

차내 정보의 문자 표시 시스템 개발

Development of the On-Vehicle Information Display System

권오규*, 심동규**, 박래홍**, 이상영***, 이순재***, 구본상***
O.K.Kwon, D. G. Sim, R. H. Park, S. Y. Lee, S. J. Lee, B. S. Ku

ABSTRACT

This paper presents the on-vehicle information system that displays the states of the vehicle in brief words instead of symbols. Main functions of this system include a system check function, trip function, warning function, and clock function. With this system, a driver can obtain all sorts of useful information related to various conditions of the vehicle, and if any problem arises in the vehicle, he can recognize it by the displayed words with a warning sound. Also, this system is very helpful for safety driving because it displays whatever a driver wants to have concerning trip information. By experimental test and driving test, the development system shows good results for each function.

주요기술용어 : On-Vehicle Information System(차내 정보 시스템), System Check Function(시스템 검사 기능), Trip Function(트립 기능), Warning Function(경고 기능), Meter set(계기판)

1. 서 론

자동차가 더 이상 운전자들에게 운송 수단으로서만 인식되는 것이 아니라 즐기기 위한 제품

으로 상품화되면서 운전자들의 요구 조건 또한 안전, 성능, 편리성 등으로 다양화되고 있다. 이러한 요구 조건들을 충족시켜 주기 위해 대부분의 자동차사에서 전자 제어 기술의 발전에 총력을 기울이고 있으며, 그 발전의 성과물로서 ITS(Intelligent Transportation System), ASV(Advanced Safety Vehicle) 등과 같은 원활한

* 정회원, (주)MJL
** 서강대학교 전자공학과
*** 기아자동차 전자 연구실

교통과 안전한 운전을 제공해 주는 시스템이 개발되고 있다.^{1,2)} 또한 차량의 모든 정보를 운전자가 알기 쉽게 문자로 표시하는 차내 정보 시스템이 개발되었는데³⁾ 포드사의 Message Center, 다임러-벤츠사의 차내 정보 시스템, 그리고 도요타사의 멀티시스템 등이 대표적인 예이다. 국내에서는 아직 차내 정보 시스템이 적용된 차량이 없으며 자동차 제조 회사에서 계속 연구 개발 중이다.

차내 정보 시스템의 주요 기능은 시스템 검사(system check) 기능, 트립(trip) 기능, 경고(warning) 기능 등이 있다. 시스템 체크 기능은 운전하기 전에 필수적으로 꼭 점검해야 하는 엔진의 전자 제어장치인 엔진 ECU(Electronic Control Unit), 자동 기어 변속장치인 EC-AT(Auto Transmission), 차량의 방향 및 조정 안정성 확보를 위한 장치인 ABS(AntiBrake System), 미끄럼 방지 장치인 TCS(Traction Control System), 운전자를 사고에서 보호해 주는 Airbag 등의 차량내 전자 제어 시스템의 고장 유무를 점검하는 기능으로 LCD(Liquid Crystal Device)나 VFD(Vacuum Fluorescent Display)를 이용하여 운전자가 인식하기 쉽게 문자로 표시한다. 트립 기능은 운행중 남은 연료량, 사용된 연료량, 차량의 연비, 남은 연료로 갈 수 있는 거리등과 같은 운전 정보를 표시하는 기능이다. 이 기능은 연료 센서, 스피드 센서 등의 차량의 여러 센서에서 그 값을 입력받아 MPU(Micro Processor Unit)에서 계산한 후 각각의 정보를 문자 또는 숫자로 표시한다. 경고 기능은 기존 차량의 계기판에서 램프로 표시하고 있는 도어 열림 경고, 정지등/미등 단신 경고, 충전 시스템 경고, 연료 잔량 부족 경고, 엔진 온도 상승 경고, 엔진 오일 압력 상승 경고, 안전띠 미착용 경고, 주차 브레이크 잠김 주행 경고, 브레이크 액 부족 경고 등을 표시하는 기능이다.

