FlexRay 기반의 지능형 BNWAS 및 NMEA 프로토콜 브릿지 구현

김관형*, 김 민**, 변기식**
*동명대학교 컴퓨터공학과
**부경대학교 제어계측공학과

Implementation of Intelligent BNWAS and NMEA protocol Bridge Based on RlexRay

Gwan-hyung Kim*, Min Kim**, Gi-sig Byun**
*Dept. of Computer Engineering, TongMyung Univ.
**Dept. Control & Instrumentation, PuKyong National Univ.
E-mail : taichiboy1@gmail.com

요 약

본 논문은 해상전자장비의 인터페이스(Interface) 표준인 NMEA(National Marine Electronics Association) 기반의 해상전자장비 표준 프로토콜과 선교 항해당직 경보시스템(BNWAS : Bridge Navigational Watch Alarm System)에 관한 표준을 따라 안정적이고 Real-Time을 지원하는 FlexRay 기반으로 구현하고자 한다. 기존의 선박통신에 사용되는 NMEA 통신 프로토콜과 BNWAS은 RS-232, RS-422 등으로 구현하고 있다. 때문에 통신에 대한 안정성 및 신뢰도를 보장하기 어려운 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 FlexRay 통신 규격들을 적용하여 전송 중 데이터의 손실되거나 오류가 생기지 않도록 선박내 통신에 사용할 수 있는 차세대 FlexRay 프로토콜을 사용하여 안정성과 신뢰도를 제시하고자 한다.

ABSTRACT

This paper presents a stable real-time based FlexRay technology which is employed with a standard protocol of the marine electronic equipments and the bridge navigational watch alarm system (BNWAS). The traditional marine communications use NMEA communication protocols, and RS-232 and RS-422 techniques in the BNWAS, thus there are difficulty in seeking stability and reliability. To overcome such problems we utilize the FlexRay protocol technique to prevent data loss or error.

키워드

BNWAS, NMEA, FlexRay

Ⅰ. 서 론

최근 선박 및 해상 물류 자동화는 물류증대와 함께 선박의 운용은 더욱 복잡해지는 반면 근무조건이 상대적으로 열악해 지고 꾸준한 감소 추세에 있다. 이러한 현상으로 인하여 운영자 오류(Human Error)에 의한 사고율이 증가하고 있다. 때문에 IMO(International Maritime Organization, 국제해사기구)에서는 선박이 운항함에 있어 해상에서 발생할 수 있는 모든 사고(인명, 해상오염, 선박의 손실)를 미연에 예방하고 최소화 하기위해 모든 여객선과 국제항을 운항하는 150GT 이상의 모든 선박에 BNWAS(Bridge Navigation Watch Alarm System)을 2011년 7월1일 이후 선박의 첫 검사 시 까지 강제 탑재토록 MSC(Marine Safety Committee, 해사안전위원회) 86차 회의에서 채택

하였다.

특히, 선교항해당직경보시스템의 주요한 기능은 항해 시 선교 당직사관의 졸음 및 부재 등 당직근무 태만에 의해 발생할 수 있는 해양사고를 사전에 예방하기 위한 시스템으로 일정시간(Dormant Period)를 설정하고 그 설정된 시간 내에 당직사관의 응답(Reset)이 없을 경우, 당직사관의 부재로 인식하여 단계별로 경보조치를 취하는 지능형 항해당직경보시스템이다.

본 논문에 적용하고자 하는 FlexRay 통신 프로토콜은 고속의 시리얼 통신, time triggered bus, fault tolerant 특징을 가지는 통신방식으로 time triggered 방식과 event triggered 방식을 지원하는 특징이 있다. 최대 대역폭은 10Mbit/s로 데이터를 전송하므로 실시간 동작용으로 아주 높은 데이터 전송 속도와 함께 매우 엄격한 에러 관리를 요구하는 분야와 특별한 물리계층을 필요로 하지 않기 때문에 광학 및 전용선로 등과 같은 전송 매체를 모두 지원한다. 더욱이 FlexRay는 버스형, 스타형 네트워크와 하이브리드 네트워크 토폴로지 등을 지원하기 때문에 BNWAS의 백본으로 적용 가능성을 검토하고자 한다.

