

주행거리 연장형 청소용 전기자동차에 장착된 상용 디젤엔진의 토크제어를 위한 통신 방안

박용국
인하공업전문대학 자동차과

Communication Method for Torque Control of Commercial Diesel Engine in Range-Extended Electric Trash Truck

Young-Kug Park

Department of Automotive Engineering, Inha Technical College

요약 본 논문은 주행거리 연장형 전기자동차에서 발전량을 결정하는 차량 제어기와 이를 수행하는 엔진 제어기 간 토크 명령을 전달하기 위한 새로운 통신방법을 설명한 것이다. 일반적으로 자동차는 CAN 통신방식을 사용하지만, 이 경우 기존 엔진 제어기의 하드웨어 및 소프트웨어를 수정해야만 한다. 이러한 이유로 중소 자동차 개조업체는 발전용 엔진이 탑재된 주행거리 연장형 전기자동차에 대한 개발 및 개조 작업 시 CAN통신방식의 적용이 쉽지 않다. 따라서 본 연구과정에서는 기존의 양산용 엔진 제어기에 주행거리 연장형 전기자동차에 적용하기 위한 핀-핀 통신방안을 제시하였다. 핀-핀 통신방안은 기존 양산용 엔진 제어기내에 탑재된 운전자요구토크 제어 맵을 엔진의 목표속도와 목표토크에 따른 가상 엑셀 열림량으로 변환하는 과정과 이를 기존 양산 엔진제어기가 인식 할 수 있도록 해당 엑셀페달 전압신호로 변환하는 과정으로 구성된다. 가상 엑셀 열림량은 오프라인 환경에서 역 변환 과정을 통하여 차량 최상위제어기에 제어 맵 형태로 탑재되고, 엔진 발전요구량과 엔진 최적 운전점 알고리즘을 통하여 결정된다. 이렇게 결정된 가상엑셀 열림량은 DA신호 변환기를 통하여 기존 엔진제어기가 인식할 수 있는 전압신호로 최종적으로 변환된다. 엔진토크 전달을 위한 이러한 알고리즘과 신호변환 회로는 차량제어기(VCU)에 탑재되어 엔진목표토크에 따른 가상엑셀페달 열림량 변환과정과 신호변환기를 이용한 가상 엑셀페달 전압신호에 대한 통신시험을 실시하여 이러한 통신방식의 실현 가능성을 입증하였다.

Abstract This paper describes new communication methods for transmitting torque commands between the vehicle controller that determines the amount of power generation in a range-extended electric vehicle and the engine controller that performs it. Generally, vehicles use CAN communication, but in this case, the hardware and software of the existing engine controller must be modified. For this reason, it is not easy to apply CAN communication to small and medium sized automotive reorganize companies. Therefore, this research presents a pin-pin communication method for applying the existing mass produced engine controller to range-extended electric vehicles. The pin-pin communication method converts the driver's demand torque control map inside an mass produced engine controller into a virtual accelerator opening position according to the target speed and target torque of the engine, and converts this to a voltage signal for the existing mass produced engine controller to recognize it. The virtual accelerator opening positions are mounted in the form of a control map in the vehicle controller through the reverse conversion process in an offline environment and are determined by the engine generating power requirements and engine optimal operating point algorithm. These algorithms and signal conversion circuits for engine torque transmission have been mounted on the vehicle controller to conduct the virtual accelerator opening position conversion process according to the engine target torque and to establish the virtual accelerator voltage signal using the signal converter.

Keywords : Range-extended electric vehicle, Vehicle control unit, Control algorithm, Pin-Pin communication method, Virtual accelerator opening position, Virtual accelerator voltage signal

*Corresponding Author : Young-Kug Park(Inha Technical College)

Tel: +82-32-870-2366 email: ykpark@inhac.ac.kr

Received June 14, 2018

Revised July 4, 2018

Accepted July 6, 2018

Published July 31, 2018

1. 서론

최근 자동차 시장은 환경문제 및 에너지 문제에 효과적으로 대응하기 위하여 전기 동력을 이용하는 친환경자동차 개발이 급속하게 늘어나고 있다. 순수 전기자동차 (electric vehicle, EV)는 고가의 대 중량 배터리로 인하여 주행거리에 대한 강한 압박을 가지고 있는 것이 현실이다.

