

# 선박복합통신게이트웨이 통신인터페이스 설계

구형서, 한병욱, 김혜리, 김민준, 유대승\*

주식회사 한컴유비마이크로, \*한국전자통신연구원

{control, bwban, hrkim, mjkim1}@hancocom.com, \*ooseyds@etri.re.kr

## A design on communication interface of multi-communication gateway for ships

Koo Hyeong Seo, Han Byoung Wook, Kim Hye Ri, Kim Min Jun, Yoo Dae Seung\*

HancomUbimicro Co., Ltd, \*ETRI

### 요약

항만과 선박의 스마트화, 자동화가 진행되고 있다. 그동안 항만의 관제사와 선박의 항해사 간 대화 수준으로 주고받는 정보량이, 이제는 무선통신장비가 그 역할을 대체해야할 만큼 주고받는 정보량이 상당히 늘어났다. 또한 선박 내에서도 관리자가 기기와 화물의 상태를 눈으로 직접 확인하고 손으로 기록하며 관리하던 수준의 정보량이, 이제는 선박의 안전과 가동상태, 화물의 위치와 신선도 등 지속적으로 발생하는 다량의 정보를 선주사나 화주에게 실시간으로 신속하게 제공하는 데 있어 선박 내 다양한 통신장비가 그 역할을 대체하고 있다. 이처럼 항만관제센터와 선박, 선박 내 관리자와 기기는 다양한 정보를 신속하게 주고받아야 하기에, 스마트 항만, 스마트 선박이 구축되는 미래에는 이처럼 선박과 항만의 다양한 기기, 화물, 센서 등의 다양한 장치의 정보와 데이터를 관리하는 통신장비가 필수장비로 자리매김할 것이다.

선박용 복합통신게이트웨이는 선박내 다양한 이기종 기기로부터 수집한 데이터를 외부(항만)에 전달하거나, 외부(항만)으로부터 전달받은 데이터를 선박내 해당 기기로 전달하는 구심점 역할을 수행하는 장비이다. 본 논문은 제안하는 선박용 복합통신게이트웨이 개발을 목표로 항만과의 통신, 선박내 다양한 이기종 기기와의 통신을 수행하기 위한 인터페이스 설계 방안을 제안하였다.

### I. 서론

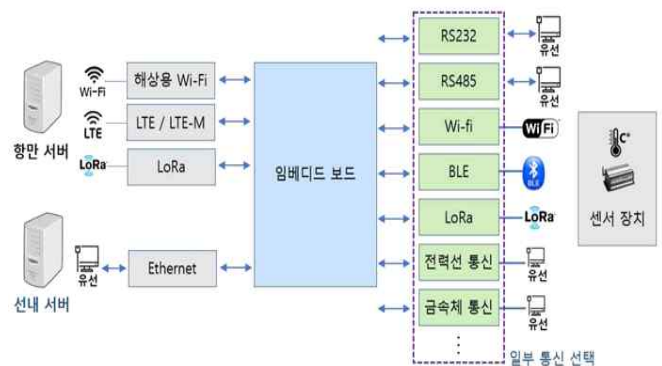
항만과 선박의 스마트화, 자동화가 진행되고 있다. 항만의 관제사와 선박의 항해사 간 주고받던 대화수준의 정보가, 항만과 선박의 스마트화로 인해 사람이 아닌 무선통신장비가 그 역할을 대체해야할 만큼 대량화, 고속화 되고 있다. 또한 관리자가 선박내 기기와 화물의 상태를 눈으로 직접 확인하며 관리하던 수준에서, 이제는 선박과 화물의 스마트화로 인해 선박의 안전과 상태, 화물의 안전과 신선도 등 정보가 다양화되고 실시간 발생함으로 인해, 화주나 선주에게 대량의 정보를 실시간으로 신속하게 제공하는 데 있어 선박내 다양한 통신장비가 그 역할을 대체하고 있다.

스마트화된 선박, 스마트화된 기기, 스마트화된 화물과 신속하고 다양한 통신을 수행하는데 있어 선박복합통신게이트웨이가 단순하게 지원되는 통신 하드웨어인터페이스의 개수가 많음으로 해결되지 않는다. 다수의 기기로부터 대량의 고속 데이터를 처리하기 위해서는 인터페이스 개수 뿐만 아니라 소프트웨어적으로 처리 성능이 충분하여야 한다.

