

논문 2017-12-45

NMEA0183/2000 게이트웨이 구현

(An Implementation of NMEA 0183/2000 Gateway)

손형곤, 주문갑*, 우힘찬, 강무성, 설재훈

(Hyeong-Gon Son, Moon G. Joo, Him-Chan Woo, Mu-Sung Kang, Jaehoon Sul)

Abstract : As the number of sensors in a ship has increased, studies have been actively conducted to efficiently manage a large amount of data. Sensors in a ship follow the NMEA (National Marine Electronics Association) data format. In particular, NMEA0183 standardized as IEC 61162-1 and NMEA2000 standardized as IEC 61162-3 are widely used. NMEA0183 is a protocol based on serial communication and NMEA2000 is a protocol based on CAN (Controller Area Network) communication. We implemented a gateway that receives data from NMEA0183 sensors and NMEA2000 sensors and then transmits them to the server on TCP/IP network. By using the NMEA2000 0183/2000 gateway to receive the sensor data and manage it through the ship's preventive maintenance system, the sensor data can be utilized efficiently and promptly. This management can reduce crew's daily tasks and reduce the number of accidents.

Keywords : NMEA0183, NMEA2000, Gateway, CAN communication, RS-232

1. 서론

선박이 대형화 되고 부착된 센서가 다양해짐에 따라 통신시스템은 더욱 복잡해졌다. 선박 내의 제조사마다 다른 다양한 통신 방식 및 운영 방식으로 인해 상호 호환성 문제를 야기하여 안전한 항해를 저해할 지경에 이르렀다. 끊임없이 발생하는 해양 사고 중 안전 관리 위반 등의 선원의 과실에 의해 발생하는 비율이 높게 차지하고 있으며, 충돌 등의 대형 사고를 발생시키는 주요 원인으로 분석되고 있다. 선원의 관리 업무를 시스템을 이용하여 효율적으로 지원한다면 선원의 과실을 줄일 수 있을 것으로 보인다. 우리는 ㈜시우이엔티와 선박예방정비시스템을 개발하였다.

*Corresponding Author (gabi@pknu.ac.kr)

Received: June 13 2017, Revised: July 3 2017, Accepted: Aug. 5 2017.

Moon G. Joo, H.G. Son, H.C. Woo: Pukyong National University

M.S. Kang: SIWOOENT Co., Ltd

J.H. Sul: Coenfirm Co., Ltd

※ 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2016년도 산학연협력 기술개발사업(C0405636)의 결과물임.



그림 1. 선박예방정비시스템
Fig. 1 Ship planned maintenance system

그림 1은 선박예방정비시스템의 전체 구조이고, 이 중 선박 내 기자재의 데이터를 기부속관리에서 확인할 수 있도록 NMEA0183/2000 데이터를 ethernet으로 변환해주는 NMEA0183/2000 게이트웨이를 구현하였다. 본 논문에서는 NMEA0183/2000 게이트웨이 개발에 대해 기술한다. II장에서 NMEA0183과 RS-232, NMEA2000과 CAN통신에 대해 소개한다. III장에서는 구현한 게이트웨이의 구성에 대해 소개하고 결론으로 끝을 맺는다.

```

$--MWV,135.60,R,00.0,M,A*21<CR><LF>
    |           |           |
direction speed  checksum
    
```

그림 2. NMEA0183의 풍향 풍속 문장 형식
Fig. 2 Wind speed and direction sentence format of NMEA0183

II. NMEA의 개요

NMEA (National Marine Electronics Association) 표준은 디지털 데이터의 통신을 용이하게 하고, 제조업체와 장비 간의 혼란을 최소화하기 위해 개발한 네트워크 표준이다 [1].

1. NMEA0183 과 RS-232

NMEA0183은 physical layer, datalink layer, application layer로 구성되어 있다. Physical Layer는 RS-232, RS-422의 통신 방법을 정의하였으며, datalink layer는 baud rate와 data bit 그리고 stop bit 등에 대해서 정의하였다. Application layer는 데이터를 전송하는 문장에 대한 규약을 정의하였다 [2].

NMEA0183은 IEC (International Electro technical Commission) 에 의하여 IEC61162-1 표준으로 승인되었다 [3]. IEC 61162는 선박내의 항법 장비를 위한 디지털 인터페이스에 대한 IEC 표준이다.

