

NMEA 2000 범용 게이트웨이 설계 및 구현

김기영*, 신수용*, 배광수**, 채석°

Design and Implementation of NMEA 2000 Based Universal Gateway

Ki-young Kim*, Soo-young Shin*, Kwang-su Bae**, Seok Chae°

요약

NMEA(National Marine Electronic Association) 2000은 선박에서 사용되는 다양한 데이터(위치정보, 엔진 상태 등)들을 다른 전자장비에 통신하기 위한 규격으로, 이 선박 네트워크를 기반으로 한 범용 게이트웨이를 구현하였다. 이를 위해 NMEA 2000 Stack(ssJ1939) source와 CAN device driver source를 다양한 통신프로토콜을 사용할 수 있는 보드에 포팅하고 CAN, RS232, USB, Ethernet port를 갖추고 있는 이 보드에 연결하였다. 개발한 게이트웨이에서 변환된 선박 데이터의 검증을 위해, PC 기반의 시뮬레이터 프로그램과 모니터링 프로그램이 이 보드에 연결하여 NMEA 2000 network를 통해 선박의 데이터를 볼 수 있게끔 구성하였다. PC의 시뮬레이터 프로그램에서 생성된 선박 데이터정보를 게이트웨이와 NMEA 2000 network를 통해 모니터링 프로그램에서 분석하고 게이트웨이의 성능을 검증하였다. 기존의 게이트웨이가 주로 단일의 특정한 통신 프로토콜을 지원하는 것에 대비하여 Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth, USB, RS232 등 다양한 통신 프로토콜을 지원함으로써 사용자가 원하는 통신방식을 이용하여 원격에서 데이터를 모니터링 하도록 설계하고 구현하였다.

Key Words : NMEA 2000, Ship's network, variable communication protocol, monitoring program, Universal Gateway

ABSTRACT

As an NMEA 2000 is a standard for communicate to other electronic equipment, it implemented a Universal gateway based on this ship's network. To implement a NMEA 2000 based Universal gateway, it is porting a NMEA 2000 stack source and CAN device driver source to board, and then it connected a board that equip with various communication protocol(CAN, RS232, USB, Ethernet port). To verify converted ship's data to a developed gateway, it connected pc based simulator program and monitoring program to a developed board. so we can see a ship's data through NEMA 2000 network. We verified a gateway performance and analyzed a generated ship's data from simulator program through a monitoring program that was connected a gateway and NMEA 2000 network. so it was designed, implemented to allow monitoring through utilizing a communication method that user wants.

※ 이 연구는 금오공과대학교 학술연구비에 의하여 지원된 논문임.

• First Author : 국립금오공과대학교 IT융복합공학과 WENS 연구실, Oblacksky0@hanmail.net, 학생회원

° Corresponding Author : 국립금오공과대학교 전자공학부 교수, schae@kumoh.ac.kr, 정회원

* 국립금오공과대학교 전자공학부 교수, wdragon@kumoh.ac.kr, 정회원

** 국립금오공과대학교 IT융복합공학과 WENS 연구실, kwangsu.bea@gmail.com

논문번호 : KICS2013-11-507, 접수일자 : 2013년 11월 26일, 심사일자 : 2013년 12월 18일, 최종논문접수일자 : 2013년 12월 26일

I. 서 론

최근 선박IT 융합으로 인해 다양한 IT 장비들이 선박에 도입되고 있다. 선박에 설치된 여러 가지 장비는 표준화된 네트워크를 통하여 정보를 통합하여야 하며, 육상에서도 선박의 운항에 필요한 정보를 제공하기 위하여 장비 간의 표준화된 네트워크가 필요하다. 선박에서 사용되는 데이터통신은 사용자의 요구에 따라 육상의 다양한 데이터 통신방법을 모두 사용하고 있다. 이것으로 인하여 장비 간의 호환성을 잃게 되고, 항해에 지장을 주는 등 심각한 문제를 야기할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)의 MSC(maritime safety Committee)는 e-Navigation이라는 새로운 선박 운항의 개념을 정립하였다¹⁾. e-Navigation은 그림 1과 같이 선박과 관련한 다양한 정보들을 상호 연결하여 정보를 교환함으로써, 항해의 안전성을 향상시키고 단일 정보로 인한 오류를 감소시킬 목적으로 선박 및 해상 시스템이 연동하는 것을 말한다²⁾. 또한 선박 네트워크와 외부네트워크를 연동함으로써 그림 2와 같이 원격지에서 선박에 대한 원격 제어 및 모니터링을 수행할 수 있으며 이를 통해 예방적 수리 및 관리 서비스와 같은 새로운 부가서비스시장의 창출할 수 있다. 이