본 논문은 선박내부/외부 이기종 기기간 통신 및 장거리 통신환경을 제공하는 선박복합통신게이트웨이 제작에 있어 처리성능이 충분한 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4 모델을 사용하였으며, CM4 모듈기반으로 다양한 통신인터페이스를 제공하는 방안을 제안하였다.

### II. 본론

#### 1. 선박복합통신게이트웨이 통신 구성



[그림 1] 선박복합통신게이트웨이 통신구성

선박내에는 다양한 통신장비가 다양한 방식으로 통신을 수행하고 있다. [그림 1]은 선박에서 사용 중인 다양한 통신기술을 나열하였으며, 이들 이기종 통신을 연계하기 위해 선박복합통신게이트웨이의 관점에

서 재구성한 것이다. 선박복합통신게이트웨이는 선박내부 이기종 통신장비 및 항만과의 효율적인 연계를 위해 추가적으로 다양한 통신인터페이스를 제공하여야 한다.

## 2. 통신인터페이스 설계

### 2.1 선박내부기기 통신인터페이스 설계

<표 1> 선박내부기기 통신인터페이스

통신사양	선박복합통신게이트웨이 인터페이스
Ethernet	-100Mbps
Serial	-USB -UART/RS232/RS485
Wi-Fi	-Ethernet -USB
LoRa	-UART / SPI
BT/BLE	-USB
PLC	-UART/RS232/RS485
MetalWave	-RS232
Sensor & Actuator	-Analog output -Dry Contact output -RS485

<표 1>에서는 선박내부에서 기기 및 센서/액츄에이터와 통신하기 위한 통신사양과 통신인터페이스를 나열하였다. 본 논문에서는 제안하는 선박복합통신게이트웨이는 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4 기반으로, 선박내부 기기와 통신하기 위한 통신사양과 세부 통신인터페이스 방안을 다음과 같이 설계하였다.

- Ethernet: 선박내에는 이더넷통신 인터페이스를 지원하는 다수의 장비가 운용되고 있다. IEEE 802.3x 표준은 연결된 이더넷에서 물리계층과 데이터링크 계층의 매체접근제어(MAC)를 정의한다. 선박복합통신게이트웨이는 Up-link(U/L)와 Down-link (D/L) 각각 이더넷 인터페이스를 사용하기 위해, 2개의 이더넷인터페이스로 설계하였다. 선박내부 통신은 D/L로서 100Mbps 속도의 이더넷통신포트를 제공하였다. 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4에서는 1Gbps 이더넷포트만 제공하므로, 선박복합통신게이트웨이는 100Mbps 이더넷을 제공하기 위해 USB인터페이스를 활용하여 추가 이더넷포트를 제공하도록 설계하였다.
- Serial: 선박내에는 시리얼케이블을 활용하는 다수의 통신장비가 운용되고 있는데, 이들 대부분은 UART, RS232, RS485 중 한가지 통신인터페이스를 제공한다. 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4는 최대 5개의 UART 포트를 제공하지만, SPI, I2C 등과 중복되어 제공하므로, 이 가운데 3개의 UART 포트를 활용하여 UART, RS232, RS485 인터페이스를 구현하였다. 통신방식을 보면 UART와 RS232 통신은 1:1 통신만 지원하지만, RS485통신은 1:N 통신이 가능하므로, 1개의 포트에 수십 개의 장치와 연결하여 통신을 수행할 수 있다. 특히, USB(Universal Serial Bus)는 그 명칭이 의미하는 바와 같이, 범용 시리얼 통신을 위해 고안되었으며, 선박내 통신장비가 USB포트를 제공하면 선박복합통신게이트웨이는 USB 포트를 직접 연결하여 통신을 수행할 수 있고, 선박내 통신장비가 RS232포트를 제공하면 선박복합통신게이트웨이는 USB포트에 USB2RS232 컨버터를 장착하여 통신을 수행할 수 있다. 이처럼, 선박복합통신게이트웨이에서 지원하지 않거나, 포트 개수가 부족한 경우에는 USB포트 개수를 확장하여 다양한 시리얼 통신장비와 통신을 수행할 수 있다.
- Wi-Fi: 선박복합통신게이트웨이는 선박내에서 Wi-Fi, LoRa 등의 다양한 무선통신기기로부터 데이터를 수집하거나 제어하는 것을 요구하고 있다. 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4은 직접적으로 Wi-Fi

통신을 지원하지 않기에, 선박복합통신게이트웨이는 USB포트에 Wi-Fi 컨버터를 연결하거나, 외부 이더넷 허브에 Wi-Fi 공유기를 연결하여 Wi-Fi 통신을 수행할 수 있다.