개발된 차내 정보 시스템에서는 차량의 각종 상태를 운전자에게 보다 친숙한 문자와 숫자로 알린다. 그러나 기존 차량내 연료 게이지 센서 값을 취득하는데 있어서 차량 운전 중의 심한 진동에 의해 큰 오차를 낸다. 특히 현재 남아 있

는 연료량, 연비, 남아 있는 연료량으로 갈 수 있는 거리를 계산하는 트립 기능에서 많은 오차를 낸다. 개발된 시스템에서는 이러한 오차를 줄이기 위해 연료 잔량 측정시, 26초 정도의 시정수를 갖는 저역 패스 필터를 사용하였다. 개발된 시스템에서는 정확한 사용된 연료량과 연비 측정을 위해 연료분사 시간을 계산하는 방법을 사용하였다. 또한 이것을 8bit MPU를 사용하여 구현하기 위하여 무효 분사시간을 정수화된 2차 다항식으로 근사화한 식

$$No_{inj} = \frac{(D-217)^2}{2^4} + 200$$

을 제안하였다.

2. 개발된 차내 정보 시스템

이 장에서는 개발된 차내 정보 시스템의 하드웨어적인 구성과 소프트웨어적인 기능에 대해 설명한다. 또한 정확한 트립 기능을 구현하기 위해 제안된 연비 측정 알고리즘에 대해 설명한다.

2.1 개발된 차내 정보 시스템의 기능

개발된 시스템은 연료게이지 센서, 엔진 오일 센서, 오일 압력 센서, 온도 센서, 브레이크액 압력 센서 등의 각종 센서와 안전벨트 스위치, 주차 브레이크 스위치 등의 각종 스위치의 입력 그리고 차내 각종 전자 제어 시스템의 자기 진단 신호를 취득하여 MPU에서 계산 및 판단하여 VFD에 적절한 문자 및 숫자로 표시한다.⁴⁾

개발 시스템의 동작 스위치는 순시 연비와 평균 연비를 표시하는 스위치, 연료 잔량과 주행 가능 거리를 표시하는 스위치, 사용된 연료량과 시간당 연료 소비량을 표시하는 스위치, 차량내 전자 제어 시스템을 체크하는 시스템 체크 스위치, 오일 교환 시기 설정 스위치, 그리고 초기화 스위치의 기본적인 6개 스위치와 3개의 시계 세팅 스위치로 구성되어 있다. 그리고 표시는 16 문자를 표시할 수 있는 1줄의 5×7 도트 매트릭스형 VFD를 사용하였다. VFD는 LCD에 비해 보이지 않는 각 지대가 거의 없고 빠른 응답 시

간과 온도, 습도, 충격에 강하다. 또한 필터의 사용으로 여러 가지 색을 사용할 수 있다.

개발된 시스템의 기능은 트립 기능, 경고 기능, 시스템 검사 기능, 시계로 구성되어 있다. 트립 기능은 운전자에게 운행시 연료와 엔진 오일에 관련된 정보를 알려주는 기능으로 관련 스위치의 눌림에 의해 다음과 같은 기능을 표시한다. 연비와 관계된 기능으로는 약 10초간의 순시 연비와 순시 연비를 계속 평균하는 평균 연비가 있고 연료 탱크의 연료게이지 측정값으로부터 연료 잔량을 얻는다. 또한 계산된 순시 연비와 연료 잔량의 곱으로부터 현재 연료로 주행할 수 있는 거리를 구한다. 초기화 이후의 사용된 연료량, 시간당 연료 소비량, 그리고 엔진 오일 교체 시기를 구하는 기능이 포함된다.

경고 기능은 기존 차량의 계기판에 램프로 표시하고 있는 각종 경고 램프를 문자로 표시하는 기능으로서 다음과 같은 항목을 항상 검사하여 이상 발생시 해당 경고 메시지를 표시한다. 표시되는 경고 기능은 도어 열림 경고, 연료 잔량 부족 경고, 워셔액 부족 경고, 정지등/미등 단선 경고, 충전 시스템 이상 경고, 엔진 온도 경고, 주차 브레이크 잠김 주행 경고, 브레이크 액 부족 경고, 엔진 오일 압력 경고, 안전 벨트 미착용 경고로 구성된다.

