

CAN을 이용한 선박용 탱크 모니터링 시스템 개발

박진우, 지석준, 이장명
 * 부산대학교 전자공학과, ** (주) 한라 레벨

Development of Tank Monitoring System using CAN

Jin-Woo Park, Suk-Jun Ji, Jang-Myung Lee
 * Electronics Eng. Pusan National University, ** Hanla Level Co. LTD

Abstract - 선박내에는 많은 종류의 탱크들이 산재하고 있으며, 잔존량 및 이상유무를 실시간을 취합하여, 모니터링 할 수 있는 시스템은 선박에 있어서 필수적이다. 기존의 모니터링 시스템에서는 데이터의 종류가 많은 경우, 이를 구분하기 위한 처리와 전송과정에서 발생하는 전송 에러에 대한 처리를 호스트에서 수행하므로 많은 부하가 걸리게 된다 따라서, 본 논문에서는 에러 자동 검출 및 재 전송의 자동 수행 및 분산 제어 기능을 제공하는 CAN을 이용해 탱크 모니터링 시스템을 설계하고, 구현한다.

층과 데이터 링크 제어 계층에 의해 정의되어있다(ISO 11898).

기본적으로 CAN 프로토콜은 데이터 프레임(Data Frame), 리모트 프레임(Remote frame), 에러 프레임(Error Frame) 그리고 오버로드 프레임(Overload Frame)이라는 4개의 프로토콜 프레임 형태를 제공한다. 그림 1은 기본이 되는 데이터 프레임의 기본 형태로 Start of Frame(SOF), Arbitration Field, Control Field, Data Field, CRC(Cyclic Redundancy Code) Field, Acknowledge Field, End of Frame으로 구성된다[5][6].

1. 서 론

대형 선박에는 각종 탱크 즉 화물유 탱크, 연료유 탱크, 청수 탱크, 발라스트 탱크등 많은 저장용 탱크가 산재해 있으며, 이들 각 탱크의 잔존량 및 이상 유무를 실시간으로 취합하여 모니터링 할 수 있는 시스템은 선박에 있어서 필수적인 것이다. 기존의 선박용 탱크 모니터링 시스템에서 입력 되어지는 데이터의 종류가 많은 경우, 이를 구분하기 위한 처리와 전송 과정에서 발생하는 전송 에러에 대한 처리를 호스트 컴퓨터에서 수행하므로 많은 부하가 걸리게 된다. 근래에는 이를 해결하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 그 해결 방법중에 CAN (Controller Area Network)를 이용한 분산 제어 기법이 제시되고 있다[1][2].

Bosch사에 의해서 처음 개발되어진 CAN은 차량 내에서 제어모듈, 센서, 액츄에이터등을 연결하기 위해 만들어진 시리얼 통신 프로토콜이다. CAN는 전통적인 배선을 사용하는데서 오는 데이터 전송상의 한계를 극복하여, 높은 데이터 전송률과 안정성을 바탕으로 분산된 실시간 제어를 효율적으로 지원해 준다. 또 시리얼 데이터를 이용해 케이블이 차지하는 면적과 커넥터의 수를 줄여주고, 모든 스테이션이 동등한 제어권을 가지는 멀티 마스터(Multi-master)기능을 제공한다. 최근에는 빠른 전송 속도, 유연성, 높은 데이터 안정성, 멀티 마스터 기능, 시스템의 동기화, 에러 감지 기능등의 장점이 알려져 자동차 분야뿐만 아니라, 로봇 제어, 공장 자동화, 빌딩 자동화등 그 사용 범위가 점점 넓어지고 있다[3][4].

본 논문에서는 데이터의 실시간 고속 처리, 여러 교정 및 잡음에 강한 것으로 알려진 CAN을 이용하여 선박용 탱크 모니터링 시스템을 설계하고 구현한다. 이어지는 2장에서 CAN의 구성에 대해서 다루고, 3장에서는 설계/구현되어진 모니터링 시스템의 하드웨어·소프트웨어 부분을, 마지막 4장에서는 구현되어진 시스템의 특징과 향후 과제등으로 구성되어진다.

2. Controller Area Network (CAN)

Bosch사에 의해서 개발된 CAN 통신 프로토콜은 디바이스들간의 정보 교환 방식을 ISO의 OSI 참조 모델에 의거하여 7개의 계층중에서 하위 두 개 층인 물리적 계

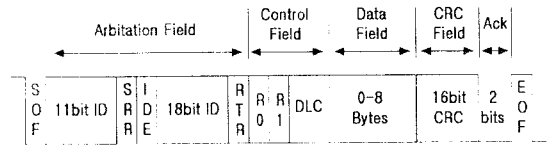


그림 1 CAN 프로토콜의 기본 데이터 프레임

CAN은 다음과 같은 중요한 특징을 갖는다.

