

논문 2010-5-30

CAN 연계형 안전진단센서 하드웨어 설계에 관한 연구

The Implementation research of CAN linked safety sensor hardware

정순호*, 김성권*, 차재상*[©]

Soonho Jeong, SeoungKwon Kim and Jaesang Cha

요 약 본 논문에서는 차량용 네트워크인 CAN(controller area network)와 연계되어 다양한 안전진단을 가능하게 하는 안전진단 센서하드웨어를 구현하고 그 성능을 확인하였다. 본 연구를 통하여 새롭게 설계 및 구현된 안전진단센서 하드웨어는 차량용 CAN인터페이스와 연결되며, 안전진단을 위한 다양한 센서(충돌센서, 거리 센서 등)의 데이터를 취득하고 이를 처리하여 CAN, RS232, RS485, I2C등의 통신인터페이스를 통해 전송하는 구조를 가지고 있다. 본 논문에서는 새롭게 설계 제작된 CAN연계형 안전진단 센서보드의 동작을 센싱 데이터와 연계하여 다양한 상황에서 그 성능을 검증함으로써 개발된 하드웨어의 유용성을 확인하였다.

Abstract This paper is a study of Car safety network system using sensed data from varied sensors. This hardware will work with various sensors and communication protocols. There are many sensors. Then, I selected 3 sensors for test, which were sonic sensor for distance checking, tilt sensor for rollover and impact sensor for car accident and theft. Also, there are many interfaces for sensor. Therefore I designed hardware to support various sensor interfaces. For instance ADC(Analog to Digital converter), I2C, RS232, RS485, CAN. In this case, sonic sensor have I2C interface, tilt sensor have RS485 interface and Impact sensor have analog interface. In this research, I can gather sensing data from 3 sensors (mentioned above), and sending control signal to other processor with RS232, RS485, CAN communication. So, we can use easily this hardware for many cases of systems, which need sensors.

Key Words : CAN, Sensor, Safety, Car, Network

1. 서 론

최근 차량과 통신기술이 접목되면서 차량과 연계된 지능형 교통망서비스나 차량 내에서의 안락함과 안전 보장을 실현하기에 가장 적합한 기술 중의 하나가 차량 내 센서 네트워크라고 할 수 있다. 다양한 환경과 순간 순간의 상황을 여러 가지 적당한 센서를 통해 감지하고, 그에 맞는 제어를 함으로써 안전과 편안함을 보장해 주는 것

이 중요한 기술적 요소이다. 따라서 차량과 연계된 다양한 안전진단센서의 개발이 중요하며, 현재 다양한 차량 메이커들이 차량용 블랙박스를 비롯하여 차량의 안전과 관련된 고효율 센서에 대한 연구개발을 진행 중인 단계에 있지만, 이러한 센서를 적용함에 있어 각종 센서마다 지원하는 인터페이스가 상이하며, 이러한 센서가 차량용 네트워크인 CAN과 연계되어 복합적으로 작동하는 부분의 제품개발은 아직도 미진하다고 할수 있다. 따라서 본 논문에서는 차량과 연계된 안전진단 센서부를 CAN과 연동시킴과 동시에 다양한 센서 인터페이스를 지원하고, 다양한 차량외부의 네트워크 환경에도 적용할 수 있도록

*서울과학기술대학교 매체공학과

© 교신저자 : 차재상 chajs@snut.ac.kr

접수일자 2010.9.30 수정일자 2010.10.12

게재확정일자 2010.10.15

여러 종류의 통신 포트를 지원하는 센서보드를 개발하고 그 유용성을 확인하고자 한다. 이를 위해 ADC, I2C, RS232, RS485, CAN 등의 인터페이스를 지원할 수 있도록 하드웨어를 구현 하고, 다양한 센서로부터 입력을 받을 수 있고 그 입력된 데이터를 처리하여 각 제어부로 다양한 통신 방식을 통해 전달할 수 있는 시스템을 구현해서 성능을 검증하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 본 논문의 배경기술들에 대한 소개로서 사용된 하드웨어의 특성에 대하여 살펴보도록 하겠으며 3장에서는 본 논문에서 제안하는 방식에 대하여 상세히 기술하도록 하겠다. 4장에서는 제안된 하드웨어에 대하여 다양한 상관특성을 도출하여 성능을 비교 분석함으로써 그 유용성을 확인하고자 하며, 마지막 5장에서 결론을 맺고자 한다.