시스템 검사 기능은 차량내 엔진 ECU, EC-AT, ABS(AntiBrake System), TCS(Traction Control System), 그리고 AIR-BAG과 같은 전자 제어 시스템을 검사하여 이상 발생시 해당 경고 메시지를 표시한다. 시스템이 정상 상태이고 각종 경고가 없을 경우에는 시간을 표시한다. 시간 표현은 시간과 분을 표시한다.

표 1은 다임러-벤츠사, 포드사, 그리고 개발된 차내 정보 시스템의 기능을 비교하여 보여준다. 개발된 시스템이 기존의 차내 정보 시스템에 비해 많은 기능을 가지고 있음을 볼 수 있다.

2.2 개발 시스템의 전체 구성

전체 시스템의 구성도는 그림 1에 나타내었다. 시스템은 신호 입력부 그리고 이것의 필터부분과 68HC05 MPU를 이용한 처리부분 그리고

Table 1 제조회사별 차내 정보 시스템 기능 비교.

기능		차내 정보 시스템		
		포드	벤츠	개발된 시스템
시계	시간, 분	○	-	○
	순시연비	○	-	○
트립	평균연비	○	○	○
	사용된 연료량	○	-	○
	남은 연료량	○	○	○
	주행 가능 거리	○	○	○
경고	엔진 오일 교환 시기	○	-	○
	시간당 연료 소비량	-	○	○
	경로 컴퓨터	-	○	-
고	워셔액 부족	○	○	○
	냉각수 부족	○	-	-
	도어 열림	○	-	○
	트렁크 열림	○	-	-
	정지등/미등 단선	○	-	○
	엔진 오일 부족	○	○	-
	엔진 오일 교환	○	-	○
	충전 시스템 점검	○	○	○
	연료 부족	○	-	○
	엔진 온도 점검	○	○	○
	주차 브레이크 잠김 주행	-	-	○
	브레이크액 부족	-	○	○
	타이어 압력	-	○	-
엔진 오일 압력	-	-	○	
안전벨트 미착용	-	-	○	
시스템	엔진 ECU	-	-	○
	EC-AT	-	-	○
	ABS	-	-	○
	TCS	-	-	○
	AIR-BAG	-	-	○

출력을 위한 VFD출력부로 구성되어 있다.

제안한 시스템의 전체 알고리즘은 그림 2의 흐름도에 나타내었다. 먼저 초기화를 수행한 후 시스템을 체크를 하고 문제가 있을 경우 해당항목을 표시한다. 그렇지 않을 경우 사용자 키의

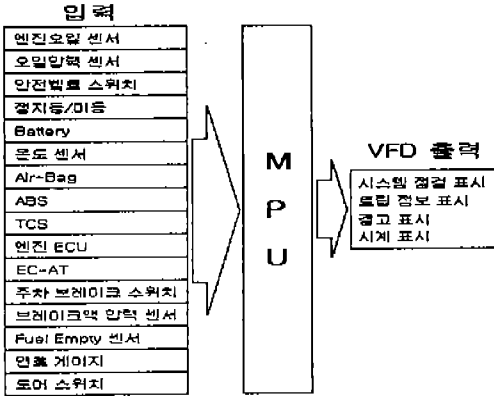


Fig.1 개발 시스템 블록도

상태를 확인하여 시간을 맞추거나 제공되는 수행부분을 수행한다. 만약 키입력이 없을 경우 현재 시간을 표시한다.

2.3 제안된 연비 측정 알고리즘

Trip기능중 가장 중요한 기능은 남은 연료로 주행할 수 있는 거리이다. 이것을 계산하기 위해서는 남은 연료량과 연비가 중요한 요소가 될 것이다. 이것을 위해서는 연비의 정확한 측정이 필요하게 된다. 여기서 연비는 주어진 시간에 주행한 거리 ΔL 과 소비된 연료량 Δl 을 이용하여 식 (1)과 같이 구할 수 있을 것이다.