- 모든 스테이션이 네트워크에 대한 동등한 제어권을 갖는 분산 접속 통제(Distributed Access Control)의 원칙을 이용
- 최고 1M BPS의 전송 속도
- 15bit Cycle Redundancy Check(CRC), Bit Stuffing Check등의 다양한 오류 검출 기능 및 자동 재전송
- 내용 기반 어드레싱(Content-based addressing)으로 일한 시스템 구성의 유연성
- 메시지 중요도에 따른 우선 순위 할당 가능

3. 탱크 모니터링 시스템

설계된 CAN을 기반으로 하는 선박용 탱크 모니터링 시스템의 형태는 그림 2와 같다.

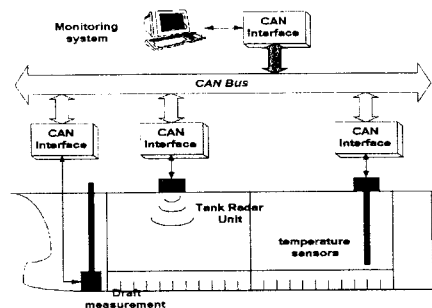


그림 2 탱크 모니터링 시스템의 구성

그림 2에서 처럼 유조선등 대형 선박내에서는 수십, 수백개의 각종 탱크가 존재하며, 각종 센서에서 나오는 측정결과들도 전압, 저항, 전류등 다양한 형태 나타나게 된다. 따라서 이러한 각종 센서의 출력을 취합하여 호스트 컴퓨터로 전송할 수 있는 데이터 획득 및 처리부가 필요로 하게 되며, 이때 처리되어야 하는 센서 출력 형태 및 데이터 획득/전송 방법은 그림 3과 같다[7][8][9].

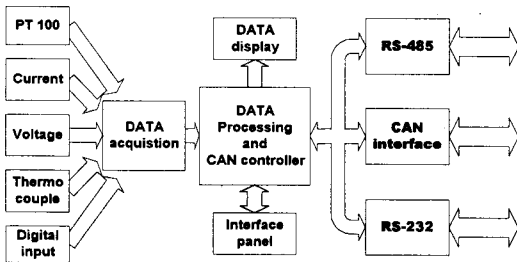


그림 3 데이터 획득 및 처리

그림 3에서 처럼 데이터 획득 보드 부분에서 각종 센서 데이터의 입력을 받게 되며, 입력 받은 데이터들은 제어 보드 부분에서 처리, CAN 신호 또는 RS232, 485 신호로 변환하여 호스트 컴퓨터를 전송하게 되며, 각 제어 보드에 부착되어 있는 LCD 패널에서 현재의 상황을 알 수 있도록 하였으며, 키패드(Key-Pad)를 이용하며, 각종 파라메타 설정 및 수정할 수 있도록 하였다

3.1 하드웨어 (Hardware)

기존의 탱크 모니터링 시스템은 주로 RS232, 485를 이용하여, 시스템이 구성되어지므로 본 시스템에서도 기존의 시스템과 호환을 위해 RS232, 485를 지원하도록 설계되어졌으며, 그 블록도는 그림 4와 같다

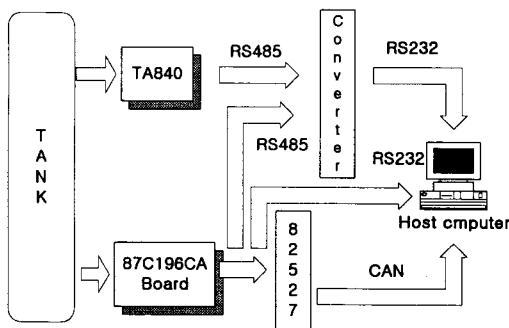


그림 4 기존 시스템과 호환을 위한 블록도

그림 4의 TA840 센서 모듈은 대형 유조선등에서 주로 이용되는 모듈로써, 탱크에 저장된 양 및 온도 압력등을 알려주는 모듈이며, 그 외의 각종 연류유 탱크, 청수 탱크, 발라스트 탱크등에 탑재된 센서의 출력은 주로 전압, 전류, 저항 그리고 디지털 값의 형태로 나타나며, 이는 데이터 획득 모듈에서 처리하게 된다.