또한, 본 논문에서는 해상전자장비 인터페이스 표준인 NMEA(National Marine Electronics Association) 통신 프로토콜을 지원하도록 사용자가 선택적으로 모니터링 할 수 있게 구현하고, BNWAS을 FlexRay 기반으로 구현하여 그 성능의 안정성과 효율을 제시하고자 한다.

Ⅱ. NMEA와 FlexRay 통신 시스템

NMEA는 해양 정자공학 산업의 발단과 교육을 위해 모인 비영리 단체이며, NMEA 표준은 해양전자 장비들의 통신을 위해 정의된 인터페이스 프로토콜의 표준이다. 즉, 제어/데이터 송수신을 위해 사용되는 프로토콜인 것이다. 또한, NMEA 해상전자장비의 인터페이스 표준으로 법제와 되어 있어 선내 모든 장비는 NMEA 표준 프로토콜을 준수하도록 되어 있다.

특히, NMEA 메시지의 특징은 모두 ASCII 문자로 구성되며, 20~127개의 데이터로 구성되어 있다. 2008년 11월 1일 NMEA0183 Ver 4.0까지 발표 되었으며, 기본적인 NMEA0183 통신 환경의 표준은 아래와 같으며, 통신 방식은 EIA RS-422 방식을 추천하고 있다.[1][2][3]

Baud rate	: 4,800
Number of data bits	: 8(bit 7 is 0)
Stop bits	: 1(or more)
Parity	: none
Handshake	: none

특히, 새로운 버전 3.0인 NMEA183HS(High Speed)에서는 38,400bps의 통신 속도와 3-선 인터페이스를 권고하고 있다.

BNWAS의 백본으로 사용할 FlexRay 통신의 중요한 특징은 TDMA(Time Division Multiple Access)를 지원한다는 것이다. 즉, 어떤 장치가 버스에 대해 배타적 액세스(exclusive access) 권한을 가지고 있는 동안 각 장치는 고정된 시간창(타임 슬롯)을 가지고 있는 특징이 있다. 이러한 타이 슬롯은 고정된 패턴으로 반복된다. 다시말해 프로그래머가 정의한 일정한 간격으로 반복된다는 것이다.[4][5]

TDMI를 이용한다는 것은 데이터가 버스 상에 있는 시간을 정확하게 예측할 수 있는 특징이 있지만, 모든 노드들이 이러한 통신을 적절하게 처리하기 위해 같은 전역 시간(global time)을 가지고 있어야하는 문제점이 있다.

Ⅲ. FlexRay 기반의 BNWAS 시스템 구성

BNWAS의 운용 모드는 자동, 수동(ON/OFF) 두 가지 운용모드가 있으며, 시스템 블록도는 그림 1.과 같다.

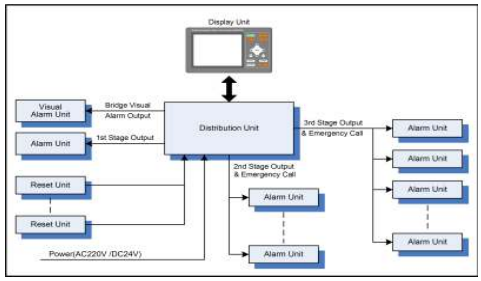


그림 1. BNWAS 관리 시스템 블록도
Fig 1. The block diagram of BNWAS management system

BNWAS 동작 시 경보시스템은 3~12분까지의 Dormant Period(Td)를 가지도록 설계해야 하며, 정확도 측면에서는 환경 조건에서 5% 또는 5초 이내의 정확도로 응답할 수 있어야 한다. 이러한 BNWAS의 동작 순서는 그림 2.와 같다.

