

터치패널을 이용한 SHEV버스 대시보드 기능 구현

안정렬*, T.Q. Vinh*, 전태원*, 김흥근**, 노의철***
 울산대학교 전기전자정보시스템공학부*, 경북대학교 전자전기공학부**,
 부경대학교 전기제어공학부***

Implementation of Dashboard Functions at SHEV Bus Using Touch Panel

J.R. Ahn*, T.Q. Vinh*, T.W. Chun*, H.G. Kim**, E.C. Nho***
 Dept. of Electrical Eng., Univ. of Ulsan*, Dept. of Electrical Eng., Univ. of Kyungpook**,
 Dept. of Electrical Eng., Univ. of Pukyong***

ABSTRACT

In this paper, the techniques for implementing the dashboard functions of a SHEV bus are development by using a touch panel. The algorithms for controlling linearly the angle of each gauge according to the measured sensors values. The hardware technique presentation and the development for implementing the On/Off information of each telltale lamp in the touch panel. The system is implemented by the 32-bit DSP, and it is installed and tested on the real SHEV bus. Also on/off switching status of all telltale lamps cab be investigated through the touch panel.

1. 서론

SHEV (Series Hybrid Electric Vehicle) 버스에서는 네트워 크를 통하여 전동기, 발전기, 엔진, 배터리 및 전원장치들이 유기적으로 제어되고 있다^[1,2,3]. 따라서 SHEV버스 전장품 개발 단계에서 각 요소들이 어떻게 제어되는 지를 분석할 필요가 있으며, 문제점 발생 시 그 원인을 파악하기에 상당한 시간이 소요된다. 따라서 SHEV버스용 전장품의 동작 상태를 종합적으로 모니터링 하고 대시보드의 기능을 대신 할 수 있는 GUI(Graphic User Interface) 개발이 필요하다.

본 연구에서는 GUI의 값 중 기존 버스의 대시보드에 있는 여러 게이지 값 및 텔탈램프(Telltale lamp)의 표시 기능들을 터치패널로 구현하는 기법에 대해 연구한다. 터치패널은 디스플레이에 표시되어 있는 버튼을 손가락으로 접촉하는 것만으로 데이터를 입력할 수 있는 아주 편리한 입력장치이다.

먼저 전방과 후방 브레이크 공기압력 게이지 센서와 디젤연료 레벨 센서의 특성을 분석하고, 센서값을 측정하기 위한 하드웨어 설계 기법 및 센서값에 따라 각 게이지의 지시각을 선형적으로 제어하기 위한 알고리즘을 제안한다. 또한 각 텔탈램프의 온/오프 정보를 터치패널에 구현하기 위한 하드웨어 기법을 제시한다. TI사 32-비트 DSP TMS320F2812를 사용하며, 센서 값 및 각종 텔탈램프의 신호를 표시하기 위한 터치패널은 M2I사인 TOP5TA를 사용하였다^[4,5].

2. 게이지 및 텔탈램프

대시보드에는 전방 브레이크 공기압력 게이지와 후방 브레이크 공기압력 게이지 및 45개의 온/오프신호로 구성된 텔탈램프가 위치한다. 이 게이지 및 램프의 신호를 터치패널에 표시하기 위한 게이지 센서값 및 텔탈램프의 온/오프신호 검출 회로 및 선형적으로 표시하기 위한 기법에 대해 설명한다.

2.1 전방/후방 브레이크 공기압력 게이지

그림 1은 전방/후방 브레이크 공기압력 게이지의 특성을 보인 것이다.

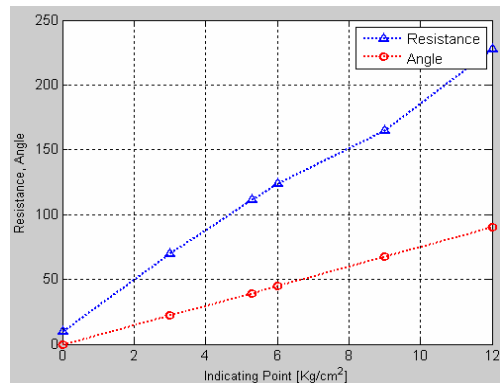


그림 1 공기압력에 대한 저항 및 지시각 변화
 Fig. 1 Characteristics of air brake pressure sensor

공기압이 0에서 12Kg/m²으로 증가되면 센서의 저항 및 게이지 지시각이 거의 비례하여 증가된다. 여기서 DSP의 A/D 컨버터로 이 센서값을 읽기 위하여 이 저항값을 전압값으로 변화시키기 위한 회로는 그림 2와 같다.

