그널 라인(7번 핀)에 연결된다.

그림 11. ISO 통신 모듈의 트랜시버 회로 구성
Fig. 11 Driver Circuit of ISO Module

1) ISO 모듈의 주요 함수 동작

단계1의 초기화 함수는 통신을 위해 그림 10의 ISO 모듈 트랜시버 신호선 Tx 및 Rx와 연결되도록 범용 입출력 레지스터를 설정하고 통신 속도는 시스템 동작 주파수를 이용하여 통신 속도 설정 함수식에 적용하여 설정한다. 또한 비트 전송 순서를 맞추기 위해 LSB(Least Significant Bit)가 우선 전송되도록 초기화한다. K-line 버스가 다른 통신 모듈에 의해 점유되지 않을 경우 차량 ECU가 명령 수신 대기 모드로 천이 되도록 순차적으로 웨이크업 패턴 데이터와 통신 시작 코드를 차량 ECU로 전송한다. 단계2의 데이터 수신 함수는 실제 데이터 수신 동작을 하는 인터럽트 루틴 함수로부터 수신 완료 플래그를 확인하여 수신이 완료된 경우에 수신 레지스터 버퍼로부터 데이터를 복사해 온 후 처리한다. 이때 일정한 시간동안 데이터 수신에 없는 경우 수신 에러 상태인 타임아웃으로 처리한다. 단계3의 데이터 송신 함수는 범용 입출력 포트를 이용하여 데이터를 보내는 함수이다. 시작 비트를 시점으로 LSB부터 MSB까지 순차적으로 전송한다. MSB까지 전송이 완료되면 이어서 정지 비트를 전송하고 상태 요청 명령어 간의 가드 타임만큼 대기 한 후 다음 데이터를 이전과 동일한 방식으로 전송한다. 단계4의 체크섬 함수는 송신할 데이터의 길이를 받아 체크섬 값을 생성하거나 수신된 데이터와 길이를

체크하여 오류 확인을 위한 체크섬 값을 생성하는 동작을 수행한다. 단계5의 인터럽트 루틴 함수는 ISO 통신 모듈의 트랜시버 회로로부터 데이터가 수신될 경우 실제 수신 동작을 수행한다. 데이터가 바이트 단위로 수신되면 우선 인터럽트 플래그를 클리어 하고 수신 레지스터 버퍼로부터 수신된 데이터를 복사한다. 또한 순환 중복 에러 검사를 수행하기 위해 수신 할 때마다 수신 버퍼 인덱스 값을 증가시키고 이때 수신된 데이터가 응답 ACK의 첫 번째 헤더 바이트와 다를 경우 인덱스 값을 초기화 시키고, 반대로 응답 ACK의 첫 번째 바이트가 정상적으로 수신되었다면 인덱스 값을 증가시킨다. 이때 수신되는 데이터 프레임의 네 번째 바이트가 데이터의 전체 길이를 나타냄으로 수신되는 데이터로 인덱스 값과 데이터 전체 길이를 확인하고 확인된 길이만큼 임시 버퍼에 수신 후 체크섬 에러 검사를 수행하여 데이터의 에러 여부를 확인한다. 에러가 없다면 수신 완료 플래그를 세트한다. 단계6의 메인 함수는 초기화 함수를 호출하여 데이터 입출력을 위한 레지스터와 통신 속도 및 비트 전송 순서에 대한 초기화를 수행하고, ISO 통신 프로토콜에 따라 헤더, 목적지 식별자, 소스 식별자, 데이터 길이, 요청 및 응답 데이터, CRC 등을 순차적으로 송수신 할 수 있도록 설정한다. 이때 데이터 송수신은 인터럽트 루틴 함수 및 데이터 송수신 함수를 호출하고 CRC는 체크섬 함수를 호출하여 ISO 통신을 수행한다.

2) ISO 모듈 동작의 예(도어락 제어)

그림 12는 실제 차량에서 도어락의 잠금 명령을 수행하는 과정을 나타낸다. 차량 ECU는 절전 모드인 슬립 상태에 있기 때문에 웨이크업 하기 위해 초기화 명령을 전송한다. 초기화 명령은 설정된 데이터 전송 속도로 웨이크업 패턴 데이터와 통신 시작 코드를 순차적으로 전송한다. 이를 정상적으로 수신한 차량 ECU는 명령 수신 대기 상태로 천이되고, 초기화 완료 메시지를 ISO 통신 모듈로 전송한다.