- LoRa: LoRa통신은 LoRa Alliance에서 제안하는 국제표준 통신방식으로써, 국내에서는 ISM밴드(Industrial, Scientific, and Medical Radio Band)로써, 무료로 사용할 수 있는 비면허 주파수대역으로 지정되어 있다. 920.9 ~ 923.3MHz 대역의 비교적 낮은 주파수 대역을 사용하기에 고주파를 사용하는 Wi-Fi, Zigbee 통신대비 비교적 회절성과 감도가 좋으며, 개활지에서 10Km 이상 떨어진 노드와 통신하는 등 저전력 장거리 통신으로 사용하고 있다. 특히, 선박, 지하공동구 등과 같은 밀폐공간에서 미면허 주파수 통신 가운데 비교적 높은 통신성능을 보이고 있다. 이런 특징으로 인해 본 논문에서는 LoRa통신을 선박내 통신과 선박외부 통신 모두 사용하도록 설계하였다. 선박복합통신게이트웨이는 LoRa 통신모듈을 UART 또는 SPI 포트를 활용하여 LoRa RF보드를 장착함으로써 LoRa 게이트웨이 통신인터페이스를 제공하였다.
- BLE: BT/BLE통신은 블루투스 통신으로써 동일한 블루투스 기기와 페어링을 통해 데이터를 수집하거나, 비콘기기로부터 방송되는 무선신호를 수신하여 데이터를 수집한다. 선박복합통신게이트웨이는 BT/BLE 통신모듈을 USB to BT/BLE 컨버터에 부착하여 BT/BLE 통신을 수행할 수 있다.
- PLC: PLC(Power Line Communication)는 전력을 공급하는 전력선을 매개로 주파수에 데이터를 실어 통신을 수행하는 기술이다. 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4는 전력선통신 인터페이스를 제공하지 않으므로, 선박복합통신게이트웨이는 전력선통신모듈(컨버터)을 USB포트나 시리얼포트에 연결하여 사용할 수 있다. 전력선통신은 상대적으로 느린 속도와 부가적인 장치부착의 불편함 등으로 많이 사용하지 않지만, 선박복합통신게이트웨이는 기타 통신장치를 연결하기 어려운 위치의 기기와 통신을 수행하기 위해서 PLC통신 인터페이스를 제공하였다.
- MetalWave: MetalWave Communication은 금속표면을 따라 무선/자기장 파장을 흘려 통신을 수행하는 방식이다. Z社의 금속체통신장치는 RS232 통신인터페이스를 제공하므로, 선박복합통신게이트웨이는 USB포트에 USB to RS232 컨버터를 장착하거나 RS232 포트를 통해 금속체 통신 인터페이스를 제공하였다. 금속체통신은 상대적으로 느린 속도로 인해 많이 사용하지 않지만, 선박복합통신게이트웨이는 기타 통신장치를 연결하기 어려운 선박내부의 음역구역과 선교간 통신을 수행하기 위해 MetalWave 통신 인터페이스를 제공하였다.
- Sensor & Actuator: 선박내에는 다양한 센서와 액츄에이터가 운용되고 있다. 센서는 대부분 4~20mA의 아날로그출력 인터페이스나 RS485의 시리얼 인터페이스를 제공한다. RS485통신은 시리얼 통신 포트에서 언급한 RS485포트를 통해 통신을 수행할 수 있고, 4~20mA 아날로그 데이터는 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4의 ADC 포트나 I2C포트에 ADC부품을 장착하여 아날로그이벽 인터페이스를 구현하였다. 액츄에이터 기기는 대부분 접점입력 인터페이스를 제공하므로, 선박복합통신게이트웨이는 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4의 GPIO포트에 Relay부품을 장착하여 액츄에이터와를 제어할 수 있도록 설계하였다. 또한, 현장 액츄에이터 기기는 대부분 제어와 동시에 제어상태(열림완료, 열림중상태값, 닫힘완료, 닫힘중상태값)를 4~20mA 아날로그 출력으로 제공하므로, 선박복합통신게이트웨이는 이를 ADC포트를 통해 액츄에이터 기기의 상태값을 확인하면서 액츄에이터를 제어할 수 있도록 설계하였다.