II. CAN과 연계되는 안전진단 센서 HW 개요

1. 안전진단 센서 HW 설계의 목적

최근 자동차의 발전 추세는 안락한 주행과 안전을 위해 다양한 기술을 적용하고 있으며, 센서와 콘트롤러, 그리고 그것을 연계하는 네트워크가 그 중심에 있다고 할 수 있다. 기본적으로 엔진을 제어하는 ECU와 기어와 현가장치를 제어하는 TCU를 비롯하여, 차체 자세제어장치(VDC), 타이어 공기압 정보장치(TPM), 전복 감지 에어백 등 다양한 전자 장치를 장착하고 있다. 이러한 모든 전자 장치들이 각 상황을 감지하는 센서와 센서 입력을 처리하는 콘트롤러 그리고 센서, 콘트롤러와 제어부를 연결하는 네트워크로 구성되어 있다는 것을 알 수 있다. 여기서 각 콘트롤러마다 필요한 센서 입력을 받아 처리한다면 비효율적이라 할 수 있다. 그래서 다양한 센서 입력을 받아 처리하여 네트워크를 통해 센서 처리 데이터를 콘트롤러로 보내는 센서 전용 하드웨어를 구현하게 되었다. 이 센서 보드의 목적은 위에서 기술한 것과 같이 다양한 센서 입력을 받을 수 있고, 센서로부터 받은 데이터를 처리하여, 각각의 콘트롤러로 네트워크를 통해 전송하는 것이다. 또한 다양한 통신 방식을 지원하기 위해, RS232, RS485, I2C, CAN을 지원할 수 있도록 구현하였다.

2. 안전진단 센서 HW의 구성

본 실험은 각종 센서 입력을 받아 데이터를 처리하여 다양한 통신 방식을 통해 제어부로 전송하여 각 상황에 맞는 처리를 할 수 있도록 하는 데 목적이 있다. 주요 데이터 처리는 저렴한 가격에 다양한 페리페럴을 갖추고 있는 Microchip의 PIC18 계열 MCU를 사용하였고, 사용한 센서는 기울기 센서, 거리 센서, 충격 센서이다. 충격 센서의 Analog 출력 값은 ADC(Analog to Digital Converter)를 통해 처리하였고, 기울기 센서는 RS485를 통해, 거리 센서는 I2C를 통해 입력을 받아 MCU에서 처리하여 RS232, RS485, CAN을 통해 처리 결과를 출력하는 형태를 하고 있다. 사용된 MCU는 Micorchip의 8bit MCU 중 80pin의 ADC, UART, I2C 등을 내장한 PIC18F877 device와 CAN Controller를 내장한 PIC18F8680을 사용하였다. ADC(Analog to Digital Converter)는 MCU에 내장된 ADC Blok을 사용하였고, RS232, RS485 통신을 위해서는 내장된 UART 및 일반 Port와 RS232, RS485 Transceiver IC를 사용하였고, CAN 통신을 위해서는 MCU 내장 CAN controller와 CAN Transceiver IC를 사용하였다. 그림 1 에 간단히 표현하였다.

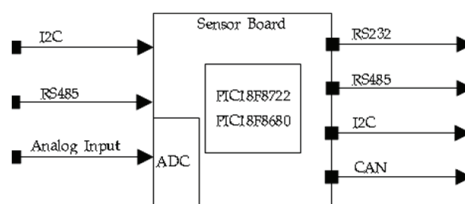


그림 1. 프로세서 연결도
Fig. 1. Processor Interface

III. CAN 연계형 안전진단센서 HW 설계

1. 설계에 사용된 Device

(가) Processor : PIC18F8722/PIC18F8680

- Linear program memory : 64 Kbytes
- Linear data memory : 4 Kbytes
- EEPROM : 1 Kbyte
- Up to 10 MIPS operation:
- Master Synchronous Serial Port module
- Two Enhanced USART modules