IEC61162-1은 NMEA0183이며 IEC61162-2는 NMEA0183 High speed 이다. NMEA0183은 4800 bps의 전송 속도를 사용하고, single-talker, multi-listener 방식을 이용한다. 또한 NMEA0183은 제조사마다 커넥터가 다르고, 아스키코드를 전송하는 것이 특징이다. 데이터는 8bits 혹은 7bits를 사용하며 1bit이상의 stop bit를 사용한다. Parity bit와 handshake는 사용하지 않는다.

그림 2는 NMEA0183/2000 게이트웨이에서 사용하는 NMEA0183 풍향풍속 데이터 포맷의 예시이다. 135.60은 풍향 데이터이고 단위는 degree이다. 00.0은 풍속 데이터이고 단위는 m/s이다. checksum은 *과 1byte의 hex데이터로 구성된다. \$과 *사이의 모든 값을 exclusive OR 한 값이며 \$와 *은 포함하지 않는다.

2. NMEA2000 과 CAN통신

NMEA2000 표준은 IEC61162-3에 의해 국제

표 1. NMEA2000 3.101판의 요약 구성
Table. 1. List of Appendices for NMEA2000 Edition 3.101

NMEA2000® Main Document
Appendix A Application Layer
Appendix B Database of Messages
Appendix C Certification Criteria and Test Methods
Appendix D Application Notes
Appendix E ISO 11783-3 Data Link Layer
Appendix F ISO 11783-5 Network Management
Appendix G ISO 11898 Controller Area Network
Appendix H 3rd Party Applications w/NMEA 2000 Certified 3rd Party Gateway
Appendix I Cable & Connector Specifications

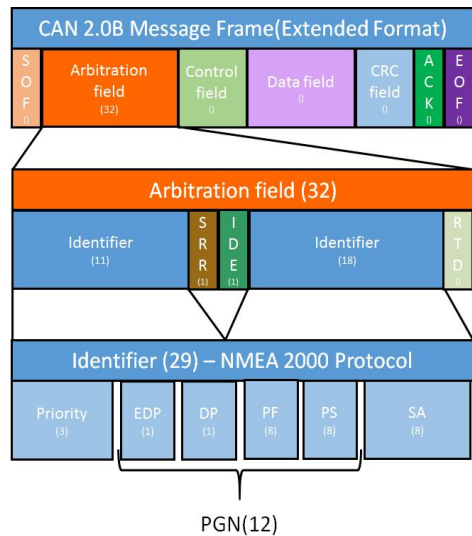


그림 3. NMEA2000의 message frame 과 PGN
Fig. 3 Message frame of NMEA2000 and PGN

표준화 되었다. NMEA2000 3.101판은 10개의 요약 포함한다. 표 1은 요약의 구성이다.

NMEA2000은 Appendix G ISO 11898을 포함하는데 NMEA2000의 physical layer로 CAN (Controller Area Network)를 사용함을 알 수 있다. NMEA2000은 CAN 2.0B를 이용하며 250kbps의 통신 속도를 사용한다 [4].

그림 3은 CAN 2.0B의 확장모드 프레임과 PGN

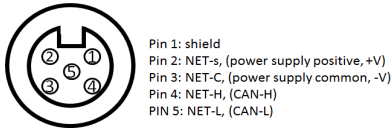


그림 4. NMEA2000의 커넥터
Fig. 4 Connector of NMEA2000

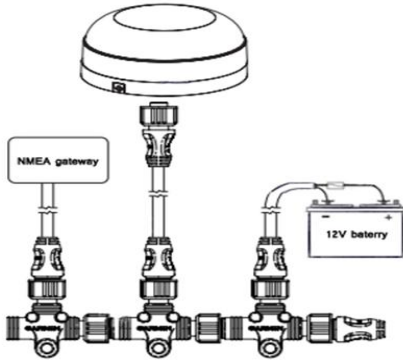


그림 5. NMEA2000의 케이블
Fig. 5 Cable of NMEA2000

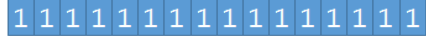
(Parameter Group Number)에 대한 그림이다. CAN 프레임은 7가지 field로 구성된다. CAN2.0B는 29bits의 identifier를 가지며 네트워크상에 연결된 모든 노드는 메시지를 수신한 후 등록된 ID의 메시지만 받아들인다 [5]. Identifier 중 12bits는 PGN으로 사용된다. Appendix I에서는 cable & connector specifications를 포함한다.