직렬형 하이브리드 동력구조를 갖는 주행거리 연장형 전기자동차(range-extended electric vehicle, Re-EV)는 바로 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로써, 차량에 탑재된 엔진과 발전기를 통하여 고전압 배터리 충전시키거나 혹은 구동 모터에 직접 전기에너지를 공급함으로써 순수 EV보다 주행거리를 확장시킬 수 있는 장점을 갖는다.[1]

최근까지 이에 대한 연구를 살펴보면 대부분 완성차 생산업체 주관으로 소형 승용차량을 대상으로 진행되었는데[2], 이는 차량 생산업체가 보유하고 있는 기존 내연기관의 적용이 비교적 용이할 뿐만 아니라 중대형 차량보다 효과적으로 주행거리를 연장할 수 있기 때문이다. 이러한 이유로 그동안 완성차 생산업체는 상용 특수차량의 전기 자동차 화에 대한 관심은 미약하였다.

상용 특수차량 중 특히 심야시간 대에 인구 밀집지역을 운행하는 청소용 차량의 동력원을 전동화 할 경우 사회적, 경제적 측면에서 많은 장점이 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 기존 청소용 디젤자동차를 주행거리 연장형 전기자동차로 개조함에 있어 중소 규모의 개조업체에서 애로분야 중 하나인 엔진제어에 대한 통신방안을 해결하고자 한다.

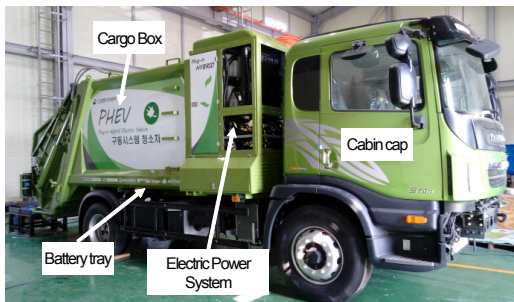


Fig. 1. Range extended electric trash truck

2. Re-EV 시스템

본 연구에 사용된 차량은 산업통상자원부 “상용차용 PHEV기반 청소차량 구동시스템 개발”과제에서 개발된 것으로써, Fig.1과 같이 전동식 유압으로 작동되는 쓰레기 적재함(cargo box) 및 구동모터 시스템, 충전 시스템, 동력인출 시스템 (power take off, PTO) 및 브레이크 작동을 위한 유압펌프, 냉각펌프 및 냉각 팬 등이 탑재된 부분(electric power system)으로 구성되며, 디젤엔진과 발전기가 직결된 엔진발전 시스템 부분은 차량 운전석 (cabin)의 하단부에 장착되어있다.

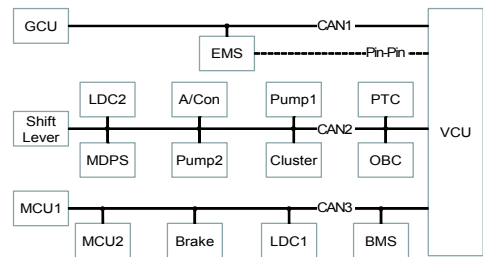


Fig. 2. Schematic diagram of CAN communication

한편, 고전압 배터리는 차량하부(battery tray)에 장착되어 있으며 차량에 탑재된 주요 전장시스템의 사양은 Table 1.과 같다.

Table 1. Specifications for the electric parts of the range-extended electric vehicle

Components	Specifications	
	Type	PM
Driving Motor	Max. Power	110kW
	Max. Torque	670Nm
	Max. Speed	10,000 rpm
	Efficiency	97%
Generator	Type	PM
	Max. Power	170kW
	Max. Torque	910Nm
	Max. Speed	9,500 rpm
High Voltage Battery	Normal Capacity	60kWh
	Max. Power	250kW@2sec
	Max. Voltage	760V
	Cell Capacity	94Ah
	Efficiency	98%
	Cooling	Water
Motor for Air Brake	Type	AC
	Power	5kW
Motor for MDPS	Type	AC
	Power	6kW

Motor for PTO	Type	AC
	Power	12.5kW
On-Board Charger	Input Voltage	100~265ACV
	Output Voltage	210~840DCV
	Max. Power	10kW
	Cooling	Air

차량에 탑재된 각각의 시스템들은 Fig.2과 같이 CAN(controller area network) 및 Pin-Pin 통신방식으로 차량의 최상위 제어기(vehicle control unit, VCU)와 연결 된다. 이와 같이 CAN를 그림에서와 같이 분류한 이유는 차량 운행과 관계되는 기능을 분류함으로써 통신부하를 저감시켜 보다 안정적인 차량 제어가 이루어 질 수 있도록 하기 위함이다.