를 위해 외부 네트워크와 NMEA 2000 네트워크를 연동하기 위한 게이트웨이가 필요하다. 그러나 현재까지 국내외에 존재하는 NMEA 2000 Gateway는 단일 통신 프로토콜 및 유선 프로토콜만을 지원하는 것이 대부분이다. 또한 공급사 혹은 개발사에 따라 독립적으로 시스템을 구축/운영됨으로써 상호 호환성이 미확보되고 이로 인한 시스템의 효율성 저하가 발생하게 되었다. 따라서 Ethernet, USB, Serial 통신 등 다양한 유선 통신 프로토콜을 동시에 지원함으로써 사용자가 원하는 통신망 기술을 제공할 수 있는 Gateway에 대한 필요성 증대되고 있다³⁾. 또한 스마트폰, 태블릿 PC 등 무선 통신(Wi-Fi, Bluetooth 등)을 지원하는 다양한 휴대용 IT 기기의 등장으로 무선을 활용한 선박 모니터링 솔루션에 대한 요구도 증가하고 있다^{4,5)}.

본 논문에서는 이러한 요구사항을 해결하기 위해 유·무선 범용 게이트웨이를 개발하고자 한다. 다음 장에서는 NMEA 2000 네트워크에 대해서 설명하고, 3장에서는 서술된 내용을 바탕으로 범용 게이트웨이에 대한 시스템 설계 및 구현을 설명하고, 4장에서는 NMEA 2000 범용 게이트웨이 개발 TestBed의 구성에 대해서 다룰 것이며, 5장에서 테스트를 시행하고, 마지막을 결론으로 끝을 맺는다.

II. NMEA 2000 표준 프로토콜

NMEA 2000 표준은 선박내에 존재하는 GPS/기상센서/속도계/풍속계/엔진 등 다양한 입/출력 기기간의 연결을 지원하는 통신망 기술로 버스방식, 실시간 데이터 전송, 커넥터/케이블 등의 규격화를 통하여 성능과 편의성까지 모두 갖춘 규격이다. 또한, 물리층에 ISO 11898 CAN을 사용하여 버스 충돌을 원천적으로 예방하여 실시간 데이터 전송이 가능토록 하고, 데이터 링크층은 ISO 11783-3, 네트워크 관리리는 ISO 11783-5를 사용하고 있다⁶⁻⁸⁾.

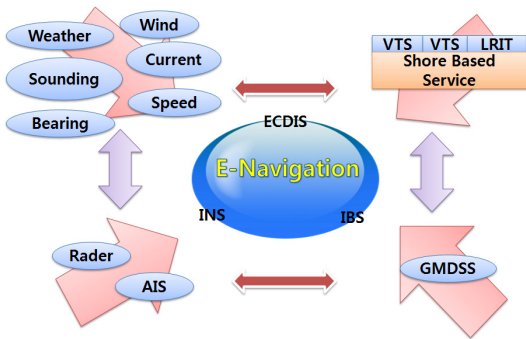


그림 1. E-navigation
Fig. 1. E-navigation

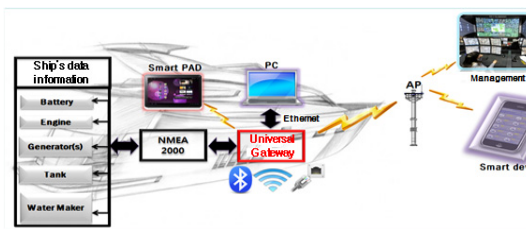


그림 2. NMEA 2000 범용 게이트웨이 개념도
Fig. 2. NMEA 2000 based Universal gateway concept

2.1 NMEA 2000 표준의 특징

- 1) 물리층으로 CAN 2.0B Carrier Sense Multiple Access/Collision Arbitration
- 2) 제어노드가 없는 Multi-master, Self configurable 네트워크
- 3) 네트워크 상태에서 Plug and Play가 가능
- 4) 네트워크 규모는 50개 물리노드 (252개의 논리노드)
- 5) 네트워크 속도/길이, 240kbps/200m
- 6) 네트워크 케이블은 전류의 허용 용량에 따라