그림 4는 커넥터 Male의 핀맵이다. 핀은 shield, NET-s, NET-c, NET-H, NET-L로 구성되어 있다. NET-H에는 CAN-H 데이터 버스를 연결하고, NET-L에는 CAN-L 데이터 버스를 연결한다. CAN통신은 두 버스의 전압차를 이용하여 데이터를 수신하기 때문에 두 개의 데이터버스 중 한 개가 단선되었을 때 통신이 불가능하다는 단점이 있다. 하지만 두 개의 데이터 버스를 사용하기 때문에 노이즈에 강하다는 장점이 있다.

그림 5는 NMEA2000의 커넥터에 GPS와 전원 및 게이트웨이를 연결한 모습이다. 장비는 드롭케이블과 연결하며 네트워크는 T커넥터로 연결한다.

그림 6은 bit stuffing의 예시이다. CAN 통신은 Bit stuffing 방식을 사용하여 비동기식 통신의 각 bit의 check 시점이 달라지는 오차를 줄일 수 있다. Bit stuffing은 5개의 bit가 같으면 6번째 bit에 반대의 bit를 넣는 방식이다.

Original pattern



After bit stuffing

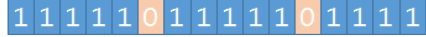


그림 6. Bit stuffing 예시
Fig. 6 Example of bit stuffing

126996	Product Information
129025	Position - Rapid Update
129026	COG & SOG - Rapid Update

그림 7. PGN 129025
Fig. 7 PGN 129025

	(LSB)		(MSB)
Data	: 12	34	56 78 89 AB CD EF
	(MSB)		(LSB)
Swap	: EF	CD	AB 89 78 56 34 12
Hex to decimal			
(Latitude)			
78563421(16)	=	2018915361(10)	
		201.8915361	deg
(Longitude)			
EFCDAB89(16)	=	4023233417(10)	
		402.3233417	deg

그림 8. PGN 129025의 데이터 표기 및 진법 변환
Fig. 8 Data format and its conversion of PGN 129025

그림 7은 NMEA2000의 PGN 129025이다. 129025는 단일 프레임 메시지로 정의되어 있으며 WGS84를 참조한 위도와 경도를 제공한다. 129025는 과도한 대역폭을 사용하지 않고 더 자주 업데이트 하여, 빠른 위치 업데이트가 가능하다.

PGN 129025의 데이터 포맷은 Latitude 4bytes와 Longitude 4bytes로 구성되어 있으며, 10E-7의 해상도를 가지고 있다. 단위는 degree를 사용한다.

그림 8은 PGN129025 데이터의 진수변환 예시이다. GPS에서 수신 받은 데이터와 프로세서가 데이터의 표기 방식이 다르다면 swap을 해준다. 상위 4bytes는 위도이며 하위 4bytes는 경도를 의미한다. 16진수를 10진수로 변환 후 10⁻⁷을 곱하면 현재의 위도와 경도 좌표가 된다 [6].