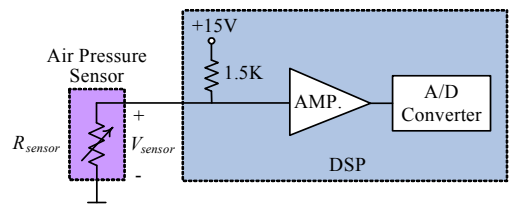


그림 2 전방/후방 브레이크 공기압력 게이지 측정회로
 Fig. 2 Measurement circuit of sensor data

센서값은 단위 증폭율을 가진 버퍼를 거쳐 DSP에 내장된 12-비트 A/D 컨버터로 입력된다. 여기서 이 ADC의 입력전압의 범위는 0V-3V 이므로, 3V가 입력 시 A/D 출력 디지털 값은 $(2^{12}-1) = 4095$ 가 된다. 직류전원 +15V에 풀업저항 1.5K를 연결하면, 센서 출력전압 V_{sensor} 값은 식(1)과 같이 표현된다.

$$V_{sensor} = \frac{R_{sensor}}{R_{sensor} + 1.5K} \times 15V \quad (1)$$

그림 1에서 보여준 압력변화에 대한 저항값의 변화와 함께 센서 출력전압 및 ADC 출력 디지털 값은 표 1과 같다.

표 1 Air pressure sensor의 측정회로 데이터
Table 1 Measurement data of air pressure sensor

Air Pressure (Kg/cm ²)	Resistance (Ω)	V_{sensor} (V)	ADC 출력값	지시각 (°)
0.0	10.0	0.1	136	0
3.0	70.0	0.67	915	22.5
5.3	111.0	1.03	1406	39.0
6.0	124.0	1.14	1556	45.0
9.0	165.0	1.49	2034	67.5
12.0	227.5	1.97	2690	90.0

이 표에서 ADC 출력 디지털 값으로 압력 게이지의 지시각을 조정한다. 하지만 ADC 출력 값과 지시각이 비선형이므로 matlab에서 지원하는 curve fitting 함수를 사용하여 다음 관계식을 유도 한다. 여기서 지시점 각의 정밀도를 높이기 위하여 도 단위에 10을 곱한 값을 사용한다.

$$Angle(deg \times 10) = -0.0001 \times ADC^2 + 0.0208 \times ADC + 1.1755 \quad (2)$$

그림 3는 표 1에서 ADC 출력 값에 따라 실제 지시각과 식(2)을 사용한 지시각의 관계를 보인 것으로, 두 그래프가 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

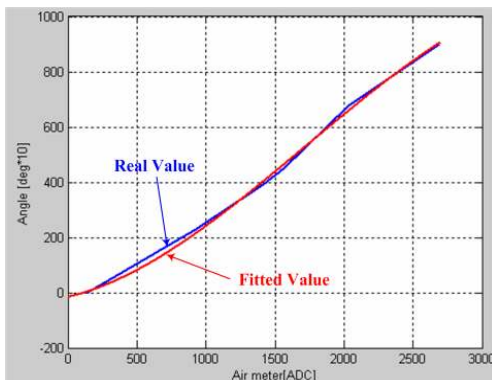


그림 3 실제 지시각 및 계산된 지시각의 관계
Fig. 3 Real gauge angle with calculated gauge angle

2.2 디젤연료 레벨 게이지

그림 4은 디젤연료의 레벨에 대한 센서의 내부 저항 변화 및 게이지의 지시각을 그린 것으로 디젤 연료의 레벨이 Empty부터 Full까지 증가함에 따라 레벨센서의 내부저항 값이 감소되며, 게이지 지시각은 0°에서 60°으로 증가된다. 또한 지시점이

0° 될 시, 실제 각도는 수평으로부터 8°가 된다.