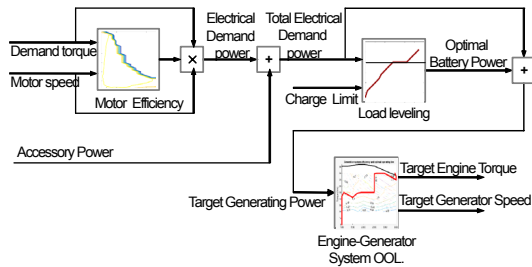


Fig. 3. Schematic diagram for engine-generator operating points

2.1 차량 제어알고리즘

Re-EV는 전 운전영역에서 구동모터를 통하여 휠 요구토크를 실현하여야 하며, 특히 배터리 충전상태(state of charge, SOC)가 특정값 이하 상태인 CS(charge sustaining)운전모드[3]에서는 엔진 발전시스템을 구동시켜 휠(wheel)요구토크 뿐만 아니라 배터리 관리가 필요하기 때문에 본 연구에서는 Fig.3과 같은 엔진 발전시스템의 운전제어 알고리즘을 도입하였다.

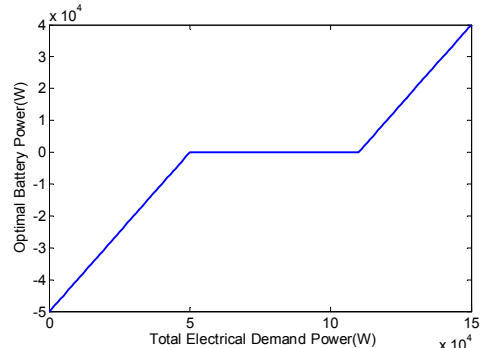
현재 주행 중인 차량시스템의 전체 전기적 요구동력은 식(1)과 같이 현재 차량의 요구토크와 차속으로부터 실험을 통한 모터효율을 찾아 이를 현재 모터의 기계적 동력과의 관계로부터 모터에 공급되어야 되는 전기적 동력을 구한 뒤, 이를 현재 차량의 부가적인(accessory)전기적 동력을 합한 것이다.

$$PE_{dmd} = (T_{dmd} \times V_{Mot}) / \eta_{Mot} + PE_{acc} \quad (1)$$

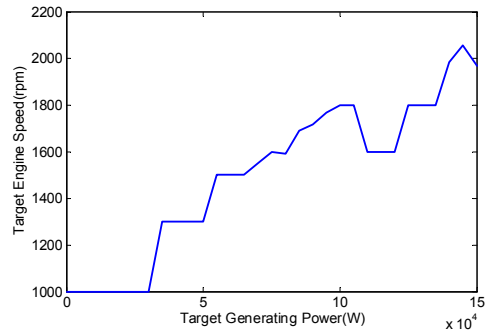
차량 시스템의 전기적 요구동력과 배터리의 부하관리(load leveling)를 통하여 최종 엔진 발전시스템에 요구되는 목표 충전동력(target generating power)이 계산되

고, 이를 바탕으로 엔진 발전시스템의 최적 작동곡선(engine-generator system optimal operating line, OOL)으로부터 엔진의 목표토크(target engine torque) 및 목표속도(target engine speed)를 각각 계산하게 된다.[4]

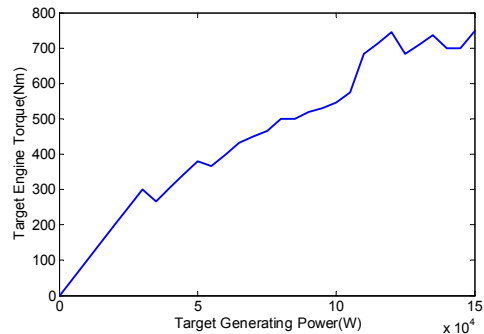
상기 방식에 의하여 최종적으로 결정된 배터리 부하관리, 엔진 목표속도 및 목표토크는 Fig.4와 같으며, 이들은 최상위 제어기(vehicle control unit, VCU)에 제어맵(control map)으로 탑재된다.



① Load leveling



② Target engine speed



③ Target engine torque

Fig. 4. Results of optimal operating point with respect to target generating power

최상위 제어기는 차량에서 엔진과 발전기가 직결되어 있기 때문에 현재 발전기의 현재속도와 엔진 목표속도의 차이에 의한 비례적분 제어를 통하여 계산된 발전기의 토크지령 값을 CAN 통신방식에 의하여 발전기 제어기(generator control unit; GCU)에 송신하게 되며, 최상위 제어기에서 결정된 엔진 목표토크는 CAN 혹은 Pin-Pin 방식에 의하여 엔진제어기에 전송되면, 엔진제어기(engine management system; EMS)는 이를 구현할 뿐만 아니라 유해 배기가스 저감을 위한 제어도 수행하여야 된다.