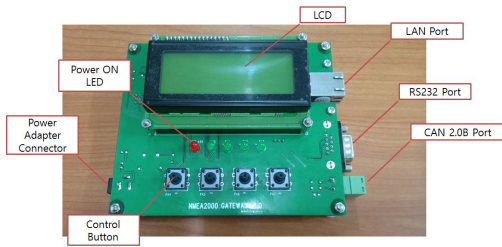


그림 9. NMEA2000 게이트웨이 전면
Fig. 9 Front of NMEA2000 Gateway

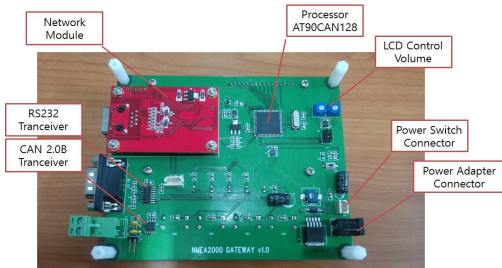


그림 10. NMEA2000 게이트웨이 후면
Fig. 10 Rear of NMEA2000 Gateway

III. NMEA0183/2000 Gateway의 구현

그림 9와 10은 기존에 (주)시우이엔티에서 개발한 NMEA2000 gateway이다. 전면에는 16*4 CLCD와 4개의 제어 버튼이 있다. 버튼은 MENU, UP, DOWN, SET으로 구성된다. 후면에는 At90CAN128 프로세서가 부착되어 있는데 16Mhz의 속도와 128K Bytes의 Flash 메모리, 4K Bytes의 EEPROM과 4K Bytes의 RAM을 가지고 있다.

그림 11은 기존에 Network Module로 사용하였던 wiznet사의 WIZ105SR의 사양표이다.

기존의 NMEA2000 gateway는 낮은 연산 속도로

Input voltage : DC 3.3V Current consumption : about 200mA Processor : 8051 compatible, Internal Memory (62K Bytes Flash Memory, 2K bytes EEPROM, 16K Bytes SRAM) Protocol : TCP, UDP, IP, ARP, ICMP, IGMP, MAC, DHCP, PPPoE, DNS Transmission speed : 1200bps ~ 230 Kbps

그림 11. WIZ105SR 사양표
Fig. 11 Spec table of WIZ105SR

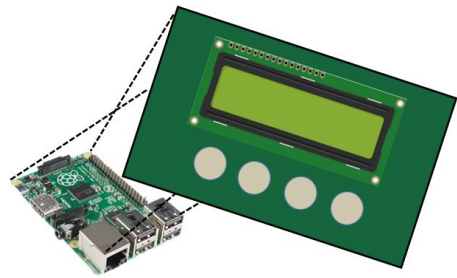


그림 12. NMEA2000 gateway와 Raspberry Pi의 결합
Fig. 12 Combine of NMEA2000 gateway and raspberry Pi

Input voltage : DC 12V Current consumption : about 250mA Processor : AT90CAN128, 128K Bytes Flash Memory, 4K bytes EEPROM, 4K Bytes internal SRAM, CAN Controller 2.0A & 2.0B - ISO 16845 64-lead TQFP
--

그림 13. NMEA2000 게이트웨이 사양표
Fig. 13 Spec table of NMEA2000 gateway

CAN 데이터와 RS-232 데이터를 송수신하고 CLCD와 버튼을 제어하는 것이 힘들었다. 이러한 문제점을 해결하고, 이전 보드를 그대로 사용하기 위하여 우리는 기존 보드에서 네트워크 모듈로 사용하였던 Wiznet사의 WIZ105SR을 제거하고 Raspberry PI를 결합하여 NMEA0183/2000 게이트웨이를 개발하였다. 결합은 그림 12와 같이 NMEA2000 게이트웨이 후면에 Raspberry PI를 고정시키는 방식으로 하였다.

그림 13은 NMEA2000 게이트웨이의 사양표이다. 12V전원을 사용하고 CAN Controller 2.0A와 2.0B를 지원한다. 시리얼 데이터를 TCP/IP 데이터로 변환하며 1200bps에서 230Kbps의 통신 속도를 지원한다.

그림 14는 개발한 NMEA0183/2000 Gateway의 통신 흐름도이다. GPS는 NMEA2000 프로토콜을 따르는 Garmin사의 GPS 19x NMEA 2000®를 사용하였다. 풍향 풍속계는 Coenfirm사의 풍향 풍속계를 사용하였다.

