

CAN을 기반으로 하는 실시간 탱크 모니터링 시스템

박진우^{*} · 진기홍^{*} · 노동규^{*} · 박재한^{*} · 지석준^{**} · 이장병^{*}

^{*} 부산대학교 전자공학과, ^{**} (주) 한라레벨

Real-Time Tank Monitoring System based on CAN

Jin-Woo Park^{*} · Ki-Hong Jin^{*} · Dong-Ku No^{*} · Jae-Han Park^{*} · Suk-Jun Ji^{**} · Jang-Myung Lee^{*}

^{*} Electronics Eng. , Pusan National University , ^{**} Hanla Level Co. LTD

E-mail : jwpark@home.pusan.ac.kr

요 약

대형 선박에는 각종 저장용 탱크가 산재해 있으며, 이들 각 탱크의 잔존량 및 이상 유무를 실시간으로 취합하여, 모니터링 할 수 있는 시스템은 선박에 있어서 필수적이다. 기존의 선박용 탱크 모니터링 시스템에서 입력되는 데이터의 종류가 많은 경우, 이를 구분하기 위한 처리와 전송 과정에서 발생하는 전송 에러에 대한 처리를 호스트 컴퓨터에서 수행하므로 많은 부하가 걸리게 된다. 따라서 본 논문에서는 에러 자동 검출 및 정정의 자동 수행 및 실시간 분산 제어 기능을 제공하는 CAN을 이용해 실시간 탱크 모니터링 시스템을 설계하고, 구현한다.

ABSTRACT

There are many kinds of tank in the vessel. Tank monitoring system is essential to vessel for checking errors of tank and measuring existing capacity. In the case of having many data from tank and sensor modules, host computer has much load because it has to process error handling that it occurred during transmission and identify data that where it comes from in the conventional system. In this paper we design and implement high-speed real-time tank monitoring system based on CAN that supports real-time distributed control and detection & correction for error during transmission.

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 방법 중에 CAN(Controller Area Network)을 이용한 방법이 제시되고 있다[1][2].

Bosch사에 의해서 처음 개발되어진 CAN은 차량 내에서 제어모듈, 센서, 액츄에이터등을 연결

하기 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 데이터 버스를 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 마스트 기능, 시스템의 동기화, 에러 감지 기능등의 장점이 알려져 자동차 분야 뿐만 아니라, 로봇 제어, 공장 자동화, 빌딩 자동화등 그 사용 범위가 점점 넓어지고 있다[3][4].

본 논문에서는 많은 데이터의 실시간 고속 처리, 에러 교정 및 잡음에 강인한 것으로 알려진 CAN을 이용하여 선박용 탱크 모니터링 시스템을 설계하고 구현한다. 이어지는 2장에서 CAN의 구

성에 대해서 다루고, 3장에서는 설계/구현되어진 모니터링 시스템의 하드웨어·소프트웨어 부분을, 마지막 4장에서는 구현되어진 시스템의 특징과 향후 과제등으로 구성되어진다.

II. Controller Area Network(CAN)

Bosch사에 의해서 개발된 CAN 통신 프로토콜은 디바이스들간의 정보 교환 방식을 ISO의 OSI 참조 모델에 의거하여 7개의 계층중에서 하위 두개 층인 물리적 계층과 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 구성되어진다[5].

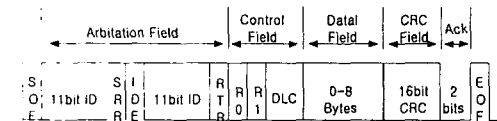


그림 1 CAN 프로토콜의 기준 데이터 프레임

CAN에 의해 데이터가 교환될 때 어떠한 스테이션도 주소화 되지 않으며, 메시지의 내용은 통신망에서 유일하게 존재하는 메시지 ID (Identifier)에 의해서 정해진다. ID는 메시지의 내용뿐만 아니라 우선순위로 결정하게 된다. 이것은 여러개의 스테이션이 동시에 버스를 액세스 하려고 할 때 버스 할당을 위해서도 중요한 역할을 한다.

CAN에서의 내용지향(Content-oriented) 어드레싱 구조에 의해 구성의 융통성을 꾀할 수 있으며, 새로운 스테이션이 수신기라면 어떠한 하드웨어나 소프트웨어의 변경없이 현존하는 CAN 통신망에 붙일 수 있다. 또한 데이터 전송 프로토콜이 물리적인 도착지의 주소를 필요로 하지 않기 때문에 브로드 캐스트(Broadcast) 또는 멀티 캐스트(Multicast)와 같은 다중 수신과 분산처리를 가능케 한다.

실시간 처리에 있어서 통신망에서 교환되는 메시지의 긴급성은 메시지의 내용에 따라 다르게 될 수 있다. 예를 들어 차량의 경우, 엔진 부하와 같이 빠르게 변하는 것은 엔진의 온도와 같이 상대적으로 느리게 변화하는 것 보다 좀 더 자주 처리해야 할 것이다.