$$\text{연비} = \frac{\Delta L}{\Delta l} \text{ [km/l]} \quad (1)$$

그러나 사용된 연료량을 남은 연료량의 변화를 가지고 판단하는 것은 매우 많은 오차를 발생하게 된다. 개발된 시스템에서는 운행시의 연료게이지 측정값 변동으로 인한 오차를 줄이기 위하여 인젝션 펄스 폭을 계산하여 연비를 측정한다. 연료 게이지에 의하여 사용된 연료량을 계산할 경우 자동차의 진동이나 자세에 따라 잔량의 변동이 심하여 이것을 이용한 사용량 계산을 사실상 불가능하다. 그리하여 본 논문에선 인젝터 신호를 사용하였다. 인젝터의 신호는 그림 3과 같이 구성되어 있다.

그림에서 보듯이 전체 분사시간(TOT_{INJ})에서 실제로 연료가 분사되는 실효분사시간(INJ)와 연

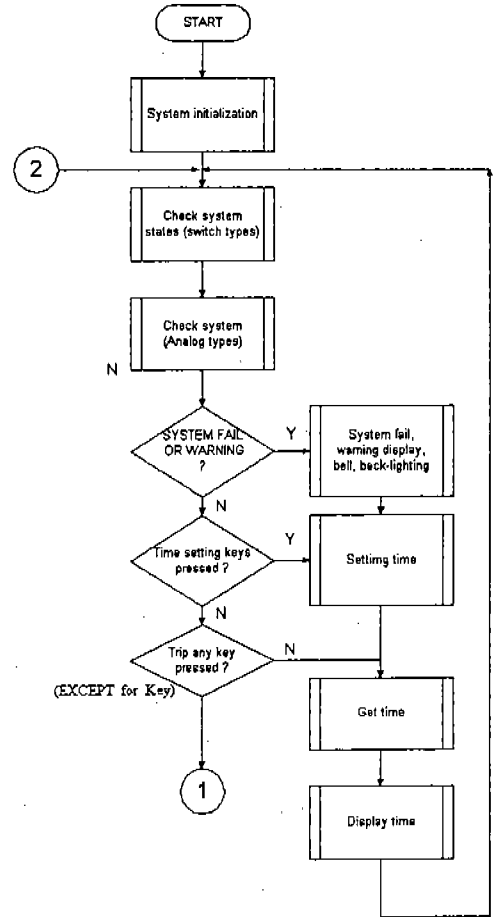


Fig.2 전체 시스템 흐름도

료가 분사되지 않는 무효 분사 시간(NO_{INJ})이 존재하게 된다. 이때 무효분사 시간은 인가되는 전압(battery voltage)에 따라 표 2와 같이 주어진다.

그러나 인젝터에 부가되는 전압은 아날로그 신호이므로 One-Chip MPU에서 인젝터 전압값에 따른 무효 분사 시간을 계산하기가 어렵다. 따라서 MPU의 아날로그 디지털 컨버터(ADC)에서 이 값을 처리할 수 있도록 0V에서 17.5V의 연속적인 전압을 "0"에서 "240"까지의 한 값으로 변환한다. 또한 무효 분사 시간도 MPU의 시스템 클럭 단위인 $2\mu\text{sec}$ 로 나눈 후 처리하였다.