MCU는 CAN통신 데이터를 수신하기 위해, Atmel사의 AT90CAN128을 사용하였으며 많은

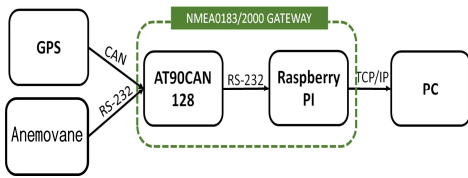


그림 14. NMEA0183/2000 게이트웨이 통신 흐름도

Fig. 14 Data flow for NMEA0183/2000 gateway

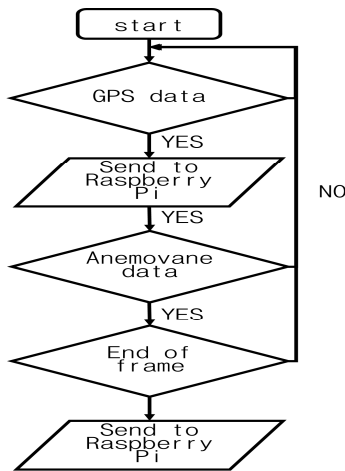


그림 15. AT90CAN128의 소프트웨어 흐름도

Fig. 15. Software flow chart of AT90CAN128

연산처리와 소켓통신을 사용하기 위하여 Raspberry Pi II 보드를 사용하였다. Raspberry Pi II는 BCM2836/ 32bit QUAD core를 사용하며, 속도는 900Mhz이다. 메모리는 1GB SDRAM을 사용한다.

GPS 데이터는 NMEA2000 프로토콜을 사용하여 프레임 단위로 수신이 가능하다. 반면, 풍향 풍속계 데이터는 NMEA0183 프로토콜을 사용하여 byte 단위로 수신이 가능하다.

그림 15는 AT90CAN128의 소프트웨어 흐름도이다. AT90CAN128은 먼저 수신 받은 GPS 데이터가 있는지 확인 후 있으면 Raspberry Pi로 전송한다. 이때 PGN129025 데이터는 변환과정 없이 8bytes를 전송한다. 수신 받은 풍향 풍속계 데이터가 있으면 확인 후 Raspberry Pi로 전송한다. AT90CAN128은 GPS 데이터와 풍향 풍속계 데이터를 인터럽트 방식으로 수신한다.

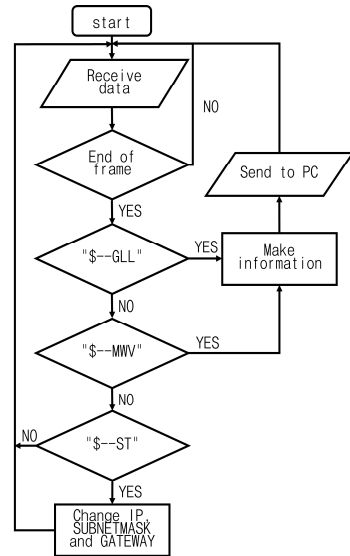


그림 16. Raspberry Pi의 소프트웨어 흐름도

Fig. 16. Software flow chart of Raspberry Pi



그림 17. NMEA0183/2000 게이트웨이와 센서
Fig. 17 NMEA0183/2000 gateway with sensors

그림 16은 Raspberry Pi의 소프트웨어 흐름도이다. "\$--GLL"으로 시작하는 프레임은 GPS 데이터이다. GPS 데이터는 PGN129025 진법변환 방식으로 10진수로 변환하여 아스키코드로 PC에 전송한다.

"\$--MWV"로 시작하는 프레임은 풍향 풍속계의 데이터이다. 데이터의 check sum을 확인 후 PC로 전송한다.

"\$--ST"로 시작하는 데이터는 Raspberry Pi의 IP, gateway, subnet mask와 서버 PC의 IP, gateway, subnet mask를 변경하는 데이터 프레임이다.

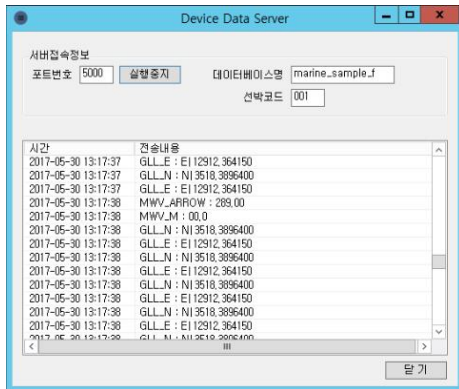


그림 18. NMEA0183/2000 게이트웨이의
PC 수신 프로그램

Fig. 18 PC received program for
NMEA0183/2000gateway

그림 17은 개발한 NMEA0183/2000 게이트웨이와 센서를 결합한 최종 결과 사진이다.

그림 18은 NMEA0183/2000 gateway에서 나온 데이터를 TCP/IP를 통해 PC로 전송한 결과이다. GLL 데이터는 GPS의 데이터이고 MWV 데이터는 풍향 풍속계의 데이터이다.