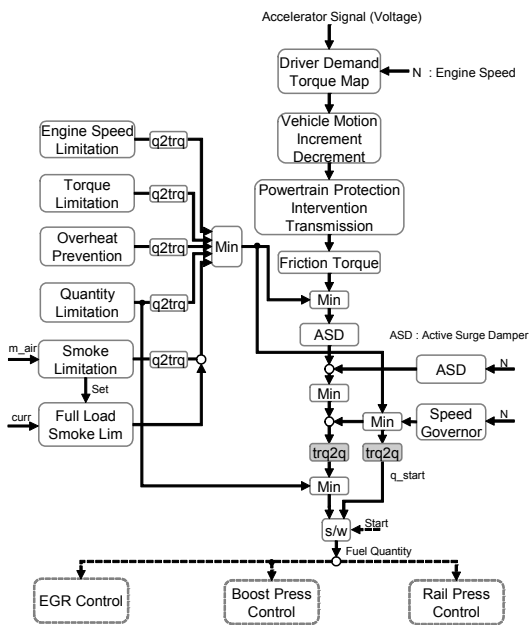


Fig. 5. Schematic diagram of conventional control algorithm

2.2 디젤엔진 제어구조

Re-EV차량에 장착된 엔진은 기존 양산용 청소차량에 탑재되어 운행 중인 것과 동일하며, 그 사양은 Table 2와 같다.

Table 2. Engine specifications

Maker	FPT	Power(kW)	152(2,500rpm)
Model	NEF	Torque(Nm)	750(1,800rpm)
Type	Series	Max. Speed	2,800rpm
Dis. Vol	4.5(L)	Idle Speed	750±50 rpm

기존의 엔진에 장착된 제어기는 토크기반 엔진제어로 직이 적용되어 있으며, 이는 Fig.5와 같이 엔진제어에 필요한 기본 정보인 엑셀페달 신호와 엔진회전수로부터 운전자 요구토크(driver demand torque)가 결정되고, 운전자 요구토크는 현재 각 상황 별 제한(limitation)값 들을 바탕으로 엔진 구동에 필요로 하는 연료량으로 변경된다.

이와 같이 변경된 연료량은 배기가스 재순환 제어(EGR control), 과급압력 제어(boost pressure control) 및 연료 분배관 압력제어(rail pressure control)등과 같은 엔진 출력과 배기가스 저감을 위한 제어변수로 적용된다.

이와 같이 토크기반 엔진 제어로직에는 엔진 회전속도와 엑셀페달 신호에 의하여 결정되는 운전자 요구토크맵(driver demand torque map)부분이 반드시 구성되어 있다.

이는 각 운전조건에서 엔진 출력 및 배기성능을 만족시킬 수 있도록 엔진개발 업체에서 이미 시험을 통하여 확정되어 양산 엔진제어기에 탑재되어 있으며, Fig.6은 본 연구에서 사용된 양산 디젤엔진의 운전자 요구토크맵을 나타낸 것이다.

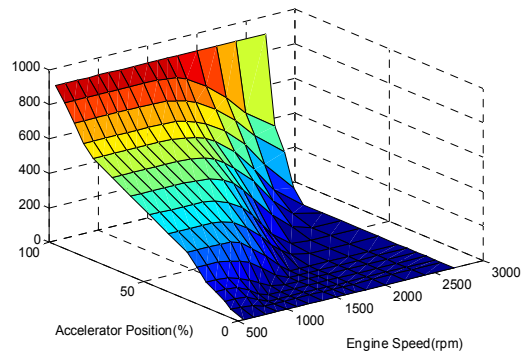


Fig. 6. Driver demand torque map for engine speed and accelerator position in mass production controller

2.2.1 엔진 목표토크 전달방안

앞 절(2.1)에서 설명한 바와 같이 차량의 최상위제어기에서 결정된 엔진 목표토크는 적당한 방법으로 엔진제어기에 정확히 전달되어야 된다.

엔진 목표토크는 CAN통신 방식에 의하여 전달되는데, 본 연구에서는 Fig.7과 같은 Pin-Pin방식을 제안하였다.