ISO 통신 모듈은 약 5초 이내에 도어 상태 확인을 위한 명령을 전송한다. 이는 차량 ECU가 5초 동안 명령 수신 대기 상태로 천이되고 그 안에 다른 명령이 수신되지 않는 경우 다시 슬립 상태로 동작하기 때문이다. 차량 ECU가 정상적으로 명령을 수신 하였다면 도어 상태 정보가 담긴 데이터를 전송한다. 이때 도어 상태를 확인하

여 도어락이 열림 상태이면 ISO 통신 모듈은 도어락을 잠그기 위해 도어락 잠금 명령을 전송한다. 이를 수신한 차량 ECU는 도어락 릴레이를 동작시켜 도어락을 잠그고 수행결과를 ISO 통신 모듈로 응답한다.

그림 12. 도어락 잠금 명령 수행 과정
Fig. 12 Door Lock Command Process

ISO 통신 모듈은 약 5초 이내에 도어 상태 확인을 위한 명령을 전송한다. 이는 차량 ECU가 5초 동안 명령 수신 대기 상태로 천이되고 그 안에 다른 명령이 수신되지 않는 경우 다시 슬립 상태로 동작하기 때문이다. 차량 ECU가 정상적으로 명령을 수신 하였다면 도어 상태 정보가 담긴 데이터를 전송한다. 이때 도어 상태를 확인하여 도어락이 열림 상태이면 ISO 통신 모듈은 도어락을 잠그기 위해 도어락 잠금 명령을 전송한다. 이를 수신한 차량 ECU는 도어락 릴레이를 동작시켜 도어락을 잠그고 수행결과를 ISO 통신 모듈로 응답한다.

4.1.3. 공회전 제어 모듈의 구현

공회전 방지 시스템은 크게 주 제어 모듈과 공회전 제어 모듈로 구성된다. 주 제어 모듈에서는 일반적인 차량용 스마트키 시스템에서의 기능을 수행하고[9~10], 공회전 제어 모듈에서는 본 논문에서 구현한 CAN 및 ISO 통신 모듈을 이용하여 차량 상태 정보와 사용자 인증 정보를 기반으로 엔진 시동을 제어하는 동작을 한다. 그림 13은 공회전 제어 모듈의 회로 구성도와 회로구성 소자 부품들을 PCB(Printed Circuit Board)에 조립한 실제 하드웨어 보드를 나타낸다.

그림 13. 공회전 제어 모듈
(a) 공회전 제어 모듈의 회로 구성도
(b) 공회전 제어 모듈의 PCB 보드
Fig. 13 ISG Control Module
(a) Circuit Diagram of ISG Control Module
(b) PCB Board ISG Control Module

공회전 제어 모듈은 CAN 통신 모듈과 ISO 통신 모듈 각각의 트랜시버를 한 회로에 통합하였다. 또한 전체적인 동작을 제어하기 위한 컨트롤러는 마이크로칩社의 PIC18F248을 사용하고 동작 주파수는 20MHz, 입력전압은 12V를 인가하였다.

1) 공회전 제어 모듈의 주요 함수 동작

단계1의 초기화 함수는 각종 입력력 레지스터 및 프로그램 수행을 위해 사용되는 변수들을 선언하고, 사용자 식별자를 저장하기 위한 메모리 설정 레지스터를 초기화 한다. 또한 주기적으로 일정한 시간 간격의 인터럽트를 발생시키거나 외부에서 발생하는 펄스의 시간 간격을 계측하기 위해 타이머 레지스터를 초기화 한다. CAN 및 ISO 통신 모듈에 대한 각각의 통신 속도는 시스템 동작 주파수를 이용하여 통신 속도 설정 함수식에 적용한 후 초기화 한다. 단계2의 메인 함수는 CAN 및 ISO 통신 모듈을 이용하여 일반적인 스마트키 시스템 및 공회전 방지 알고리즘을 수행하기 위해 CAN과 ISO 통신 모듈을 초기화 하고 통신 속도와 전송 프로토콜을 초기화 한다. 또한 인터럽트 루틴 함수로부터 발생한 송수신 인터럽트 플래그비트 정보를 통해 송수신된 정보를 레지스터로 전송 및 복사하는 기능을 수행한다. 이때 식별자 값에 대해 미리 지정된 마스크 값으로 식별자 마스크

를 설정하며 타이머 인터럽트를 통해 정해진 시간 내에 데이터 수신을 못하는 경우 타임아웃으로 처리하고 순환 중복 에러 검사도 수행한다.

2) 공회전 제어 모듈 동작의 예

차량 엔진이 구동 중인 상태에서 공회전 방지 알고리즘에 해당하는 기어 및 브레이크 정보를 수신하는 경우 타이머 인터럽트를 확인하여 일정한 시간 내에 시동 스위치 신호가 입력되는지 확인하여 신호의 입력이 없는 경우 차량 상태 요청 정보를 CAN 및 ISO 통신 모듈을 통해 차량 통합 제어부로 전송한다. 이때 차량으로부터 정상적인 응답 신호를 수신하고 공회전 방지 알고리즘 조건에 해당하는 경우 공회전 방지 모드의 시동 꺼짐 동작을 수행하기 위해 차량 통합 제어부로 엔진 꺼짐 릴레이 신호를 전송한다. 이후 운전자에 의해 운행을 위한 기어 정보 신호가 입력되는 경우 엔진 시동 릴레이 신호를 차량으로 전송하여 공회전 방지 모드에서의 시동 꺼짐 동작을 수행한다.