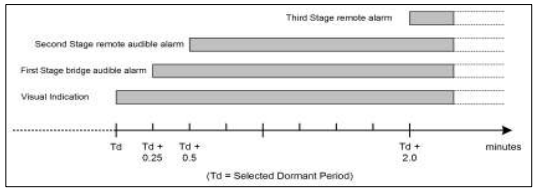


그림 2. 리셋 미입력시 경보순서
Fig 2. Alarm sequence without acknowledgements

시스템 모드(system mode)에서 동작되어야할 알람 시스템 흐름도는 그림 3.에 제시하였다.

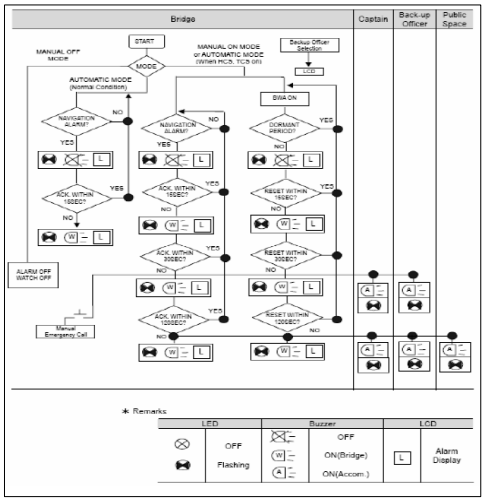


그림 3. 알람 시스템 시간 흐름도
Fig 3. The flow chart of alarm system

NMEA0183 통신 프로토콜을 살펴보면 NMEA0183 통신 브릿지의 설계는 간단하게 해결할 수 있다. 핵심은 수신된 데이터를 어떻게 파싱(parsing) 해야 하는가에 있다. 우선, 데이터를 파싱하기 전에 수신된 데이터 값이 올바른 데이터인지를 검사하는 방법과 문장의 필드를 구분하는 방법이 파싱하는 부분의 핵심이다.

모든 NMEA0183 문장은 체크썸(checksum)을 포함하고 있으며, * 이후에 나오는 16진수 두 자리 숫자가 바로 체크썸이며, '$'와 '*' 사이의 값을 모두 XOR한 값이다. 또한, NMEA0183 프로토콜 분리자는 $, 컴마(,), *, <CR>, <LF> 5가지로 구성되어 있다. 특히 주의 할 점은 ',,,'과 같이 구분자가 연속일 때는 해당 필드값이 비어있다는 것을 알 수 있어야 한다.

이상 없이 파싱이 완료되면 수신 데이터는 사용자의 필요에 따라 수신 데이터를 모니터링 할 수 있으며, 관리 서버로 데이터를 전송할 수 있는 브릿지 기능을 수행 할 수 있도록 시스템을 구성할 수 있다.

BNWAS의 백본으로 활용되는 FlexRay 기반의 원격관리시스템을 구성하기 위하여 FreeScale사의 MC9S12XF512는 16비트 MCU로 2.5, 5, 8, 10Mbps를 지원하는 고속 직렬통신을 지원하며, 내부 클럭은 수정발진기로부터 4~40MHz 범위를 사용하고, 다수의 I/O와 16 채널의 A/D변환을 제공한다. 그러한 MC9S12XF512 MCU를 이용하여 선박 내부의 통신 네트워크를 FlexRay 기반으로 노드를 구현하여 분산 제어를 수행하도록 구현하였다.

FlexRay는 2채널을 지원하며, 기본적으로 64개의 통신 사이클 단위로 시분할 전송을 한다. 통신 사이클 내에는 정적 세그먼트(static segment), 동적 세그먼트(dynamic segment), 심볼 윈도우(symbol window), NIT(network idle time) 4개의 세그먼트로 구분된다. 이러한 세부적인 구성은 그림 4.에 제시하였다.