Heavy(최대 200m)와 Light(최대 100m)로 구분
7) Mini-C(Heavy)와 Micro-C 두 종류 커넥터

NMEA 2000 프로토콜은 CAN을 기반으로 하므로 CAN의 특성을 따른다. CAN은 크게 기본 ID 포맷과 확장 ID포맷으로 나뉜다. CAN 1.0A, 2.0A는 기본 ID 포맷이고 CAN 2.0B는 확장 ID포맷이다. NMEA 2000은 CAN 2.0B를 기반으로 하므로 확장 ID포맷을 사용한다. 두 형식의 가장 큰 차이점은 중재필드(Arbitration field) 크기의 차이로 확장 포맷이 32비트로 기본 포맷보다 18비트가 더 크다.

그림 3은 CAN message format을 나타낸 것으로, 숫자는 각 해당 부분의 비트 사이즈를 나타낸다. CAN 메시지 프레임의 중재 필드 32비트 중의 29 비트를 NMEA 식별자(Identifier)로 사용하며 이 중 21비트를 PGN(Program Group Number)으로 사용한다. NMEA 2000 프로토콜은 총 29비트인 식별자로 Priority, Reserved, DP(Data Page), PF(PDU Format), PS(PDU Specific), SA(Source Address)로 각각 구분하여 사용하고 이 중 Priority, Reserved, DP(Data Page), PF(PDU Format), PS(PDU Specific)를 이용해 PGN을 구성한다. SA는 중재필드의 고유한 주소로 변경이 가능하며 네트워크에서 할당받은 장비들의 SA가 서로 중첩되지 않게 조정되어 통신을 가능하게 한다. PGN은 각 파라미터 그룹을 식별하는 8비트나 16비트의 숫자로 NMEA 0183 프로토콜에서 3개 문자로 이루어진 문장 식별자와 유사한 형태를 가진다. NMEA 2000 프로토콜 정의에 따라 PGN에 의해 식별된 파라미터 그룹(PG)은 네트워크의 모든 주소로 방송되기도 하고 특정 주소로 직접 데이터를 사용하기 위해 사용할 수 있다. 이를 통해 네트워크에서 발생하는 여러 정보들을 교환하고 장비간의 요구, 요청 및 응답 등에 사용된다. NMEA 2000에서는 29 비트 CAN ID를 사용한다. NMEA 2000 네트워크는 한 장치의 문제가 네트워크 케이블에 의해 다른 장치의 문제를 야기하고 급기야는 네트워크 전체 장치에 문제를 일으키는 것을 방지하기 위해 네트워크의 전원과 장치의 전원을 완전히 분리하도록 요구하고 있다.

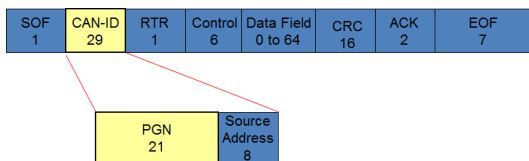


그림 3. CAN 메시지 형식
Fig. 3. CAN message format

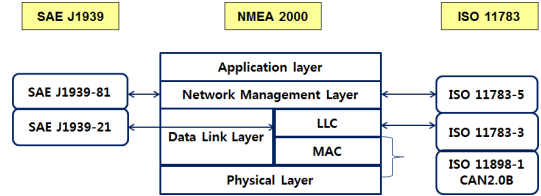


그림 4. NMEA 2000과 다른표준과의 관계
Fig. 4. Relationships with NMEA 2000 and other standards