### 2.2 선박외부기기 통신인터페이스 설계

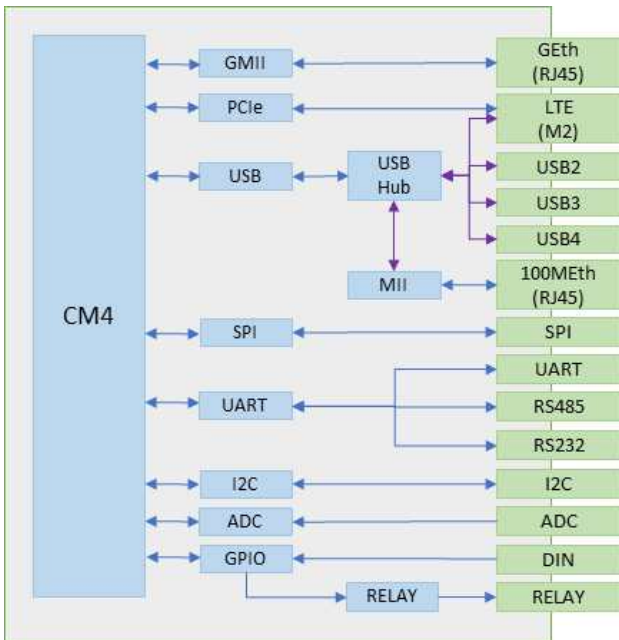
<표 2>에서는 선박외부(항만)와 통신하기 위한 통신사양과 통신인터페이스를 나열하였다. 본 논문에서 제안하는 선박복합통신게이트웨이는 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4를 사용하며, 선박외부(항만)와 통신하기

위한 통신사양과 세부 통신인터페이스 방안을 아래와 같이 정리하였다.

<표 2> 선박외부(항만)기기 통신 인터페이스

통신사양	선박복합통신게이트웨이 U/L인터페이스
LTE	-PCIe/USB -Ethernet 1Gbps
Wi-Fi	-Ethernet 1Gbps
LoRa	-SPI / UART

- LTE: 선박복합통신게이트웨이는 선박외부(항만)와 장거리 통신을 수행하기 위해 LTE통신을 지원한다. LTE통신을 제공하는 장비로는 LTE라우터와 LTE모듈이 있다. LTE라우터 기기는 대부분 이더넷 인터페이스를 제공하므로 선박복합통신게이트웨이의 이더넷 U/L 포트를 LTE라우터와 연결하여 통신을 수행할 수 있으며, LTE모듈은 PCI, UART, SPI 인터페이스 중 한가지를 제공하므로, 선박복합통신게이트웨이는 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4의 PCIe포트에 LTE모듈을 장착하여 통신할 수 있도록 Mini-PCIe 커넥터를 제공하였다.
- Wi-Fi: 선박복합통신게이트웨이는 항만과 장거리 통신을 수행하기 위해 해상Wi-Fi 통신을 지원한다. H社의 해상Wi-Fi 통신장치는 이더넷 인터페이스를 제공하므로 선박복합통신게이트웨이는 U/L포트의 Gbps 이더넷 포트를 통해 해상Wi-Fi 통신장치와 통신하도록 인터페이스를 제공하였다.
- LoRa: 선박복합통신게이트웨이는 선박내부 뿐만 아니라, 항만과 장거리 통신을 수행하기 위해 LoRa통신 인터페이스를 지원한다. LoRa 통신모듈은 SPI 혹은 UART 통신인터페이스를 제공하므로, 선박복합통신게이트웨이는 라즈베리파이 컴퓨팅모듈 V4의 SPI포트 혹은 UART포트에 LoRa 모듈을 장착하여 LoRa 노드 통신 인터페이스를 제공하였다.