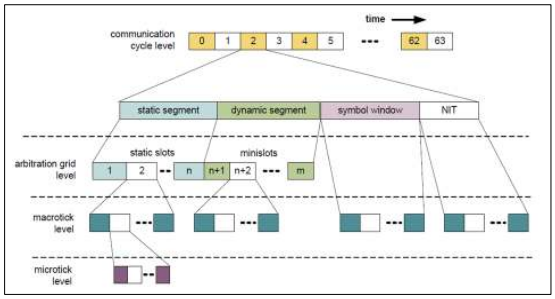


그림 4. FlexRay 타이밍 계층 구조
Fig 4. FlexRay timing hierarchy

FlexRay 프레임 구성은 그림 5.와 같이 해더 세그먼트(head segment), 페이로드 세그먼트(payload segment), 트레일러 세그먼트(trailer segment)로 구성된다.

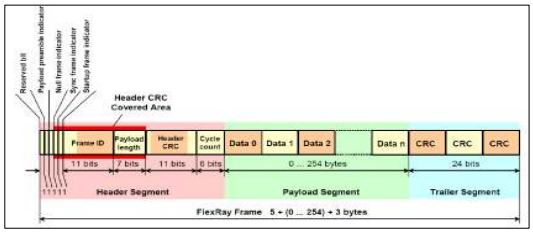


그림 5. FlexRay 프레임 구조
Fig 5. FlexRay Frame structure

FlexRay 노드 즉, BNWAS 알람 유닛은 *FlexRay Communication System Protocol Specification, Version 2.1 Rev A*를 구현한 FlexRay 블록은 3개의 요소를 가지고 있으며, 그 요소는 제어기 호스트 인터페이스(CHI, Controller Host Interface), 프로토콜 엔진(PE, Prodtocol Engine), 클럭 도메인 크로싱 장치(CDC, Clock Domain Crossing Unit)로 구성된다.

Ⅳ. 실험 및 고찰

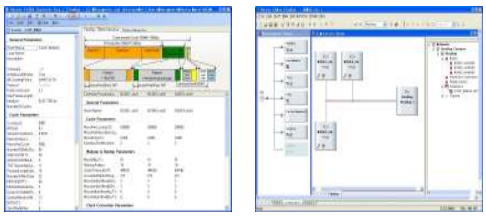
본 논문의 실험을 위하여 FlexRay 기반의 지능적인 BNWAS 및 NMEA0183의 메시지를 처리하기 위한 임의의 3개의 개별 노드를 설계하여 각각 I/O를 통하여 알람장치 및 리셋 스위치를 입출력 하도록 하였다.

실제 BNWAS 및 NMEA0183 메시지 처리 작업은 Freescale 사의 CodeWarrior 통합개발환경 기반의 C/C++ 컴파일러의 고속의 최적화된 코드를 생성하는 개발환경에서 개발하였다. 총 8개의 타이머 중 FlexRay 통신에 사용하는 타이머를 제외 한 임의의 타이머 한 개를 선정하여 BNWAS

에서 사용할 1초 타이머를 설정하여 동작을 하도록 설계하였다. 알람 및 리셋 스위치의 처리는 MC9S12XF512 MCU의 범용 I/O 포트를 이용하여 입/출력을 하도록 설계하였다. 특히, BNWAS 시스템의 리셋 스위치는 프로그램의 특성상 인터럽트 방식을 사용하여 프로그램 하도록 하였다.

NMEA0183 메시지의 특징이 최대 127개의 ASCII 문자열로 구성되므로 NMEA0183의 메시지를 FlexRay 노드n의 슬롯n 상의 payload 영역으로 맵핑시켜 FlexRay 버스상으로 전송하도록 하였다. 특히, 편리한 점은 FlexRay의 payload의 길이가 127word(254byte)로 한번에 처리할 수 있는 데이터의 양이 충분하며, 복잡하게 프레임으로 처리해야하는 CAN2.0 기반의 NMEA2000보다 쉽게 간편하게 메시지를 처리할 수 있다.