위 구성에서 보는 것과 같이 NMEA 2000은 물리층을 ISO 11898 CAN을 사용하고 있고, Data link Layer를 ISO 11783-3으로, Network Management를 ISO 11783-5로 사용하고 있다. NMEA 2000과 SAE 및 ISO 표준과의 관계를 도시하면 그림 4와 같다. 인증된 레벨은 레벨A와 레벨B 두 종류가 있으며 레벨A는 NMEA 2000 기능을 모두 구현한 장치이고, 레벨B는 최소한의 기능을 구현한 장치이다. 또한 네트워크의 redundancy에 따라 싱글 네트워크로 구성된 클래스 1과 이중 네트워크로 구성된 클래스 2로 나뉜다. 네트워크 케이블은 전류의 크기에 따라 Heavy와 Light 케이블로 나누고 커넥션은 Mini-C와 Micro-C 두 종류가 있으며 표 1에 나타났다.

2.2 NMEA 2000 표준은 각 PGN에 대하여 데이터 포맷을 정의하고 있다⁹⁻¹⁰.

표 1. NMEA 2000 PGN 정보
Table 1. NMEA 2000 PGN information

PGN	Description
127488	Engine Parameter
127251	Rate turn
129541	GPS Almanac Data
127245	Rudder
127250	Vessle Heading

III. NMEA 2000 Listen Only 범용 게이트웨이 설계 및 구현

3장에서는 NMEA 2000 범용 게이트웨이를 설계하고 구현하였다. 처음에는 하드웨어에 대한 설명으로 NMEA 2000 범용 게이트웨이 보드에서 제공되는 기능과 추가적으로 구성한 하드웨어 부분 및 하드웨어 설계와 구현에 관한 내용을 설명하였다. 두번째는 펌웨어 설계 및 구현에 대해 설명하였고, 마지막에는 NMEA 2000 프로토콜 데이터의 변환이 어떻게 되는지와 실제 구현한 보드에 대해 설명하였다.

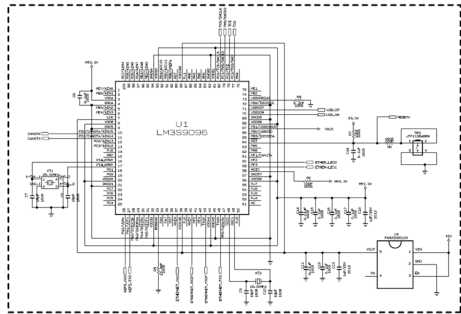


그림 5. NMEA 2000 범용 게이트웨이 H/W 회로도
Fig. 5. NMEA 2000 based Universal gateway H/W Schematic

3.1 하드웨어 설계 및 구현

NMEA 2000 범용 게이트웨이 하드웨어는 기본적으로 TI 사 Cortex M3 기반의 LM3S9D96 MCU를 이용하여 설계 및 개발하였다. 아래 내용은 LM3S9D96 MCU의 주요 특성을 정리한 것이다.

3.1.1 LM3S9D96 사양

- (1) Stellaris LM3S9D96 high-performance microcontroller with large memory
 - 32-bit ARM® CortexM3 core
 - 512 KB main Flash memory, 96 KB SRAM
- (2) Ethernet 10/100 port with two LED indicators
- (3) USB 2.0 Full-Speed OTG port
- (4) Virtual serial communications port capability
- (5) Oversized board pads for GPIO access
- (6) User pushbutton and LED

개발된 보드는 범용 게이트웨이에 필요한 시리얼포트, 이더넷포트, USB포트, CAN 포트를 제공한다. 하지만 이 보드에는 Wi-Fi를 지원하지 않기 때문에 UART-to-WiFi를 지원하는 Whiznet 사의 Wi-Fi module을 보드에 탑재를 하여 사용한다. 상기 그림은 NMEA 2000 범용 게이트웨이 보드의 회로도 및 거버

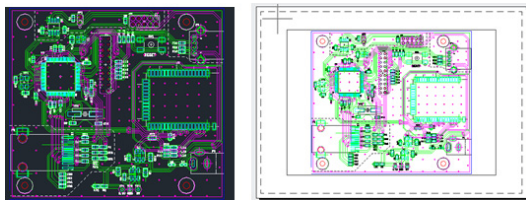


그림 6. NMEA 2000 범용 게이트웨이 H/W 모델 및 레이아웃
Fig. 6. NMEA 2000 based Universal gateway H/W model and layout