IV. 결 론

우리는 (주)시우이엔티와 선박예방정비시스템을 개발하였다. 우리가 맡은 부분은 선박예방정비시스템 중 선박 내 기자재의 데이터를 기부속관리에서 확인할 수 있도록 NMEA0183/2000데이터를 ethernet으로 변환해주는 NMEA0183/2000게이트웨이를 구현하는 것이다.

기존에 사용하던 NMEA2000 Gateway는 AT90CAN128 하나로 풍향 풍속계 데이터와 GPS 데이터를 처리해야 했다. 하지만 AT90CAN128이 수신해야 하는 데이터의 양이 많고 연산이 많아 AT90CAN128로 해결하기에는 무리가 있었다. 이에 Raspberry Pi가 복잡한 연산을 처리해주고 상위의 서버로 송신해줌으로써 문제를 해결할 수 있었다. 또한 서버의 IP를 변경 할 수 있도록 UI를 구성하여 사용자가 간단한 버튼 조작으로 서버 IP를 변경 할 수 있도록 하였다.

AT90CAN128은 GPS 데이터 와 풍향풍속계 데이터를 받아 Raspberry Pi로 넘겨주고, Raspberry Pi 는 받은 데이터가 어떤 데이터 인지를 판단한 후 데이터를 가공하여 PC로 전송한다. PC에서 수

신한 데이터를 확인한 결과, 센서의 데이터와 일치함을 확인할 수 있었다.

References

- [1] J.H. Lee, N.J. Jang, J.W. Lee, H.C. Park, J.S. Lee, K.W. Jang, "Conversion and Storage of NMEA2000 PGN Dataq into IEC61162-4 Tag Format," Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 34, No. 4, pp. 522-531, 2010 (in Korean).
- [2] https://www.nmea.org/content/nmea_standards/nmea_2000_ed3_10.asp
- [3] S.H. Hong, "The Method of Multimedia Data Transmission Based on NMEA-0183," The Institute of electronics engineers of korea, pp. 539-542, 2013 (in Korean).
- [4] C.Y. Kim, I.G. Lee, "Design and Implementation of NMEA2000 Protocol Application for Marine Monitoring System," Journal of the Korea Information and Communication Engineering, Vol. 19, No. 2, pp. 317-322, 2015 (in Korean).
- [5] K.Y. Kim, S.Y. Shin, K.S. Bae, S. Chae, "Design and Implementation of NMEA 2000 Based Universal Gateway," The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 39, No. 2, pp. 191-198, 2014 (in Korean).
- [6] S.M. Mun, W.S. Jang, Y.H. Yu, J.Y. Son, "Development of NMEA2000 Network to USB/Ethernet Gateway for Ship Standard Network," Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 36, No. 4, pp. 407-413, 2012 (in Korean).

Hyeong-Gon Son(손형곤)

He is currently working toward B.S. degree at Pukyong National University, Korea. His research interests include factory automation and embedded system.

Email: hyeong902@gmail.com

Moon G. Joo(주문갑)

He received B.S. in Electricity and Electronic Engineering from POSTECH, Korea, in 1992. He received his M.S. in Information Communication Engineering from POSTECH in 1994. He received his Ph.D. in Electronic Computer Engineering from POSTECH in 2001. Since 2003, he has been a professor at Pukyong National University, Korea. His research interests include intelligent control and factory automation.

Email: gabi@pknu.ac.kr

Him-Chan Woo(우힘찬)

He is currently working toward B.S. degree at Pukyong National University, Korea. His research interests include factory automation and embedded system.

Email: glacks623@naver.com

Mu-Sung Kang(강무성)

He received M.S. in Business Administration from Pukyong National University, Busan, Korea in 2008. Since 2009, He has been a CEO at SIWOENT, Co., Ltd,

Korea.

Email: mskang@siwoent.com

Jaehoon sul (설재훈)

He received B.S. in Electronic Engineering from Dong-A University, Korea in 1994. Electronic Engineering from Dong-A University, in 1996. He received his Ph.D. in Electronic Engineering from Dong-A University, in 2000. Since 2012, he has been a CEO at Coenfirm, Co., Ltd, Korea. His research interests include intelligent control and factory automation.

Email: chip6733@coenfirm.com