데이터 획득 모듈은 16 채널의 아날로그 획득부와 1 채널의 디지털 입·출력 부분으로 구성되어 있으며, 모든 아날로그 채널은 스위치를 사용하여, 셋팅에 따라 전압, 전류, PT-100, 열전쌍(Thermo-couple)등의 센서 신호를 입력 받을 수 있도록하였다.

아날로그 데이터를 입력시, 별도의 AD 변환기를 사용하지 않고, 87C196CA에 내장된 AD 변환기를 사용하였다. 내장된 AD 변환기는 8비트로서, 5V를 기준으로 했을 때 분해능은 19.6mV가 된다. 또한 여러 채널의 아날로그 입력 값을 받기 위해서 아날로그 멀티플렉서를 사용하였는데, 8×1 MUX인 DG508A 2개를 사용하여 총 16 채널의 데이터를 입력 받을 수 있도록 설계하였다. 그림 5는 아날로그 획득부 1 채널에 대한 회로를 나타낸 것이다.

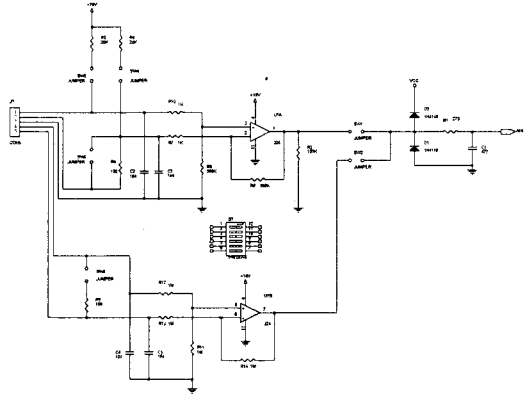


그림 5 아날로그 획득부

디지털 출력은 총 8비트로서 포토 커플러로 절연하였으며, 오픈 컬렉터(Open-collector) 형태로 구성하여, 15V, 300mA의 부하를 구동할 수 있게 하였다. 또 외부에 제너 다이오드를 부착하여, 과전압으로부터 보드를 보호하게 하였고, 디지털 입력 역시 8비트로서 포토 커플러를 사용하여, 절연하였으며, 오버 전압 보호 회로도 첨가 하였다.

제작된 하드웨어는 그림 6과 같이 4개 부분 즉, 주 제어 보드부, 데이터 획득 보드부, 로컬 입출력 장치 보드부 그리고 호스트 컴퓨터와의 인터페이스 보드부로 나누어 설계, 제작하였다.

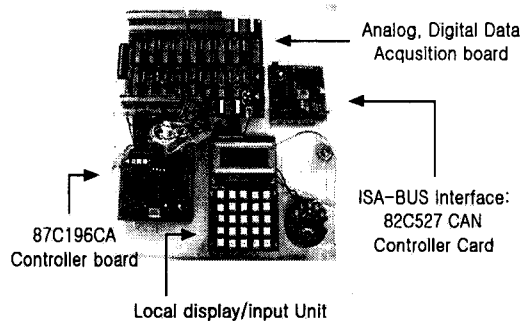


그림 6 구현된 하드웨어

설계된 각 모듈에서 나오는 CAN 신호와 호스트 컴퓨터의 데이터 송수신을 위해서 AN82527 CAN 컨트롤러를 이용해서 인터페이스 하였으며[10][11], RS485 신호는 RS485-232 컨버터를 통해서 호스트 컴퓨터의 시리얼 포트에 연결 되도록 하였다.

표 1은 설계되어진 모니터링 시스템의 주요 사양을 나타낸 것이다.

표 1. 시스템 주요 사양

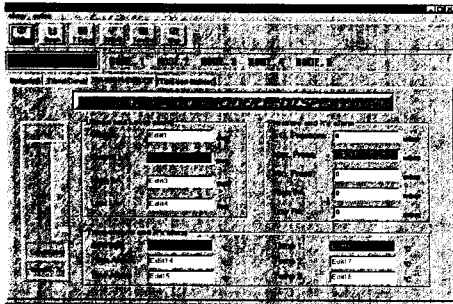
Main Controller	87C196CA(On-chip CAN, Intel)
CAN Controller	AN82527 (Intel)
CAN Driver	82C250 (Phillips)
Memory	32K PROM+8K EEPROM
485 Communication	MAX 485 (Maxim)
Data processing	16 Channel Analog Input + 1 Channel digital I/O

3.2 소프트웨어 (Software)