전송되어지는 메시지의 우선순위는 해당 메시

지의 ID에 의해 결정되어지며 이것은 시스템을 디자인 하는 동안 결정되며, 낮은 수를 갖는 ID가 높은 우선 순위를 가지게 된다.

버스 액세스 충돌은 CAN 버스의 구조상 송신 로직과 수신 로직이 같은 라인에 접속 되어 있어서 송신중에 데이터 비트를 확인함으로써 이루어진다. 리세시브(Recessive : 논리적으로 1) 비트 전송동안 도미넌트(dominant : 논리적으로 0)가 감지되면 송신 로직은 전송을 중단한다. 1개나 두개 이상의 데이터 프레임이 충돌을 일으키더라도 우선 순위가 높은 프레임이 전송되도록한다. 유일한 식별자를 사용할 때 네트워크상의 우선 순위가 분명해지므로 프레임이 충돌하여 손상하는 것을 막을 수 있다. 메시지 ID는 상위 비트부터 전송 되기 때문에 ID를 숫자로 표현했을 경우 낮은 ID가 높은 우선 순위를 가진다. 버스 레벨의 비트를 관찰하고 있는 각각의 노드에 의해 ID에서 Bitwise arbitration을 통해 해결되는데 도미넌트(dominant : 논리적으로 0)가 리세시브(Recessive : 논리적으로 1)를 덮어쓰는 메카니즘에 의해 버스 할당의 경쟁은 해결된다. 경쟁에서 패배한 모든 스테이션들은 가장 높은 우선 순위를 갖는 메시지의 수신기가 되고 버스가 다시 사용 가능할 때까지 전송을 재시도는 하지 않는다. 그림 2는 일반적인 버스 중재 동작의 예를 나타낸 것이다[6].

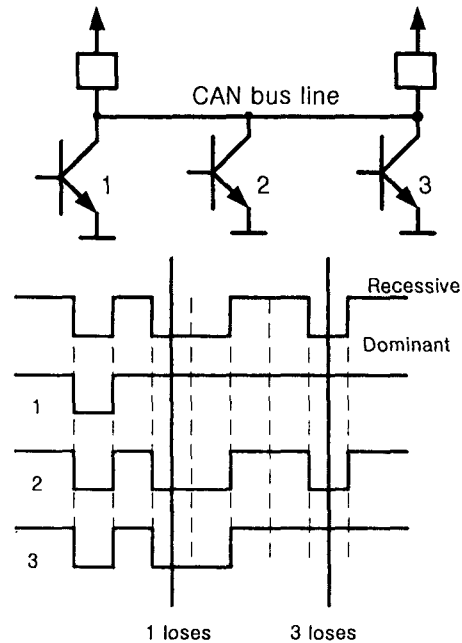


그림 2 일반적인 버스 중재 동작

CAN 버스에서는 '0'을 도미넌트 비트로 사용하기 때문에 버스상에서 '0'과 '1'이 동시에 존재 할때는 '1'은 무시된다. 따라서 그림 2에서 노드 2

가 다른 노드 보다 우선 순위가 높기 때문에 노드 2가 송신한 데이터 프레임이 버스상에 남고 다른 노드의 데이터 프레임의 전송은 중단된다.

III. 탱크 모니터링 시스템

CAN을 기반으로 하는 선박용 탱크 모니터링 시스템의 형태는 그림 3과 같다.

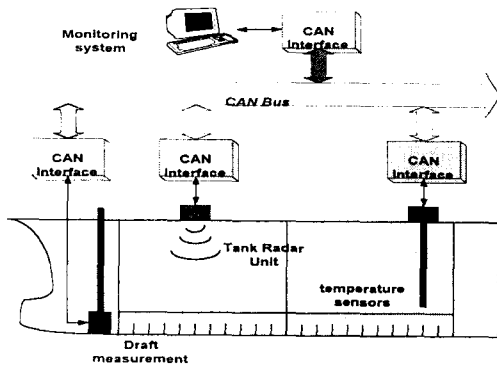


그림 3 탱크 모니터링 시스템

그림 4에서처럼 유조선 등 대형 선박내에서는 수십개의 각종 탱크가 존재하며, 각종 센서에서 나오는 측정결과들도 전압, 저항, 전류 등 다양한 형태 나타나게 된다. 따라서 이러한 각종 센서의 출력을 취합하여 호스트 컴퓨터로 전송할 수 있는 데이터 획득 및 처리부가 필요로 하게 되며, 이때 처리되어야 할 센서 출력 형태 및 데이터 획득/전송 방법은 그림 4와 같다[7][8].

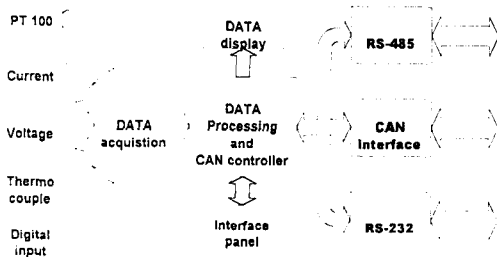


그림 4 데이터 획득 및 처리

그림 2에서처럼 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 파라메

트 설정 및 수정할 수 있도록 하였다.