또한 8 bits 데이터에 따른 무효 분사 시간의 값이 비선형이므로 선형 보간법으로 수식화하기

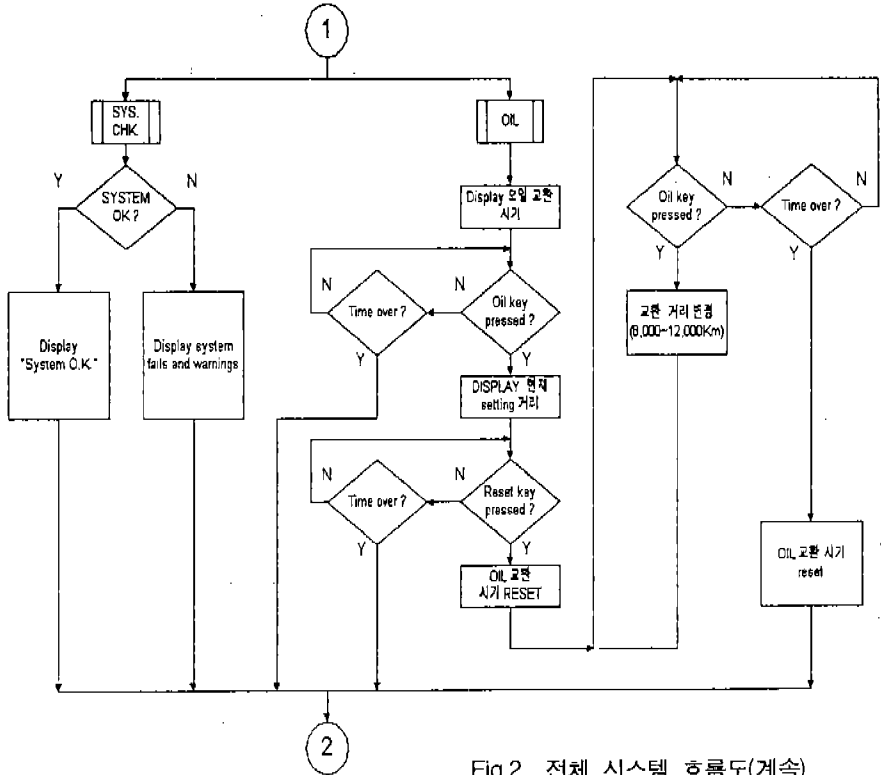
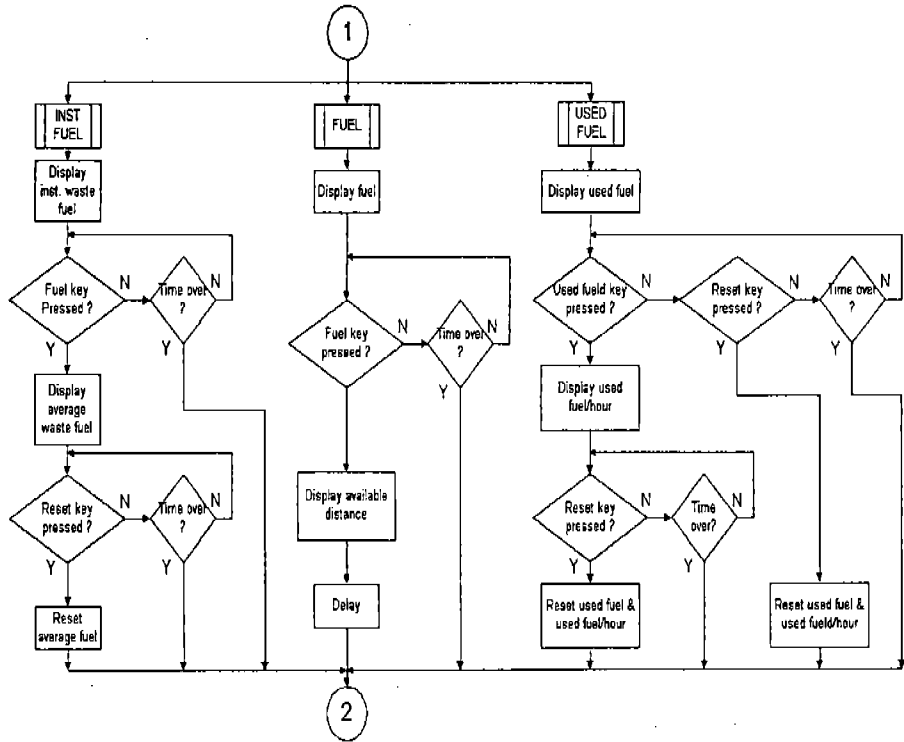


Fig.2 전체 시스템 흐름도(계속)