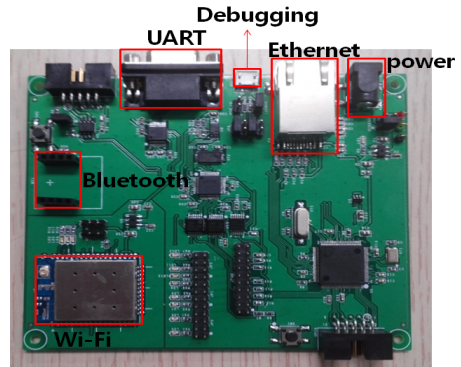


그림 7. NMEA 2000 범용 게이트웨이
Fig. 7. NMEA 2000 based Universal gateway

파일과 보드를 보여준다.

3.2 펌웨어 설계 및 구현

기본적으로 CAN, USB, Bluetooth, RS232, Ethernet을 LM3S9D96 보드에 탑재하고 각 통신에 대한 초기설정을 한다. NMEA 2000 프로토콜과 다른 프로토콜과의 변환을 위해 위 통신들에 대한 각각의 작업을 정의한 뒤, NMEA 2000 프로토콜 스택을 정의한다. NMEA 2000 네트워크로의 접속 및 다른 장비와의 통신을 위한 Source Address (SA)를 확정하기 위해 NMEA 2000 네트워크상에서 개발보드의 SA를 설정한 다음 다른 프로토콜의 수신 인터럽트가 발생할 때까지 IDLE 상태로 대기하도록 설정한다. 이때 각통신의 PHY에 데이터가 수신되어 인터럽트가 발생하게 되면 각 통신 프로토콜에 맞는 변환이 진행되도록 설정한다.

CAN 데이터 수신부에서는 NMEA 2000 메시지가 CAN 패킷 형태로 수신되므로 이 패킷을 수신하고, NMEA메시지 분석 및 DB 저장에서는 범용 게이트웨이를 통해 외부로 나가기 이전에 NMEA 메시지를 분석하고 이를 DB에 저장하여 필요시 Log를 볼수 있게 해주는 기능을 포함하고 있다. 그리고 프로토콜 스위칭에서는 필요에 따라 연결된 외부 통신 인터페이스로 스위칭 하는 기능을 수행하고, 가령 Ethernet과 Wi-Fi가 연결되어 있고 다른 통신 인터페이스가 없는 경우라면 Ethernet 또는 Wi-Fi 중 하나의 통신 인터페이스를 선택하여 NMEA 2000 메시지를 보내는 역할을 수행한다. 단 필요에 따라 외부 통신 인터페이스는 동시에 여러 개가 연결될 수 있다. 또한 Ethernet, Wi-Fi가 동시에 연결된 경우에는 각각의 통신 프로토콜을 동시에 지원하거나 우선순위에 따라 하나의 프로토콜만을 지원할 수도 있다. 목적프로토콜 메시지

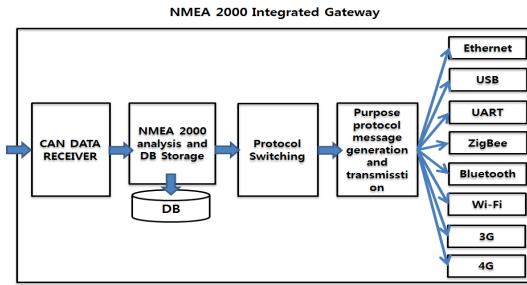


그림 8. NMEA 2000 범용 게이트웨이 데이터 흐름도
Fig. 8. NMEA 2000 based Universal gateway Date flow

생성 및 전송부분에서는 연결된 외부 통신 인터페이스용 패킷을 생성하고 이를 실제로 전송한다. 수신시에는 이와 정반대로 동작한다. NMEA 2000 메시지 수신시 (파란 화살표) NMEA 2000 데이터는 CAN 물리계층을 통해 수신되고, 수신된 NMEA 2000 메시지를 분석하고 메시지에 대한 로깅을 위해 게이트웨이 DB에 저장한다. 외부로 연결된 통신 인터페이스를 바탕으로 해당 통신 프로토콜로 스위칭 한다. (필요에 따라 다수의 통신 인터페이스를 사용할 수 있음.) 또한 외부 연결 통신 프로토콜의 선정(스위칭)은 하드웨어적인 방식과 소프트웨어적인 방식이 가능하다. 그리고 해당 통신 프로토콜의 메시지를 생성한다.