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 5와 같다

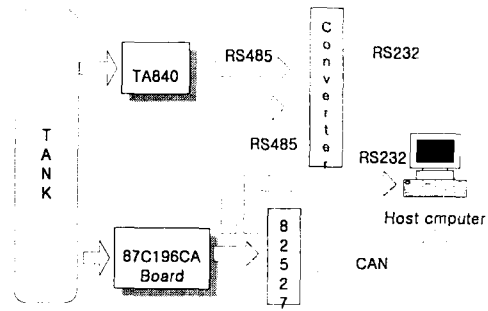


그림 5 기존 시스템과 호환을 위한 블록도

그림 5의 TA840 센서 모듈은 대형 유조선 등에서 주로 이용되는 모듈로써, 탱크에 저장된 양 및 온도 압력등을 알려주는 모듈이며, 그 외의 각종 연료유 탱크, 청수 탱크, 발라스트 탱크등에 탑재된 센서의 출력은 주로 전압, 전류, 저항 그리고 디지털 값의 형태로 나타나므로, 이는 87C196CA 제어 보드에서 처리하게 되며, 그림 6과 같다.

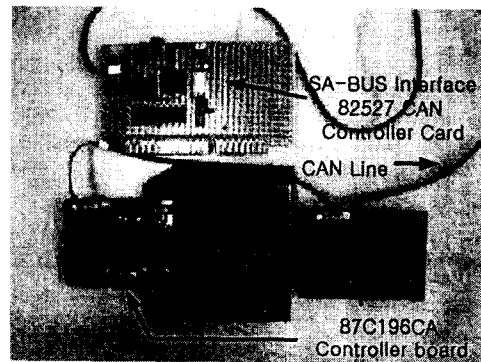


그림 6 설계되어진 CAN 시스템

설계된 각 모듈에서 나오는 CAN 신호와 호스트 컴퓨터의 데이터 송수신을 위해서 82527 CAN 컨트롤러를 이용해서 인터페이스 하였으며[9][10], RS485 신호는 RS485-232 컨버터를 통해서 호스트 컴퓨터의 시리얼 포트에 연결 되도록 하였다. 표 1은 설계되어진 시스템의 주요 사양을 나타낸 것이다.

표 1. 시스템 주요 사양

Main Controller	87C196CA (On-chip CAN)
CAN Controller	82527 (Intel)
CAN Driver	80250 (Intel)
Memory	32K PROM+8K EEPROM
485 Comuication	MAX 485 (Maxim)
Data processing	16Channel Analog Input + 16Channel digital I/O

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 초당 약 400byte의 데이터를 송/수신하여 처리하도록 만들어져 있다. 그림 7는 모니터링 프로그램의 한 부분을 나타내었다.



그림 7 GUI 구현

그림 7은 Borland사의 C++ builder 3.0을 이용하여 구현하였다. 본 시스템은 해양에서 사용되어 지므로 도표, 그림 형태로 구현하여 쉽게 탱크의 상태를 알 수 있게 하였으며 이상 발생시 시각적 알람뿐만 아니라 경보음도 울리도록 설계하였다. 또한 각종 모니터링에 필요한 입력들을 기본적으로 터치 스크린으로 입력이 가능하도록 구성하였으며, 사용되어진 터치 스크린은 Microtouch사의 Touchwave 제품을 이용하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 CAN을 기반으로 하는 실시간 선박용 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였다. 구현되어진 선박 탱크 모니터링 시스템을 다음과 같은 특징을 가진다.

- 각종 데이터 전송시 ID 부여에 의한 모듈의

구별, 추가가 용이

- 전송중 에러 발견 및 응답의 하드웨어적 처리로 인한 호스트 컴퓨터의 태스크 감소
- 기존의 시스템과의 호환을 위한 RS 485, 232 통신 기능 제공
- 각종 센서의 출력 값(전압, 전류, 저항)의 처리를 위한 데이터 처리 보드
- 실시간 분산 처리 기능
- 편리한 사용자 인터페이스 (GUI) 구현

향후 과제로서는 보다 효율적인 데이터 처리를 위한 전송 메시지 또는 태스크들간의 우선 순위 정의등의 스케줄링에 대해 연구가 진행되어야 할 것이다.

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

참고문헌

- [1] Zoran Stare, Mario Cifra, "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 인터페이스 No. 1, *기전 출판사*, 1991.
- [8] Joseph J. Carr, *SENSOR AND CIRCUITS*, Prentice hall, 1993.
- [9] Intel. 82527 Serial Communication Controller - Controller Area Network Protocol, Order Number 272250-006, 1995
- [10] Intel, 82527 Serial communication controller architectural overview, order Number 272410-003, 1996