제안 내용의 개요는 그림과 같이 최상위제어기에서 결정된 엔진 목표토크를 이에 해당하는 가상 엑셀신호 전압(virtual accelerator voltage)으로 정확하게 변경하는 것이다.

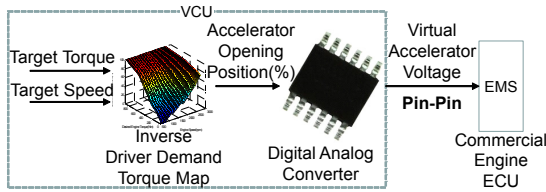


Fig. 7. Schematic diagram of communication method for target engine torque

변경과정 살펴보면, 앞 절(2.2)에서 설명한 기존의 엔진 제어기에 탑재되어 있는 운전자 요구토크 맵으로부터 Fig.8에 나타난 변환 프로그램을 이용하여 엔진 회전속도와 엔진 목표토크 변화에 따른 가상 엑셀 열림량 (virtual accelerator opening position) 맵으로 변환한다.

```
% Driver demand torque map input on mass production ECU
speed_x= [ ];
accel_y= [ ];
Tq_z=[ ];
del_Tq= 20; % ① Consider the Iso-power line
              % when calculating the optimum
              % operating point
%Speed,Accel_Pos vs. Torque → Reverse conversion
Speed,Torque vs. Virtual_Accel_Pos
i=0;
j=0;
num_x=length(speed_x);
for i=1:num_x
    max_col(i)=max(Tq_z(:,i));
    min_col(i)=min(Tq_z(:,i));
end
Tq_max=min(max_col);
Tq_min=max(min_col);
for i=1:num_x
    for Tq=Tq_min:del_Tq:Tq_max % ② Cause of Fig.11
        j=j+1;
        Tqset_Y(j)=Tq;
        k=max(find(Tq_z(:,i)==min(Tq_z(:,i)))));
        Virtual_Accel_Pos(j,i)=interp1(Tq_z(k:end,i),accel_y(k:end),Tq);
    end
    j=0;
end

%Create the Final Conversion Control Map
surf(speed_x, Tqset_Y,Virtual_Accel_Pos);
```

Fig. 8. Source code for creating control map by inverse matrix transformation technique

맵 변환과정에서 주의해야 될 점은 그림에서 ①로 표시된 바와 같이 최적 운전점 계산 과정에서 정의 되는 등과워 라인 (iso-power line)간격 뿐만 아니라 이렇게 변환된 맵은 최상위제어기에 탑재되기 때문에 그 크기를 동시에 고려하여 결정하여야 된다.

한편, 소스코드에서 알 수 있듯이 최종적으로 Fig.9와 같이 엔진회전수와 엔진 목표토크에 따른 가상 엑셀 열림량이 출력되는 제어 맵을 얻을 수 있다. 이를 이용하

면 엔진발전 시스템은 발전기에 의하여 현재 엔진 회전수가 결정된 상태에서 최상위 제어기에서 결정된 엔진 목표토크가 제어 맵에 입력이 되면 해당 운전조건에 필요로 하는 가상 엑셀 열림량이 출력된다.

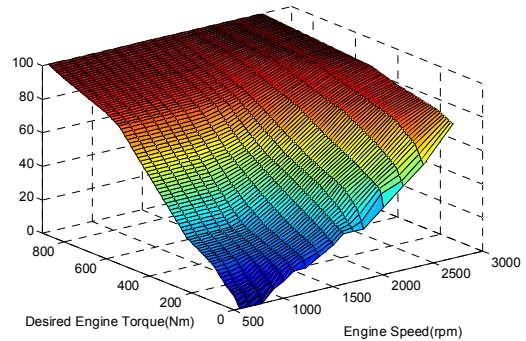


Fig. 9. Control map that determine virtual accelerator opening position by engine speed and torque

이와 같이 결정된 가상 엑셀 열림량은 Table 3에 표시된 신호 변환기(signal converter)를 이용하여 해당되는 전압 값으로 변환되어 기존 엔진제어기의 엑셀페달 신호 입력 단자에 연결되면, 엔진에 장착된 기존 제어기는 Fig.5에 표시 한 토크기반 엔진제어 기능 전체를 수행할 수 있게 된다.