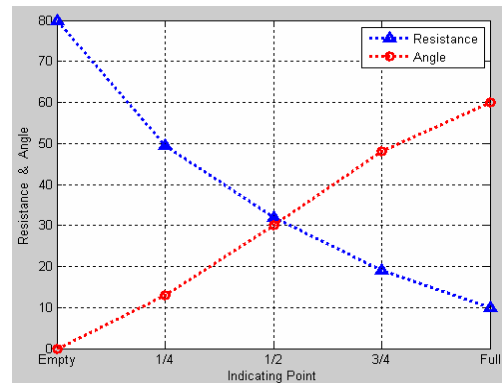


그림 4 연료 레벨에 대한 저항 및 지시각 변화
Fig. 4 Characteristics of diesel fuel level sensor

DSP의 A/D 컨버터로 이 센서값을 측정하기 위한 회로는 전방/후방 브레이크 공기압력 게이지와 거의 유사하나, 센서 출력전압이 너무 낮아 센서 출력전압을 3배로 증폭한 후 DSP내의 ADC로 입력시킨다. 또한 전방/후방 브레이크 공기압력 게이지와 같은 방법으로 ADC 출력값에 대한 게이지 지시각의 관계식을 유도하면 식(3)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Angle(deg \times 10) = -0.00000003395 \times ADC^3 + 0.00017535 \times ADC^2 + 0.11583 \times ADC - 16.29 \quad (3)$$

그림 5은 ADC 출력 값에 따라 실제 지시각과 식(3)을 사용한 지시각의 관계를 보인 것으로, 지시각이 10° 부근을 제외하고는 두 데이터는 거의 일치함을 알 수 있다.

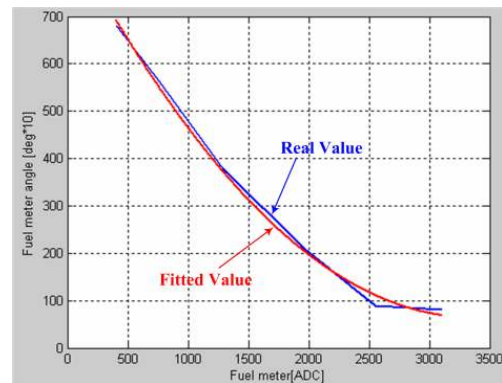


그림 5 실제 지시각 및 계산된 지시각의 관계
Fig. 5 Real gauge angle with calculated gauge angle

2.3 텔탈램프

SHEV버스의 비상등, 방향지시등, 안전벨트 등 텔탈램프의 상태정보를 DSP의 I/O 포트에 입력시킨 후 터치패널로 모든 텔탈램프의 온 또는 오프상태를 표시한다. 이 온/오프신호를 DSP의 I/O 포트에 읽기 위해서는 먼저 전압 크기를 0V-24V에서 0V-3.3V로 감소시켜 한다. 그리고 배터리 전압이 ±4V가 변동되더라도 로직이 바뀌지 않도록 비반전 버퍼를 사용한다. 이것을 고려한 SHEV 버스의 active high, active low신호의 텔탈램프 측정회로는 그림 6과 같다.

그림 6(a)의 신호 측정회로에서 3.3V전원에 저항을 풀업 시

키고 노이즈 제거를 위한 커패시터와 비반전 버퍼를 통하여 텔탈램프 신호가 DSP I/O 포트에 입력된다. 제어신호가 로직 "0"일 경우에는 릴레이가 "off" 상태이므로 출력전압 V_o 가 3.3V되며, 제어신호가 로직 "1"일 경우에는 릴레이가 "on" 상태이므로 출력전압이 0V가 된다.

그림 6(b)의 신호 측정회로는 두 저항의 전압분배로 +24V를 +3.3V로 감소시키고 노이즈 제거를 위한 커패시터와 비반전버퍼를 통하여 DSP I/O 포트에 입력된다. 제어신호가 로직 "0"일 경우에는 릴레이가 "off" 상태이므로 출력전압이 0V가 되며, 제어신호가 로직 "1"일 경우에는 릴레이가 "on" 상태이므로 DSP I/O 포트 입력전압이 +3.3V 된다.

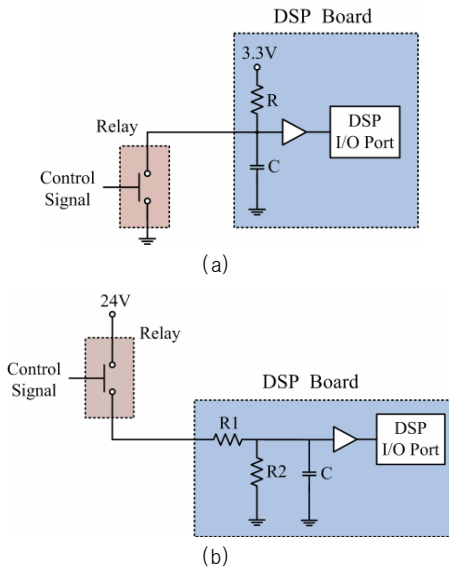


그림 6 Telltale lamp 측정회로
(a) Active low 신호
(b) Active high 신호

Fig. 6 Telltale lamp measurement circuit
(a) Active low signal
(b) Active high signal

3. 시스템 구성

그림 7은 시스템의 구성을 나타낸 것이다.