- 10-bit, up to 16-channel Analog-to-Digital

(나) 거리센서(SRF08 Ultrasonic range finder)

거리를 측정하는 센서는 초음파를 이용하는 초음파 거리센서와 레이저를 이용하는 레이저 거리센서로 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 인체 감지용으로도 많이 사용되고 있는 초음파 거리센서는 1cm ~ 3m 정도의 단거리 측정이 가능하며 비교적 저렴하고 소형이지만, 레이저 거리센서는 10m ~ 300m 정도의 다양한 거리의 측정이 가능하여 주로 장거리 측정에 사용되며 비교적 고가이며 부피가 크다. 본 연구에서는 거리센서 사용과 구현에 중점을 두었기 때문에 비교적 저가인 초음파 거리센서를 사용하여 그 효율성 검증에 하였다. 구현에 사용된 거리센서의 사양은 아래와 같다. SRF08는 Light sensor를 보드 내에 장착하고 있으며, 마이크로 컨트롤러가 내장되어 있어 출력은 I2C 직렬 데이터 통신방식을 이용하며 디바이스 아이디를 지정하여 16개까지 병렬로 연결하여 사용이 가능하다. 또한 LED가 내장되어 있어 최초 전원을 연결할 경우 LED가 On/Off 되며 I2C 통신을 하는 동안에 데이터 출력 시 깜빡거린다.

(다) 기울기센서(Tilt Sensor M360)

TTL Level 통신으로 Data를 출력하는 방식의 360도 기울기 센서이다. Host에서 단일 또는 연속으로 Data를 요구 할 수 있으며 0.1도 단위로 Data를 전송한다. 통신 규격은 RS485(9600bps, N, 8, 1, 고정)를 사용하며 디바이스 아이디를 지정하여 32대까지 병렬연결을 할 수 있다.

(라) 충격센서(S080S Ultra Slim Magnetic Alarm)

충격 센서 S080S는 충격이 가해지면 출력 전압이 변화하게 되며 이를 센싱하기 위해서는 ADC가 필요하다.

2. HW 설계

Main controller인 PIC18F8722의 연결 회로는 그림 2와 같으며 Memory를 내장하고 있어 Address bus 및 Data bus가 필요치 않아 비교적 간단하게 회로를 구성할 수 있다. I2C 통신 방식의 거리센서 출력을 입력 받기 위해 그림 3과 같이 full-up 저항을 통하여 SCL과 SDA를 연결하였다. 이때 거리센서의 규격에 맞도록 full-up 저항은 4.7kΩ으로 하여 I2C I/O Interface를 설계하였다.

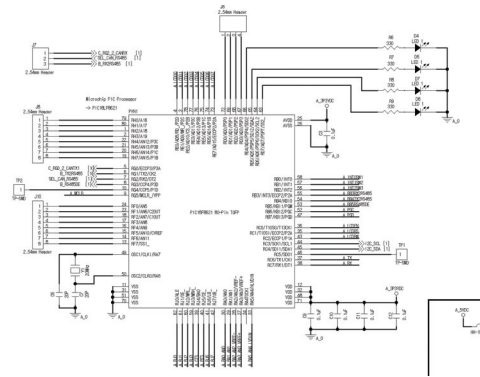


그림 2. MCU(PIC18F8722) Interface
Fig. 2. MCU(PIC18F8722) Interface

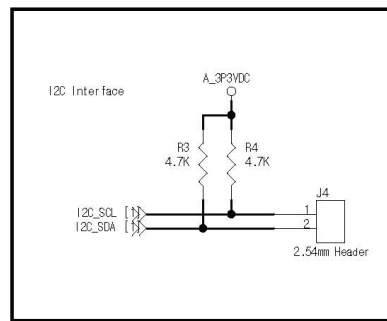


그림 3. I2C I/O Interface
Fig. 3. I2C I/O Interface

RS485 통신 방식의 규격인 기울기센서 출력을 PIC18이 받기 위해서는 그림 4와 같이 Transceiver IC인 SP3485를 사용하여 RS485 I/O Interface를 설계하였다.