4.2. 장착 테스트 및 성능평가

공회전 방지 시스템의 성능을 평가하기 위해 국내 자동차 제조업체인 H사의 중형 승용차 1대와 D사의 경차 1대를 대상으로 실차 장착 테스트를 하였다. 또한 SAE (The Society of Automotive Engineers)에서 제공하는 벤치마크 자료를 토대로 RTT(Round Trip Time)를 측정하여 표준이 제시하는 허용된 통신 제한 시간을 만족하는지 알아보았다.

그림 14. 배선 방법 비교
(a) 복잡한 배선 작업 (b) OBD-II를 이용한 배선
Fig. 14 The Comparison of Wiring
(a) Complicated Wiring (b) Wiring using OBD-II

그림 14(a)와 같이 시스템 설치 시 상당한 시간과 노력이 필요한 복잡한 배선작업으로 인해 장착의 어려움이

따르고 비전문가를 위한 사후 장착은 거의 불가능하다. 따라서 그림 14(b)와 같이 OBD-II 표준 인터페이스를 이용한 배선으로 장착시간이 2시간 이상 단축되고 다양한 차종에 대해 시스템 장착성이 향상되었다.

표 4에 나타난 SAE 벤치마크 자료는 차량 제어 시스템 내에 클래스 C 응용에서 요구되는 7개의 노드에서 전송해야 할 총 53개 데이터의 길이, 주기, 제한시간 등을 제공함으로써 차량 제어를 위한 최소 동작 조건을 명시한다[12].

표 4. SAE 벤치마크
Table. 4 The SAE Benchmark

Num.	Signal Description	Size/ bits	Deadline (ms)	To
.....				
12	Vehicle Speed	8	100	V/C
.....				
20	Shift Lever(PRNDL)	3	20	V/C
21	Motor/Trans Over Temperature	2	1000	V/C
22	Speed Control	3	20	V/C
.....				

“Signal Description” 항목은 총 53개의 차량 상태 요청 신호 중에서 공회전 방지 시스템의 동작에 필요한 네 가지 차량 상태 요청신호로 요약되었다. “Deadline” 항목은 차량용 네트워크 프로토콜에서 최소로 요구되는 통신 응답시간을 명시한다. 이에 대한 성능 평가를 위해 실차 장착 테스트는 다음과 같다. 우선 공회전 방지 시스템은 차량 상태 요청 명령어를 차량으로 전송한다. 이때 명령어를 전송하는 시점에서의 데이터 전송 타임 스탬프를 변수에 저장한다. 차량 통신부는 데이터를 차량용 네트워크 프로토콜로 변환하여 OBD-II 표준 인터페이스를 통해 차량 통합 제어부로 전송한다. 이후 차량 통합 제어부는 차량 상태 요청에 대한 응답 신호를 공회전 방지 시스템으로 전송한다. 이때 공회전 제어 모듈은 차량 상태에 대한 응답 정보가 도착한 시점에서의 데이터 수신 타임 스탬프를 변수에 저장한다. 최종적으로 데이터 송신과 데이터 수신 타임 스탬프간의 시간 차이를 계산하여 RTT를 구하고 SAE 벤치마크의 “Deadline” 항목과 비교하여 제한 시간을 만족하는지 평가한다. 따라서 RTT가

SAE 벤치마크의 차량 상태 요청 신호에 대한 제한 시간을 만족한다는 것은 통신 응답 지연 시간으로 인한 오작동이나 Jam 현상 등과 같은 차량 제어 장애가 발생하지 않는다는 것을 의미한다.

표 5. RTT 측정
Table. 5 RTT Measurement

Num.	Signal Description	Size/ bits	Deadline (ms)	RTT (ms)	To
.....					
12	Vehicle Speed	8	100	20	V/C
.....					
20	Shift Lever (PRNDL)	3	20	10	V/C
21	Motor/Trans Over Temperature	2	1000	30	V/C
22	Speed Control	3	20	10	V/C
.....					

표 5에서와 같이 SAE 벤치마크 표에서 제시하는 차량 속도 요청신호에 대한 최소 응답 제한시간은 100ms 이고 공회전 방지 시스템에서의 요청 신호에 대한 RTT는 20ms로 측정됨으로써 요청 응답시간을 5배 정도 단축하였다.

그림 15. SAE 벤치마크 표준 성능에 대한 동작 테스트
Fig. 15 Operating Test for SAE Standard

그림 15와 같이 SAE 벤치마크 표준 성능에 대한 동작 테스트 결과와 같이 제안 기술이 표준 성능치 보다 더 빠른 응답 속도를 보여주는 것을 알 수 있다.