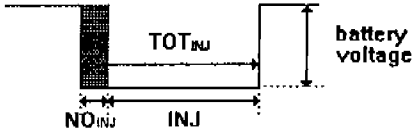


Fig.3 인젝션 펄스

Table 2 전압에 따른 무효 분사 시간

전압 [V]	10 이하	11.72	14.06	16 이상
무효분사시간[ms]	1.35	0.86	0.56	0.39

에는 적합하지 않다. 따라서 2차 방정식으로 무효분사 시간을 근사화 하였다. 여기서 방정식의 파라미터를 구하기 위하여 최소 자승법^{5,6)}을 사용하였다. 다음은 최소자승법을 통하여 구한 결과식이다.

$$NO_{inj} = 0.0645D^2 - 28.01D + 3241 \quad (2)$$

여기서 D 는 MPU의 ADC에서 사용되는 인젝터 전압의 8 bits 데이터 값이고 NO_{inj} 는 8 bits 데이터 값에 대한 무효 분사 시간을 나타낸다. 그러나, 식 (2)는 8 bit MPU에서 처리하기가 곤란하므로 식 (2)를 식 (3)과 같이 근사화하여 사용한다.

$$NO_{inj} = \frac{(D-217)^2}{2^4} + 200 \quad (3)$$

식 (3)은 식 (2)에 비해 5%이내의 오차를 가진다. 식 (3)에 의해, 검출된 인젝션 펄스에서 즉, 총 분사 시간에서 무효 분사 시간을 감산한 후, 약 10초간의 유효 분사 시간 동안에 차량이 움직인 거리 x 를 이용하여 식 (4)와 같이 순시 연비를 계산한다.

여기서 Potentia의 경우 6기통 엔진이고 연료 분사 시간 1초당 4.28cc의 연료를 소모하므로 10초 동안의 연료소모량은 0.0428l가 된다.

$$\text{순시 연비} = \frac{x}{6 \times 0.0428} [km/l] \quad (4)$$

평균 연비는 초기화 이후부터 순시 연비를 더한 후 평균하여 계산한다.

3. 실차 주행 실험 결과

제한된 시스템의 기능은 차내 전자 제어 시스템의 이상 유무를 먼저 점검하여 차량 운행시 발생할 수 있는 미연의 사고를 방지한다. 실험 결과 엔진 ECU, EC-AT, TCS, AIR-BAG 등의 전자 제어 시스템의 이상시 문자로 표시된다. 경고 기능은 차내 계기판에 있는 램프 점등시 운전자가 인지하기 쉽게 문자와 경고음으로 표시하는 기능으로서 모든 기능이 정상적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

트립 기능은 운행중 엔진 오일과 연료에 관련된 차내 상태를 점검하는 기능으로, 총 6차에 걸쳐 약 300km의 실차 주행 실험을 행하였다. 이중 55km의 주행 실험을 한 5차 주행 실험과 35km의 주행 실험을 한 6차에 대한 실험 결과를 표 3과 4에 보이고 있다. 5차 실험결과 실제 연료소비량이 9l이나 본 시스템의 측정치는 11l로 나타났다. 또한 평균연비의 경우 실제값은 6.1km/l이나 본 시스템은 6km/l로 예측하였다.

Table 3 5차 실차 주행 실험 결과

주행거리 [km]	오일교환 거리[km]	연료잔량 [ℓ]	사용 연료량 [ℓ]	순시연비 [km/ℓ]	평균연비 [km/ℓ]
0	10,999	65	0	0	-
5	10,994	63	1	4	6
10	10,989	60	2	7	6
15	10,984	59	3	9	6
20	10,979	58	4	5	6
25	10,974	58	5	5	6
30	10,968	58	6	6	6
35	10,964	59	7	7	6
40	10,959	56	8	5	6
45	10,954	56	9	6	6
50	10,949	57	10	6	6
55	10,943	56	11	6	6

Table 4 6차 실차 주행 실험 결과

주행거리 [km]	오일교환 거리[km]	연료잔량 [ℓ]	사 용 연료량 [ℓ]	순시연비 [km/ℓ]	평균연비 [km/ℓ]
0	10,999	35	0	0	-
5	10,994	34	1	4	6
10	10,989	34	2	4	5
15	10,984	34	3	4	5
20	10,979	32	4	5	5
25	10,974	31	5	4	6
30	10,964	31	6	4	5
35	10,959	30	6	4	5