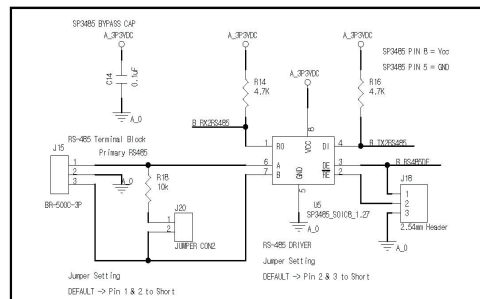


그림 4. RS485 I/O Interface
Fig. 4. RS485 I/O Interface

충격센서의 Analog 출력 값을 PIC18에 내장되어 있는 ADC(Analog to Digital Converter)에 연결하기 위해 그림 5와 같이 ADC Input Interface를 설계하였다.

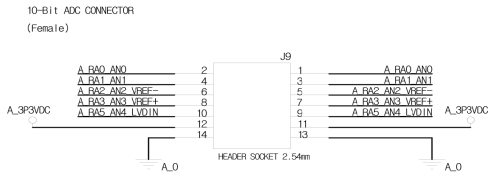


그림 5. ADC Input Interface
Fig. 5. ADC Input Interface

IV. 성능검증 및 고찰

HW control을 위해 그림 6과 같은 플로우의 SW를 설계하여 성능을 검증하고 고찰하였다.

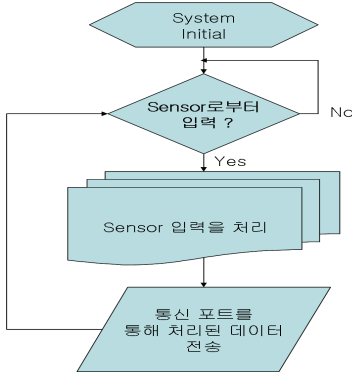


그림 6. 제어 프로그램 순서도
Fig. 6. S/W Flow chart

1. 충격 센서 실험 및 결과

실험 방법은 그림 7와 같이 충격센서의 출력 전압을 센서 보드에서 ADC로 입력 받아 디지털 값으로 변환하여 RS232를 통해 PC로 전송하여 결과 값을 오실로스코프의 결과(그림 8)와 비교 확인하였다.

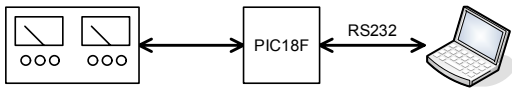


그림 7. 충격 센서 실험 방법
Fig. 7. Experiment of shock sensor

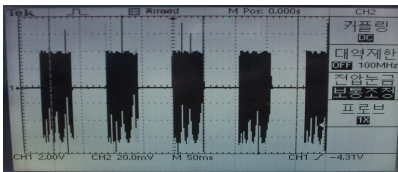


그림 8. 충격 발생 시 오실로스코프 출력
Fig. 8. Output of Oscilloscope

2. 거리센서 실험 및 결과

실험방법은 그림 9와 같으며, 거리센서의 출력(I2C)을 센서 보드에서 처리 후 PC로 전송하여 센서의 출력 결과와 비교 확인하였다.

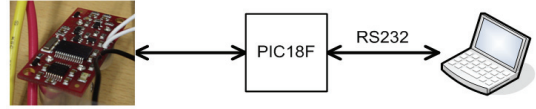


그림 9. 거리 센서 실험 방법
Fig. 9. Experiment of Sonic sensor

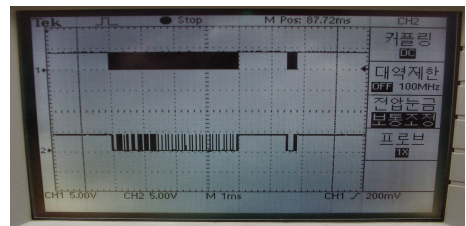


그림 10. SCL과SDL신호측정결과
Fig. 10. Oscilloscope output for I2C

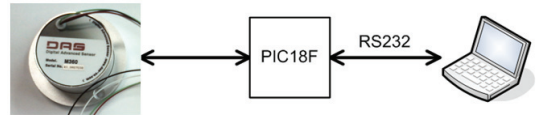


그림 11. 기울기센서 실험 방법
Fig. 11. Experiment of Slop Sensor

3. 기울기 센서 실험 및 결과

사용된 기울기 센서는 RS485를 통해 명령을 전달하면 명령에 따라 자동으로 기울기를 센싱하여 RS485를 통해 기울기 값을 전송한다. 센서 보드에서는 RS485통신 포트를 통해 기울기 값을 읽어와 처리 후 PC로 전송하여 실제 기울기와 비교 확인하였다.