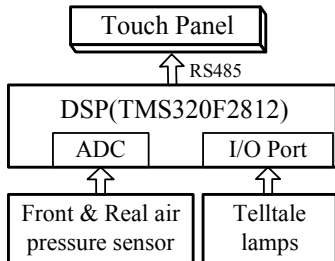


그림 7 시스템 구성도
Fig. 7 System configuration

DSP의 ADC로 입력된 각 센서값과 I/O포트로 입력된 텔탈램프의 온/오프신호는 직렬통신으로 터치패널에 전송한다. 터치패널은 M2I사의 제품을 사용했으며 주요특징은 통신 시 ASCII코드를 사용하고 정수형 데이터만 송수신 가능하다. 또한 간단한 그래픽 및 bmp파일 연동과 산책연산을 제공한다.

주요사양은 다음과 같다.

- Display Device : 8.4" STN 256 Color
- Display resolution : 640 X 480 dot
- Brightness : 450 cd/m²
- Communication Interface : Serial RS232C/422/485

DSP에 내장된 비동기 직렬통신 RS232C는 일반적인 전송속도가 9600bps로 상당히 느리고 또한 전송거리도 10-20 m로 짧은 심각한 문제점이 있다. 따라서 출력신호가 차동타입으로 전송시간이 빠르고 전송선의 길이도 긴 RS-485 형식으로 바뀌어 터치패널에 전송한다. 그림 8은 터치패널의 데이터 통신 프레임구조를 나타낸 것이다.

ESC 1B	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	CR 0D			
	W	Start Address (4 Bytes)				Date 1 (4 Bytes)				Date 2 (4 Bytes)				Date 3 (4 Bytes)				Date 4 (4 Bytes)		

그림 8 데이터 프레임 구조
Fig. 8 Structure of data frame

- <ESC> : 프레임 시작 코드.
- <W> : 프레임 전송을 알리는 코드.
- <Start Address> : 터치패널에서 전송받은 데이터 저장 메모리 주소.
- <Data> : 전송 데이터.
- <CR> : 프레임의 끝.

4. 실험결과



그림 9 터치패널 화면
Fig. 9 Screen of touch panel



그림 10 실제 SHEV버스에 장착모습
Fig. 10 Photograph of SHEV bus with touch panel

그림 9는 터치패널로 구현한 대시보드 화면을 나타낸 것이다. 왼쪽 상단에는 전방 공기압력 게이지가 위치하고 오른쪽 상단에는 후방 공기압 센서 및 디젤연료 게이지가 위치한다. 화면의 하단에는 각종 텔텔램프의 신호들이 위치한다. 그림 10은 실제 SHEV버스에 장착한 모습이다.

5. 결론

터치패널을 이용한 기존의 SHEV버스의 대시보드의 기능 구현을 위해 32-비트 DSP 보드설계 및 제작하였으며, 전방/후방 브레이크 공기압력 센서와 디젤연료 레벨 센서의 특성을 분석하였고, 센서값을 측정하기 위한 하드웨어 설계 기법 및 센서값에 따라 각 게이지의 지시각을 선형적으로 제어하기 위한 알고리즘을 제안했다. 또한 각 텔텔램프의 온/오프 정보를 터치패널에 구현하기 위한 하드웨어 기법 제시 및 개발된 시스템으로 실제 SHEV 버스에 적용하였다. 향후 대시보드 디자인 변경 및 기능의 추가가 용이할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] M.Gokasan, S.Bogosityan, and D.J.Goering, "Sliding Mode Based Powertrain Control for Efficiency Improvement in Series Hybrid-Electric Vehicle", IEEE Trans. on Power Electronics, vol.21, no.3, pp.779-790, 2006.
- [2] S.Barsali, M.Ceraolo, and A.Possenti, "Technique to Control the Electricity Generation in a Series Hybrid Electrical Vehicle", IEEE Trans. on Energy Conv., vol.17, no2, pp.260-266, 2002.
- [3] R.Saeks, C.J.Cox, J.Neidhoefer, P.R.Mays, and J.J.Murry, "Adaptive Control of a Hybrid Electric Vehicle", IEEE Trans. on Intell. Transport. Syst., vol.3, no.3, pp.213-234, 2002.
- [4] Texas Instrument, *TMS320F2812 DSP Controller Reference Guide*, Texas Instrument, 2004..
- [5] M2I Corporation, *TOP5TA*, M2I Corporation, 2006.