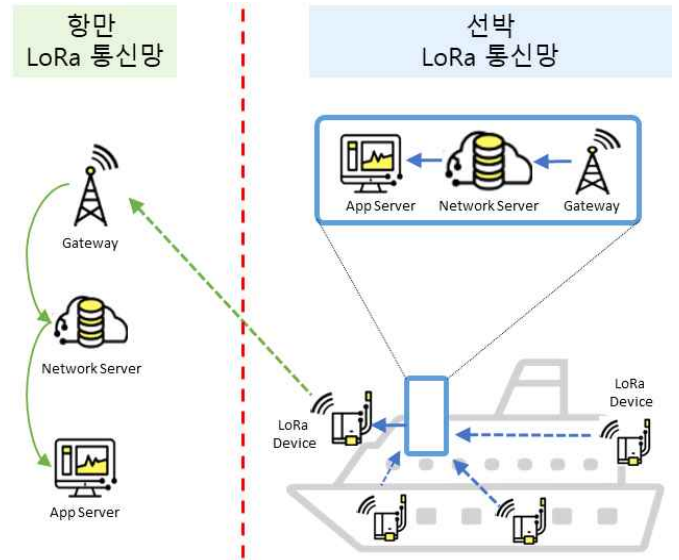
[그림 2] 선박복합통신게이트웨이 통신인터페이스 설계

### 2.3 LoRaWAN기반 LoRa 통신망 구축 방안

LoRa통신은 LoRa Alliance에서 제안하는 LoRaWAN통신방식을 사용한다. 선박복합통신게이트웨이는 D/L의 LoRa통신을 통해 선박내 LoRa통신노드와 연결된 센서/기기의 데이터를 수집하거나, LoRa통신노드와 연결된 액추에이터를 제어한다. 이때, 선박복합통신게이트웨이

는 LoRa게이트웨이와 LoRa네트워크서버의 역할을 수행하게 된다. LoRaWAN에서는 LoRa게이트웨이 D/L에 LoRa디바이스와 1홉 통신을 수행하므로 항만과 LoRa통신을 수행하기 위해서는 별도의 LoRaWAN통신망이 구축되어야 한다. 즉, 선박복합통신게이트웨이는 선박LoRaWAN통신망을 구축하는 메인장치라 된다.

본 논문에서는 항만과 선박간 LoRa 통신을 수행하기 위해서 [그림 3]과 같이 별도의 분리된 LoRaWAN 통신망을 구축하였다.



[그림 3] 항만 및 선박 LoRa통신망 구성

### III. 결론

본 논문에서는 선박복합통신게이트웨이가 선박 내 다양한 이기종 장치와 통신하기 위한 D/L 통신인터페이스 및 선박외부(항만)와 통신하기 위한 U/L 통신인터페이스를 설계하였다. 이처럼 항만의 스마트화, 선박의 스마트화로 인해 선박에는 다양한 통신을 지원하는 센서, 액추에이터, 기기가 설치되고 있으며, 이들 다양한 통신기기로부터 데이터를 수집하고 관리하기 위한 선박복합통신게이트웨이의 필요성은 더욱더 증대되고 있다. 또한 고속데이터 수집, 전송과 같은 하드웨어적인 통신인터페이스 뿐만 아니라 고속 및 대량 데이터 처리 및 보안강화를 위해 선박복합통신게이트웨이의 성능에 대한 요구도 증대되고 있다. 이제, 선박복합통신게이트웨이는 선박내 기기간 통신인터페이스 제공 뿐만 아니라, 기기관리, 데이터관리, 서비스관리 등 선박-항만 통신의 중심점 역할을 수행하는 필수장비로 자리매김할 것으로 기대한다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220544, 실해역 성능검증 기반기술 개발)

### 참고문헌

- [1] “해상물류 통신기술 검증 테스트베드 구축 기획보고서”, 한국전자통신연구원, 2021
- [2] “해양수산과학기술 정책·기술동향”, 해양수산과학기술진흥원, 2022
- [3] 윤태현, 정우성, 유대승, 최현균, “LoRaWAN Class Yard : 통신 음영 지역 해소를 위한 LoRaWAN 릴레이 시스템 개발”, 한국통신학회 하계 종합 학술 발표회, pp724-725, 2018
- [4] Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>