본 연구에서는 NMEA 2000의 메시지를 해당 통신 프로토콜 메시지의 payload로 encapsulation 시킨 후, 해당 통신 프로토콜의 메시지를 전송한다.

3.3 NMEA 2000 프로토콜 데이터의 변환

NMEA 2000 프로토콜 변환은 기본적으로 터널링(tunneling) 개념을 활용한다. 이를 위해 NMEA 2000 메시지는 각각의 프로토콜의 payload에 encapsulation 되어 최종 모니터링 장치에 도달하고, 모니터링 장치가 이를 해석하는 형태로 설계한다.

3.3.1 CAN to USB

그림 9에서 보는 바와 같이 CAN과 USB 사이의 데이터 형식과 USB 포트를 연결한 보드의 모습이다.

3.3.2 CAN to Wi-Fi

그림 10에서 보는 바와 같이 CAN과 Wi-Fi 사이의 데이터 형식과 Wi-Fi를 연결한 보드의 모습이다.

3.3.3 CAN to Bluetooth/RS232

그림 11에서 보는 바와 같이 CAN과 Bluetooth/RS232 사이의 데이터 형식과 Bluetooth/RS232 포트를 연결한 보드의 모습이다.

3.3.4 CAN to Ethernet

그림 12에서 보는 바와 같이 CAN과 Ethernet 사이의 데이터 형식과 Ethernet을 연결한 보드의 모습이다.

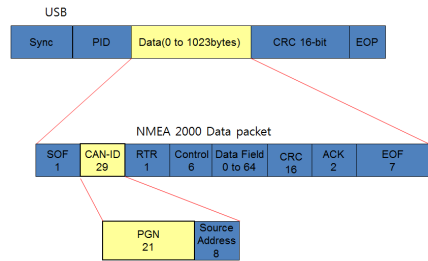


그림 9. CAN과 USB를 연결한 모습
Fig.9. CAN to USB

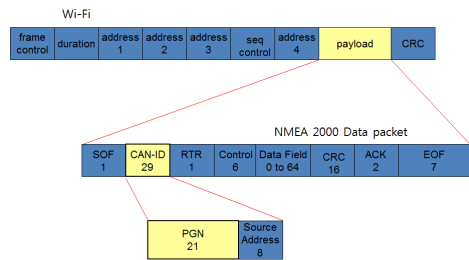


그림 10. CAN과 Wi-Fi를 연결한 모습
Fig.10. CAN to Wi-Fi

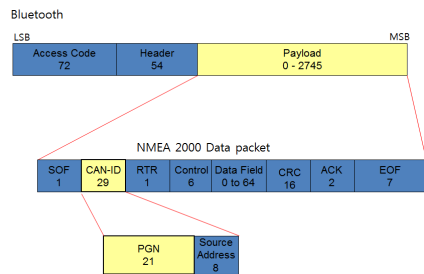


그림 11. CAN과 Bluetooth/RS232를 연결한 모습
Fig. 11. CAN to Bluetooth/RS232

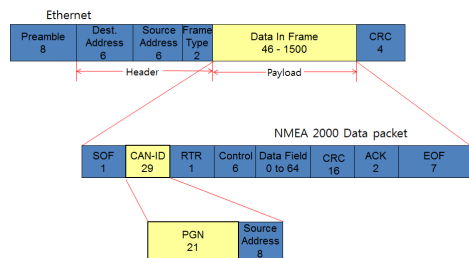


그림 12. CAN과 Ethernet을 연결한 모습
Fig. 12. CAN to Ethernet

IV. NMEA 2000 범용 게이트웨이 TestBed의 구성 및 성능 평가

4.1 TestBed에 대한 설명

그림 13에서 볼 수 있듯이, PC의 시뮬레이터 프로그램에서 선박의 데이터를 생성하여 그 데이터를 게이트웨이에 보내어 통신 프로토콜 데이터를 CAN 데이터로 해석/변환을 한다. 그 후 해석/변환한 데이터를 NMEA 2000 네트워크를 통해 전달되고 그 데이터를 범용 게이트웨이를 통해 원하는 통신 프로토콜로 변환을 시킨 후 데이터를 PC에서 볼 수 있게 모니터링 프로그램으로 모니터링을 한 후, 그 정보가 제대로 전송된 정보인지 검증을 한다^[11-13].