Table 3. Specifications of digital-analog converter

Model	LTC2664CMS-L8#PBF
Solution	8bit
Sampling Rate	100kSPS
Input Channel Type	PWM
Supply Voltage Range	2.7~5.5V
Channels	2
Operating Temp. Range	0~70°C

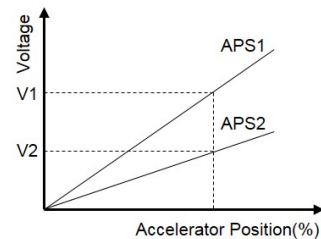


Fig. 10. Relationship of accelerator pedal signals in the mass production engine controller

한편, 양산 엔진제어기는 엑셀페달 센서 출력 전압이 반드시 Fig.10과 같이 입력되어야 정상적으로 센서 모니터링 기능을 수행한다. 만약 센서 모니터링 기능에 의하여 입력신호의 오류가 감지되면 엔진제어기는 출력을 제한시키거나 혹은 시동 불능상태가 된다.

기존 엔진제어기의 엑셀 센서 모니터링 조건은 식(2)와 같은 관계를 갖기 때문에 가상엑셀 전압(virtual accelerator voltage)신호 또한 이를 만족 시킬 수 있도록 최상위 제어기 내부에 이를 위한 하드웨어를 구성하였다.

$$APS_2 = C \times APS_1 \quad (2)$$

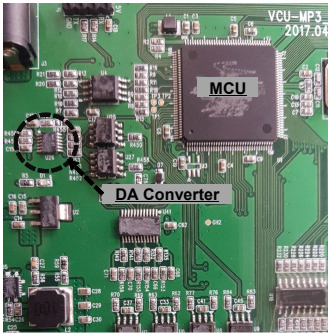


Fig. 11. Photo with microprocessor and digital analog converter on the VCU

3. 시험결과

앞서 설명한 차량 제어 알고리즘과 가상 엑셀페달 열림량 결정 제어기능은 Matlab Simulink®을 이용하여 구현하여 Fig.11과 같이 최상위 제어기에 실제 탑재하여, 앞서 설명한 엔진 목표토크 통신방안에 대하여 신호 변환 시험 및 실제 엔진제어기의 응답을 통한 검증시험을 수행하였다.

3.1 가상 엑셀 열림량 변환 과정 검증

앞 절(2.2.1)에서 설명한 운전자 요구토크와 엔진회전수 입력에 따른 가상 엑셀 열림량을 출력하는 제어 맵의 정확성을 검증하기 위하여 Fig.12와 같이 시뮬레이션을 실시하였다.

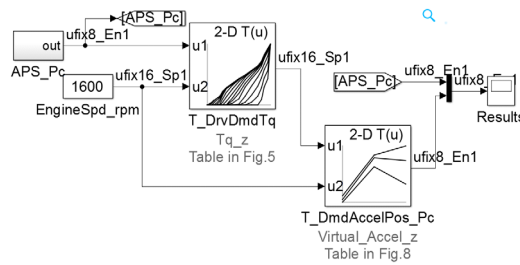
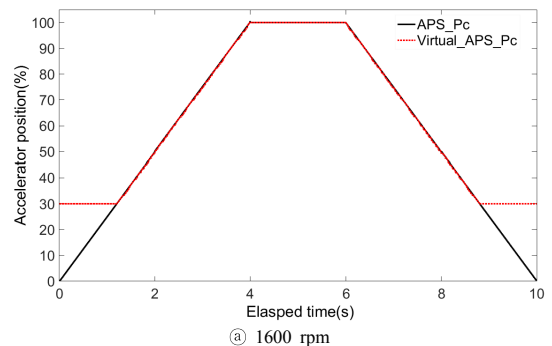


Fig. 12. Simulation model to verify virtual accelerator opening position conversion

시뮬레이션 방법은 양산 엔진제어기에 포함되어 있는 운전자 요구토크 제어 맵과 Fig.8의 과정으로 변환된 가상 엑셀 열림량 맵을 이용하여 운전자 요구토크 맵에 입력된 엑셀 값과 가상 엑셀 열림량 제어 맵에서 출력되는 값을 비교하는 방법을 적용하였으며, 비교 결과는 Fig.13과 같다.

비교 결과 Fig.13에서 알 수 있듯이 운전자 요구토크 맵의 입력 값(APS_Pc)과 가상 엑셀 제어 맵의 출력 값(Virtual_APS_Pc)이 정확하게 일치하고 있다. 이는 운전자 요구토크를 기반으로 가상 엑셀 열림량으로 변환하는 일련의 과정이 의미가 있음을 나타낸다.