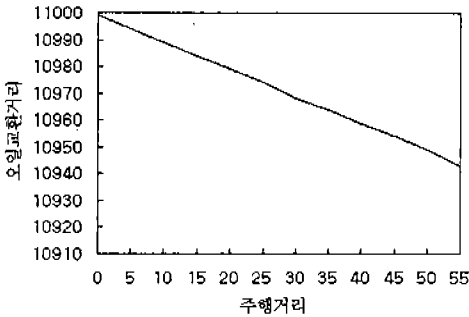


Fig.4 주행거리와 오일교환거리

또한 6차 실험결과에서는 실제 사용된 연료량이 5ℓ이나 본 시스템에선 6ℓ로 예측하였으며 평균 연비의 경우 실체는 7km/ℓ이나 예측치는 6km/ℓ를 나타내었다. 이러한 차이는 자동차가 노면의 상태나 운전 습관 등에 따라 전체 시스템의 전압에 변동이 생기고 이것에 따라서 인젝션 신호의 점압의 변동이 발생하기 때문이다. 그러나 본 시스템의 정확도는 비교적 양호한 것으로 판단된다. 또한 그림 4에서 보듯이 엔진 오일 교환시기의 변화와 주행 거리의 변화가 선형 반비례함을 알 수 있다. 오일 교환 시기의 초기 값은 11,000km이고 차량이 이동함에 따라 교환 시기의 값은 줄어든다. 엔진 오일 교환 시기의 값이 0km가 되면 엔진 오일을 교환한다.

4. 결 론

본 연구 개발에서 운전자의 다양한 요구 조건들을 만족시키고자 운행중에 필요한 연료와 오일 등에 관련된 트립 기능, 차량 상태의 이상 유무를 판단하는 경고 기능, 그리고 차량내 전자 제어 시스템의 이상 유무를 판단하는 시스템 체크 기능을 갖는 차내 정보의 문자 표시 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 추가적인 센서를 장착하지 않고 기존의 센서만을 이용하여 개발하였고, 실차 실험 결과 만족스런 결과를 얻었다. 또한 연료량의 측정을 위하여 고역 필터를 사용하여 원신호의 진동 성분을 추출하는 방법을 사용하였다. 이 방법은 연료 잔량 측정값의 빠른 응답 시간을 얻을 수 있고 운행시의 차량 진동으로 인해 연료게이지 값의 오차를 줄일 수 있다. 순간 연비와 평균 연비의 계산에서는, 연료게이지 오차에 의한 연비의 오차를 줄이기 위해 인젝션 펄스의 유효 분사 시간을 제한한 정수화된 2차 다항식을 사용하여 계산하여 연비를 계산하였다.

본 시스템의 개발을 통해 운행 중에 필요한 차내 모든 정보를 문자로 표시함으로써 운전자의 차량 상태에 대한 인지도를 높일 수 있고, 장거리 여행시 연료와 오일 등에 관련된 트립 기능을 확인함으로써 안전 운전에 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 계기판 내에 있는 많은 경고 램프를 문자로 표시하게 함으로써 설계시 계기판의 공간 활용을 효과적으로 할 수 있다.

후 기

이 연구는 기아자동차 전자연구실의 지원하에 이루어졌음.

참 고 문 헌

1. A. Hiroshi, "자동차 전자 시스템," 理工學社, pp. 123-136, 1994.

2. H. Shiga and S. Mizutani, "Car Electronics," Nippondenso Co., Ltd, pp. 162~164, 1988.
3. R. A. Grimm, D. G. Beyerlein, J. C. Engelman, and J. A. Carol, Jr., "Electronic Displays-Automotive Applications," SAE 830906, 1983.
4. K. Morimoto and H. Watanabe, "Graphics Front Luminous Vacuum Fluorescent Display," SAE 840155, 1984.
5. L. L. Scharf, *Statistical Signal Processing*, Addison-Wesley: MA, pp. 359~422, 1991.
6. P. J. Rousseeuw and A. M. Leroy, *Robust Regression and Outlier Detection*, John Wiley & Sons: NY, pp. 1~18, 1987.