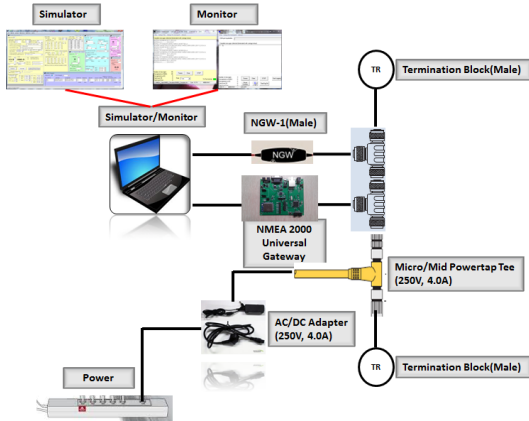


그림 13. NMEA 2000 범용 게이트웨이 테스트베드
Fig. 13. NMEA 2000 based Universal gateway testbed

4.2 장비에 대한 설명

- 1) NMEA 2000 H/W(범용 Gateway)
: 통신프로토콜 변환 및 해석
- 2) Simulator/monitor program(Tool)
: 선박의 정보를 생성 및 전송/모니터링
- 3) Termination Block(Male)
: NMEA 2000 Termination Block
- 4) Micro/Mid Powertap Tee
: NMEA 2000 전원 공급
- 5) Micro Tee
: NMEA 2000 Connector

4.3 하드웨어 설정

하드웨어의 설정을 위해 Keil-compiler를 사용하여 구성한다. 그림 14는 개발한 범용 게이트웨이와 통신 인터페이스간의 연결 모습을 나타낸 것이다. NMEA

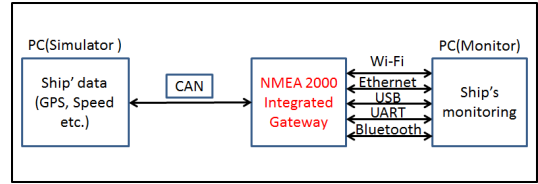


그림 14. NMEA 2000 범용 게이트웨이와 통신 인터페이스간의 연결
Fig. 14. Connection with NMEA 2000 based Universal gateway and communication interface.

2000 네트워크는 CAN과 연결하고, PC의 시뮬레이션 프로그램에서 만들어진 선박 데이터는 범용 게이트웨이를 통해 USB, Bluetooth, RS232, Ethernet, Wi-Fi형태로 변환되고 변환된 데이터의 확인을 위해 PC의 모니터링 프로그램에 보내진다. 따라서 USB, Bluetooth, RS232, Ethernet, Wi-Fi를 범용 게이트웨이와 PC 또는 Smart device에 연결한다. 개발보드와 각 네트워크의 연결을 위해 baud rate를 4800 bps로 설정한다.

4.4 NMEA 2000 PGN 데이터 설정

앞서 설정한 게이트웨이가 주고받는 NMEA 2000 프로토콜 데이터를 분석해야 하므로 데이터를 받기 위한 샘플 데이터가 필요하다. 이를 위해 GPS 상태를 나타내는 PGN 값들을 NMEA 2000 시뮬레이터에서 발생하도록 설정한다. NMEA 2000 표준에서는 각각의 장비의 특성에 맞게 일정 시간에 따라 데이터가 발생되도록 규정하고 있다. 본 논문에서는 개발보드에 실제 GPS 연결하여 데이터를 발생 하는 것이 아니므로 NMEA 2000 시뮬레이터에서 더미 데이터가 발생되도록 설정한다.

4.5 시뮬레이션 프로그램의 데이터 생성 및 전송

그림 15에서처럼 우선 시뮬레이션 프로그램에서 선박 정보의 하나인 GPS데이터 정보를 생성하여 'port 6'으로 전송한다.