한편 Fig.13의 ㉑에서 30%이하의 가상 엑셀 열림량은 표현되지 않는데, 이는 Fig.7의 소스코드에서 알 수 있듯이 실제 양산 엔진의 경우 이 영역은 사용영역에서 벗어나 운전자 요구토크에 대한 정의가 이루어지지 않았기 때문이라고 판단된다. 실제 엔진 회전수를 실제 주로 많이 사용하는 엔진 회전수 영역인 1200rpm으로 낮추어 시뮬레이션을 실시해보면, Fig.13의 ㉒와 같이 이 영역이 현저하게 줄어드는 것을 확인 할 수 있다.



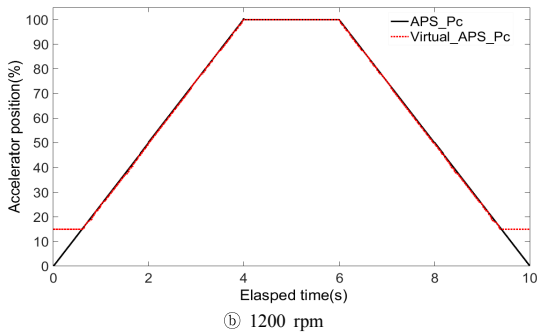


Fig. 13. Results of simulation to verify virtual accelerator opening position conversion

3.2 가상 액셀 전압신호 검증

차량 제어알고리즘(2.1)에서 설명한 바와 같이 차량시스템 요구동력 및 배터리 충전제한 값으로부터 결정되는 발전시스템의 목표 충전동력과 엔진 발전시스템의 최적 작동곡선을 이용하여 결정된 엔진 목표토크는 이에 대응하는 가상 액셀 열림량으로 변환되었다.

가상 액셀 열림량은 양산 엔진제어기가 인식 할 수 있는 전압으로 변환되어야 하며, 특히 CS운전모드의 경우 엔진출력을 발전기가 흡수하여 차량의 전기에너지를 관리하기 때문에 최상위제어기에서 결정된 엔진 목표토크 값이 엔진제어기 정확하게 전달되어야 한다.

따라서 가상 액셀 열림량에 대한 출력 전압은 기존 차량에 장착된 액셀페달 센서의 그것과 동일하여야 된다.

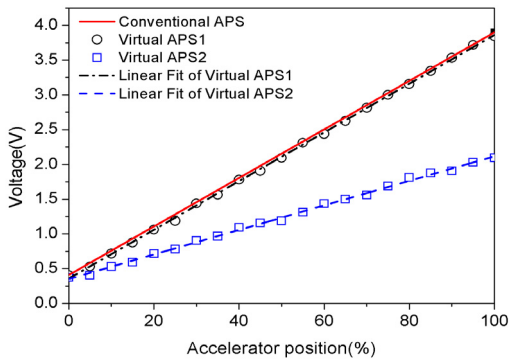


Fig. 14. Results of simulation to verify virtual accelerator opening position conversion

이러한 이유로 Fig.14와 같이 기존 양산차량에 장착된 액셀페달 센서의 전기적 특성과 가상 액셀 전압 값을 비교하였을 뿐만 아니라 양산 엔진제어기의 센서 모니터링 기능을 위한 신호도 같이 파악하였다.

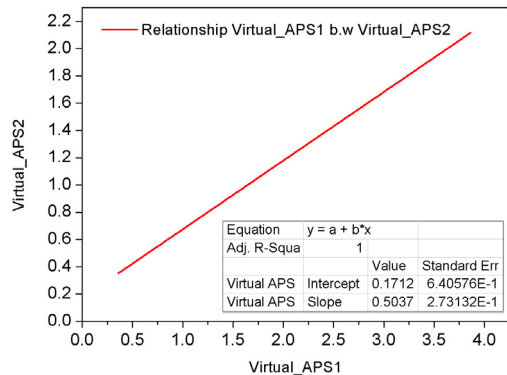


Fig. 15. Relation between virtual accelerator voltage signals

가상 액셀 전압(virtual_APS1)은 기존 양산 차량에 장착되어 있는 액셀 센서(conventional_APS)의 전기적 출력 특성과 거의 일치함을 알 수 있을 뿐만 아니라 Fig.9에서 설명한 센서 모니터링을 위한 보조 가상 액셀 신호(virtual_APS2)는 식(2)의 상수 C는 Fig.15에 표시한바와 같이 0.5037인 상관관계를 갖는다. 이는 양산 제어기의 센서 모니터링을 위한 관계를 만족한다.