V. 결론

본 논문에서는 차량의 안전과 안락함 제공을 목적으로 차량을 제어하기 위한 다양한 기술 중 하나인 안전 진단 센서 제어 및 차량 내부 통신망과의 연계를 목적으로 하드웨어를 구성하고 콘트롤러를 프로그래밍하여 실험에

임하였다. 다양한 센서 입력을 받기 위해 Analog 입력을 받아 데이터를 처리할 수 있는 ADC를 내장한 MCU를 선택하였고, 센서들이 출력으로 많이 사용하고 있는 RS485 통신과 RS232 통신, I2C 통신을 소프트웨어로 처리하였으며, 입력 받은 센서 데이터를 MCU에서 처리하여 RS485, RS232, CAN 등을 통해 제어부로 전달할 수 있도록 구현하였다.

현재 차량에서 사용할 수 있는 많은 종류의 센서들이 있지만 센서 출력 인터페이스가 통일되어 있지 않아 센서로부터의 입력을 처리하는 데 어려움이 있으며, 센서 입력을 처리하여 각 제어부로 처리 데이터를 전송할 수 있는 일관된 인터페이스가 없는 시점에서 본연구의 결과는 의미 있다고 할 수 있으며, 심화된 연구를 통해 경쟁력 있는 차량용 센서 네트워크 솔루션이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] Robert Bosch GmbH, CAN Specification Version 2.0 Part A & Part B, Bosch Automotive

Electronics Division, Sep, 1991.

[2] International Standard ISO 11898-1, Road vehicles -Controller area network (CAN)- "Part 1: Data link layer and physical signalling", 2003

[3] Bob. Henderson, The Haynes OBD-II & Electronic Engine Management Systems Manual, 1st Edition, Motorbooks Intl, Nov 2006.

[4] Roy Cox, "Introduction To OBD-II", Thomson Learning, Oct 2005., Global Information Technology Co., Ltd, "HI-DS SCANNER User's Manual & Reference Hand Book", 2006

[5] International Standard ISO 15765-1, Road vehicles -Diagnostics on Controller Area Networks (CAN)- "Part 1: General information", 2004

[6] National Instrument, "Automotive Diagnostic Command Set User Manual", January. 2007

[7] Interface Circuits for TIA/EIA-485(RS-485) Design Notes, Texas Instruments, 2007.03

저자 소개

정 순 호 (정회원)



- 성균관대학교 전기공학박사
- 2008년~현재 : 서울과학기술대학교 NID융합기술대학원 박사과정
- 1994년~2000 : LG반도체 ASIC Design 연구원
- 2000년~2007년: 승전상사 응용기술 팀 연구원

<관심분야 : USN, 차량용 네트워크, 임베디드시스템, 홈네트워크 무선통신기술, LSI 설계>

김 성 권 (정회원)



- 2002년 : 일본 Tohoku 대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 2002년~2004년 : 일본 Tohoku 대학교 전기통신연구소 Assistant Professor & Research Fellow
- 2004년 ~ 2009년 : 목포해양대학교 해양전자통신공학부 조교수
- 2009년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교

매체공학과 조교수
<관심분야 : 주파수분배정책 및 주파수의 효율적 사용에 관한 연구, 무선통신용 LSI 설계, 고주파 회로설계, 무선통신시스템>

차 재 상 (정회원)



- 2000년 : 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- 2002년 : ETRI 이동통신연구소 무선 전송기술팀 선임연구원
- 2008년 : 미국 플로리다 대학교 방문교수
- 2009년~현재 : 서울과학기술대학교 매체 공학과 교수

<주관심분야 : 디지털 방송 전송 기술, Cognitive Radio, UWB, 홈네트워크 무선통신기술, 대역확산 및 다중 접속기술, 4세대 이동통신기술>