그림 6.(a)는 구현된 FlexRay 네트워크 시스템의 상태를 모니터링하기 위하여 별도의 모니터링용 타임 스케줄링 데이터베이스를 작성하는 화면으로 FlexRay 네트워크를 모니터링 하도록 하면 보다 간편하게 확인 할 수 있다. 그림 6.(a)의 아래 부분은 FlexRay에서 사용되는 각각의 노드의 세부적인 TDMA 구조를 작성한 화면이다. 이러한 타임 스케줄링 데이터베이스는 FlexRay의 전체적인 작업 스케줄을 모니터링 하면서 관리하게 된다. 그림 6.(b)는 설계한 각 노드의 버스 구조를 보이고 있다. 본 논문에서는 PC로 데이터를 전송하기 위한 인터페이스 모듈 1개와 FlexRay 네트워크를 지원하는 3개의 노드가 연결된 것을 보이고 있다.

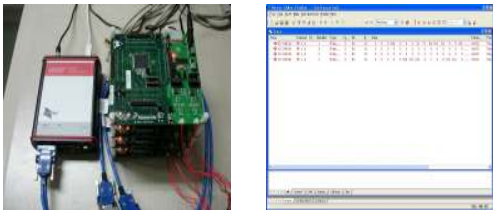


(a) (b)

그림 6. FlexRay 개발 과정

Fig 6. The processing of FlexRay development

그림 7.(a)는 실험에 사용된 실제 하드웨어 구성으로 3개의 FlexRay 노드와 1개의 PC 인터페이스를 위한 노드를 제시하였다. 그림 7.(b)는 FlexRay 버스 상에 전송되는 실제 모든 데이터를 모니터링 하기 위하여 트레이스 뷰(trace tiew) 화면을 통하여 FlexRay 네트워크에서 전송되는 실제의 데이터를 보여주는 화면이다.



(a) (b)

그림 7. FlexRay 실험 시스템 및 PC 모니터링 화면

Fig 7. The experimental system of FlexRay and screen of PC monitoring

V. 결 론

선박용 항해통신장비들이 기능이 고도화되고 연결 노드의 수의 증가와 데이터량의 증가에 따라 기존의 NMEA0183이 권고하는 통신환경으로는 방대한 데이터를 처리 할 수 없어 보다 고속으로 데이터를 처리할 수 있는 CAN2.0 기반의 NMEA2000 방식으로 발전하고 있다.

그러나, 본 논문에서는 기존의 NMEA 프로토콜 및 BNWAS에 그대로 활용하면서 통신의 신뢰성을 보장하고 2.5, 5, 8, 10Mbps 급의 고속 전송과 127word(254byte)로 한번에 처리할 수 있는 데이터의 양이 충분한 FlexRay 기반으로 적용할 수 있음을 보였으며, FlexRay를 선박용 항해통신장비의 백본으로 사용할 수 있음을 실험을 통하여 검토하였다. 향후, 완벽하게 NMEA0183, NMEA2000 프로토콜을 지원하도록 개발하고, 보다 안정적이고 고속의 FlexRay 기반의 선박용 통신장비 및 다양하고 보다 지능적인 BNWAS 시스템에 적용 가능하다고 생각된다.

참고문헌

[1] Membership Information in NMEA, http://www.nmea.org

[2] Data Transmission Protocol Specification for Magellan Products. Revision 1.0. Magellan Corporation, Santa Clara 1999. Available at: http://magellangps.com

[3] FlexRay Consortium, http://www.flexray.com

[4] FlexRay Communications System - Electrical Physical Layer Specification, v2.1 Revision A, *FlexRay Consortium*, Dec. 2005.

[5] Freescale, http://freescale.com/

[6] T. Pop, *et al.*, "Timing analysis of the FlexRay communication protocol", Real-Time Systems, vol. 39, pp. 205-235, 2008.