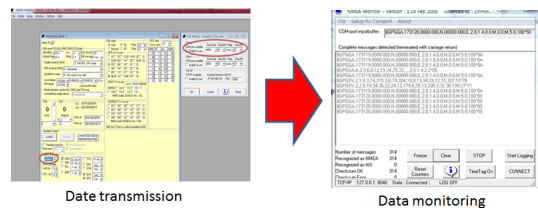


그림 15. NMEA 2000 시뮬레이션 프로그램과 NMEA 2000 모니터링 프로그램
Fig. 15. NMEA 2000 Simulation program and monitoring program

References

[1] NAV 54/WP.6, Development of an E-Navigation Strategy Report of the Working Group, IMO, 2 Jul. 2008.

[2] J. T. Hong, et. al., "NMEA 2000 a study of NMEA 2000 protocol application for ship electrical power converter monitoring system," *J. KSME*, vol. 35, no. 2, pp. 288-294, Mar. 2011.

[3] J. Y. Hir, et. al., "A study of on marine network NMEA2000 for e-navigation," in *Proc. KSME*, pp. 203-204, Jeju Island, Korea, 2009.

[4] Dr. Stefan Ihmor, et. al., "Monitoring and remote control for MTU ship propulsion systems," Blue Vision New Generation, MTU.

[5] J. M. Kim, et. al., "Ship's total solution technical development trend and direction based on IT," *J. KICS*, vol. 25, no. 6, pp. 12-17, May 2008.

[6] K. Y. Lee, et. al., "Ship's internal communications international standardization trends," *J. TTA*, no. 126, pp. 45-51, Nov. · Dec. 2009.

[7] Y. H. Yu, "NMEA and NMEA 2000 communication protocol standard trends" *J. TTA*, No. 126, pp. 52-57, Nov. · Dec. 2009.

[8] Y. H. Yu, "Standrd ship's network domestic technical trends," *J. TTA*, vol. 133, pp. 116-121, Nov. · Dec. 2009

[9] J. H. Lee, et. al., "Conversion and storage of NMEA 2000 PGN data into IEC 61162-4 tag format," *J. KSME*, vol. 34, no. 4, pp. 522-531, Mar. 2010.

[10] NMEA Org, "NMEA 2000 PGN information," Aug. 1, 2012. from <http://www.nmea.org>

[11] C. U. Lee, et. al., "Development of embedded vessel monitoring system using NMEA 2000," *J. KSME*, vol. 33, no. 5, pp. 746-755, Jul. 2009.

[12] D. H. Park, et. al., "A study on implementation of NMEA 2000 based integrated gateway using FPGA," *J. KSME*, vol. 35, no. 2, pp. 274-287, Mar. 2011.

[13] Actisense company, "NGW-1 : NMEA 0183 to 2000," Aug.30. 2012. from <http://www.actisense.com/products/nmea-2000/ngw1.html>

김기영 (Ki-young Kim)



2012년 8월 : 금오공과대학교 전자공학부 졸업
 2012년 8월~현재 : 국립금오공과대학교 IT융복합학과 석사과정
 <관심분야> 무선통신, 산업용통신망, 실시간시스템

신수용 (Soo-young Shin)



1999년 2월 : 서울대학교 전기공학부 졸업
 2001년 2월 : 서울대학교 전기공학부 석사
 2006년 2월 : 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사
 2010년~현재 : 국립금오공과대학 전자공학부 교수

<관심분야> 무선통신, 3G/4G, WLAN/WPAN/WBAN, 산업용통신망, 실시간시스템, etc.

배광수 (Kwang-su Bae)



2006년 2월 : 순천대학교 전자공학부 졸업
 2012년 3월~현재 : 국립금오공과대학교 IT융복합학과 석사과정
 <관심분야> 무선통신, 선박통신, IT융합

채석 (Seok Chae)



1978년 2월 : 서울대학교 전기공학과 졸업
 1980년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1989년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
 1983년~현재 : 국립금오공과대학 전자공학부 교수

<관심분야> 지식 기반 지능 시스템, 네트워크 기반 제어 etc.