따라서 응용 프로그램을 통해 데이터가 처리되는 시간을 포함하더라도 SAE 벤치마크 최소 응답 제한시간을 충분히 만족하고, 다른 요청신호들에 대한 최소 응답 제한 시간 대비 RTT 또한 같은 결과를 보인다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 기존에 독립적으로 운용되던 두 시스템을 융합하여 하나의 전자제어장치에서 두 개의 상이한 시스템을 제어해 친환경적인 공회전 방지 기능과 지능적인 스마트키 기능을 동시에 수행하는 OBD-II 인터페이스를 이용한 사후 시장용 스마트키 시스템에서의 공회전 방지 알고리즘을 설계 및 구현하였다. 공회전 방지 시스템을 실제 차량에 장착하고 차량과의 데이터 신호 왕복 시간을 측정 한 후 SAE 벤치마크 자료와 비교 분석한 결과, 각각의 차량 상태 요청신호에 대한 응답 제한 시간을 모두 만족하였다. 뿐만 아니라 차량과의 통신 인터페이스를 표준화하여 시스템이 실제 차량에 장착되는 소요시간을 단축시키고, 다양한 차종에 대해 추가되는 모듈의 확장성 및 개발 프로그램의 재사용성을 향상시켰다.

향후 연구과제로는 차량 통신에서의 증가하는 데이터량을 수용할 수 있고 빠르고 신뢰성 있는 데이터 전송 보장을 위해 다수의 노드에서 전송해야 할 데이터의 제한시간을 만족하는 실시간 차량용 네트워크 시스템에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] N. Navet, Y. Song, F. Simonot-Lion, and C. Wilwert, "Trends in Automotive Communication Systems," Proceeding of the IEEE, Vol.93, Issue 6, June 2005, pp. 1204-1223.
- [2] Bosch, "CAN Specification Version 2.0," Bosch, 1991.

- [3] ISO 14230, "Road vehicles-Diagnostic systems-Keyword Protocol 2000," International Organization for Standardization, 2000.
- [4] PWM 방식 컨트롤 칩 매뉴얼, "MSM6636 User's Guide", Oki Electric Industry.
- [5] VPW 방식 컨트롤 칩 매뉴얼, "HIP7010 Advance information manual", Intersil.
- [6] OBD-II PIDs, "http://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs"
- [7] HUANG Da-xing, HE Ren. Development of Vehicle Idling Stop and Start Simulation Experiment System[J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (Natural Science), 2010, 29(4):654-658.
- [8] He Ren; Liu Kai; Huang Daxing. A Study on the Control Strategy of Intelligent Idling Stop & Start System of Engine[J]. Automotive Engineering, 2010, 32(6):467-469.
- [9] 김경섭 외 3명, "차량용 스마트키 시스템을 위한 지그비 기반의 사용자 인증 모듈 설계 및 구현," 한국해양정보통신학회논문지, v.14 no.11, pp.2442-2450, 2010.
- [10] 김경섭 외 2명, "차량 사용자 인증시스템을 위한 향상된 충돌방지 알고리즘의 설계 및 구현," 한국정보통신학회논문지, v.17 no.1, pp57 - 67, 2013.
- [11] Vehicle Spy, <http://intrepidcs.com/>

저자소개

김경섭(Kyeong-seob Kim)

2002년 한남대학교
정보통신공학과학사 졸업.
2009년 인하대학교 전자공학석사 졸업.

2009년~현재 인하대학교 전자공학과 박사과정.
※관심분야: 컴퓨터 구조, SoC & 임베디드 시스템
디자인, 차량 네트워크

이용훈(Yong-hoon Lee)

2011년 인하대학교 전자공학과
학사 졸업.

2013년~현재 인하대학교
전자공학과 석사 과정.

※ 관심분야: 컴퓨터 아키텍처, SoC & 임베디드 시스템
디자인, 컴퓨터 네트워크

이윤섭(Yun-seob Lee)

2006년 경희사이버대학교
정보통신학과 학사 졸업.

2008년 인하대학교 전자공학과
석사 졸업.

2008년~현재 인하대학교 전자공학과 박사 과정.

※ 관심분야: 컴퓨터 구조, SoC & 임베디드 시스템
디자인, 차량 네트워크

최상방(Sang-bang Choi)

1981년 한양대학교 전자공학과
학사 졸업.

1988년 University of washinton
석사 졸업.

1990년 University of washinton 박사 졸업.

1991년~현재 인하대학교 전자공학과 교수.

※ 관심분야: 컴퓨터 구조, 컴퓨터 네트워크, 무선통신,
병렬 및 분산 처리 시스템, Fault-tolerant computing