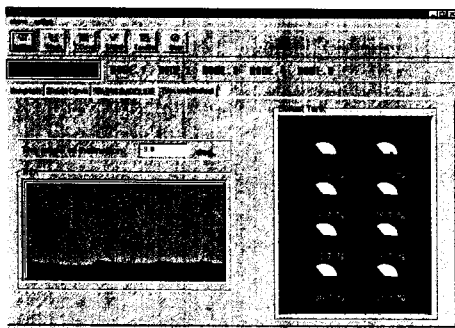
82527 인터페이스 및 시리얼 포트에서 들어온 각종 데이터를 사용자 위주의 인터페이스(GUI)를 구현하여, 실시간으로 화면에 보여준다. RS232, 485에서 오는 데이터 및 CAN에서 오는 데이터를 처리하도록 하였다. 설계된 모니터링 시스템은 5km 거리내에서 20Kbps로 데이터를 송/수신하여 처리하도록 만들어져 있다.

전체적인 소프트웨어 구현은 Borland사의 C++ builder를 이용하여 구현하였다. 각 탱크의 모듈별 상태, 외부 환경의 정보, 전체적인 선박의 상태와 위험요소 등을 화면상에서 쉽게 나타내기 위해 GUI 방식으로 구현하였으며, 이상 발생시 시각적 알람뿐만 아니라 경보음도 울리도록 설계하였다. 또한 각종 모니터링에 필요한 입력들을 기본적으로 터치 스크린으로 입력이 가능하도록 구현하였다.

그림 7는 구현 예를 나타낸 것이다.



(a) 기존 모듈과의 인터페이스



(b) 기름기 및 발라스트 탱크 표시

그림 7. GUI 구현 예

그림 7의 (a)는 설계된 제어부/데이터 획득부외에도 기존의 시스템과 호환할수 있도록 구성한 예를 보인 것

으로, 현재 많이 사용되고 있는 TA840 모듈과 인터페이스 예를 나타낸 것이며, (b)에서 왼쪽 그림은 수면에 대하여 선박의 기온 정도를 그림과 수치적으로 표현한 것이며, 오른쪽 그림은 선박에 있어서 균형을 잡아주는 Ballast 탱크들의 상태를 그림으로 나타낸 예를 보여주는 것이다.

4. 결 론

본 논문에서는 실시간 및 분산처리에 적합한 CAN을 이용하여 선박용 탱크 모니터링 시스템을 개발하였다. 개발된 모니터링 시스템은 특징은 다음과 같다.

- CAN을 이용하여, 각종 데이터 전송시, ID 부여에 의한 모듈의 구별, 추가가 용이
- 기존 시스템과의 호환을 위한 RS232, RS485 통신 기능 제공
- 편리한 사용자 인터페이스 기능 제공

향후 과제으로써는 보다 효율적인 데이터 처리를 위한 전송 메시지 또는 태스크들간의 우선 순위 정의 등의 스케줄링에 대한 연구가 진행되어져야겠으며, 실제 선박에 설치할 경우, 일어나는 제반 문제에 대해 다루어야 될 것이다.

본 연구는 중소기업청의 "99년도 중소기업 기술 혁신 개발 사업"에 따른 지원으로 수행 되었으며, 이에 감사드립니다.

(참 고 문 헌)

- [1] Zoran Stare, "Automatic data acquisition and control system," *Proceedings of 2nd international CAN Conference*, pp. 10/20-10/27, 1995.
- [2] M. Dani Baba and E.T. Power, "Scheduling Performance in Distributed Real-Time Control System," *Proceedings of 2nd international CAN Conference*, pp. 7/2-7/11, 1995.
- [3] Martin Gergeleit, Hermann Streich, "Implementing a Distributed High-Resolution Real-Time Clock using the CAN-Bus," *Proceedings of 1st international CAN Conference*, 1994
- [4] 권대현, 박원일, 임준형, "CAN 시스템을 위한 트래픽 분석 / 생성 시스템 구현," KACC, pp. 652-655, 1998
- [5] Robert Bosch GmbH, CAN Specification 2.0 Part A&B, Stuttgart, 1991.
- [6] CAN-the technical introduction, *CAN in Automation*, <http://www.can-cia.de/ican.htm>
- [7] 荒井由太郎, 센서 인터페이싱 No. 1, 기전 출판사, 1991.
- [8] Joseph J. Carr, SENSOR AND CIRCUITS, Prentice hall, 1993.
- [9] David A. Bell, OPERATIONAL AMPLIFIERS - APPLICATIONS, TROUBLESHOOTING, AND DESIGN, PRENTICE HALL, 1990.
- [10] Intel. 82527 Serial Communication Controller - Controller Area Network Protocol, Order Number 272250-006, 1995
- [11] Intel, 82527 Serial communication controller architectural overview, order Number 272410-003, 1996