이상의 설명을 통하여 양산 제어기에 탑재된 운전자 요구토크 맵을 변환하여 엔진발전시스템에 전달하고자 하는 엔진 목표토크에 해당되는 가상 액셀 페달 열림량을 도출하고, 이를 다시 양산 엔진 제어기가 인식 할 수 있는 해당 전압 신호로 변경하는 방안과 이를 검증하였다.

이러한 결과를 최종 검증하기 위하여 차량 최상위 제어기의 명령에 대하여 엔진제어기의 반응을 CCP(CAN calibration protocol)기반인 INCA[®] 프로그램을 이용하여 Fig.16과 같이 파악하였다.

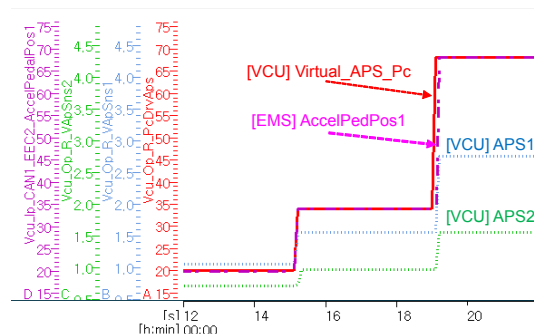


Fig. 16. Reaction result on the mass production engine controller

결과 그래프는 최상위제어기에서 결정된 가상 엑셀 열림량(Virtual_APS_Pc)과 이에 해당되는 출력 전압신호(APS1, APS2) 및 엔진 제어기에서 인식한 엑셀 열림량(AccelPedPos1)으로 구성된다.

결과에서 알 수 있듯이 가상 엑셀 열림량이 변화됨에 따라 최상위 제어기의 출력전압들이 같이 변화되어 엔진 제어기로 전달되며, 이 값으로부터 엔진제어기가 인식한 엑셀 열림량은 최상위 제어기에서 요구한 가상 엑셀 열림량과 정확히 일치함을 알 수 있다.

한편, AccelPedPos1 값은 엔진 제어기에서 CAN 을 통하여 최상위 제어기로 송신하는 값을 모니터링 한 것이다.

4. 결론

주행거리 연장형 하이브리드 자동차의 엔진 토크제어를 위한 대체 통신방안에 대한 연구 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 가상 엑셀 열림량은 기존 엔진제어기의 운전자 요구토크 맵과 간단한 변환 프로그램을 이용하여 목표 엔진토크에 해당되는 값으로 정확하게 변환됨을 확인 하였다.
- 2) 가상 엑셀 전압신호는 범용 신호변환 소자와 간단한 회로를 이용하여 기존 엔진제어기에 정확히 전달됨을 확인 하였다.

이상의 결과를 종합하면 기존 디젤엔진제어기에 대한 수정 없이 주행거리 연장형 전기자동차의 최상위제어기와 엔진제어기 사이의 통신이 가능함을 알 수 있다.

이러한 결과를 바탕으로 향후 엔진발전시스템을 구동하여 배터리 관리 및 차량주행 등 실제 차량 시험을 진행하고자 한다.

References

[1] Y. Y. Ham, S. H. Song, B. M. Min, T. S. No, J. W. Lee, H. D. Lee and C. S. Kim, "A Control Algorithm for Highly Efficient Operation of Auxiliary Power Unit in a Series Hybrid Electric Bus," Transactions of KSAE, Vol.11, No.5, pp.170-175, 2003.

[2] J. Voelcker (2013-10-23). "2014 BMW i3 Electric Car: Why California Set Range Requirements, Engine Limits". Green Car Reports. Retrieved 2014.

[3] J. Y. Park, Supervisory Control Strategy for Series-Parallel Hybrid Electric Vehicle, Ph. D. Dissertation, Hanyang University, Seoul, 2008.

[4] Y. K. Park, "Design of Vehicle Control Algorithm and Engine-Generator Control for Drivability of Range-Extended Electric Vehicle," Transactions of KSAE, Vol.24, No.6, pp.649-659, 2016.

박 용 국(Young-Kug Park)

[정회원]



- 1995년 2월 : 경북대학교 대학원 기계공학과 (기계공학석사)
- 2002년 2월 : 경북대학교 대학원 기계공학과 (기계공학석사)
- 2003년 1월 ~ 2008년 2월 : 현대자동차 연구개발본부 책임연구원
- 2008년 3월 ~ 현재 : 인하공업전문대학 자동차과 교수

<관심분야>

하이브리드 및 전기자동차, 자율주행