

자율운항선박의 육상관제를 위한 운항정보 전송시스템 개발

김종필 · 김태호* · 김대해†

한국해양대학교 대학원(학생) · *한국조선해양기자재연구원(연구원) ·

†케닛 주식회사(대표)

Development of Navigation Information Transmission System for Autonomous Ship Shore Control

Jong Pil KIM · Tae Ho KIM* · Dae Hae KIM†

Korea Maritime & Ocean University(student) · *Korea Marine Equipment Research Institute(researcher) ·

†KeNiT Co. Ltd (CEO)

Abstract

In order to prepare for the autonomous ship, this study aimed to secure basic technology for remote ship operation/control through the development of the ship's navigation information transmission system for collecting and processing major navigation and engine related data among various ship operating equipment mounted on vessels. The navigation information collection and transmission system has been designed to collect data using NMEA 0183 and MODBUS and has used Kafka and WebSocket to process a large number of messages in their application. In addition, the ship - shore web service was implemented to make the real-time monitoring is possible through a web browser. The data interface was implemented using the Kongsberg navigation simulator and the system was implemented and verified using real data through the connection with KMOU training ship Hanbada.

Key words : Autonomous ship, Shore control, Navigation data, Web browser, Real-time monitoring

I. 서론

국제해사기구(IMO)에 의하여 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship)로 정의되고 있는 자율운항선박은 선박 운항의 안전성을 기반으로 선박을 운용할 수 있도록 신뢰성을 확립하고 인간의 생명과 재산이 보호되어야 한다. 선박 운항장비와 관련 기술의 발전으로 장비의 통합과 융합을 위한 IoT(Internet Of Thing) 개념이 추가되면서 장비 효율적 운용과 안전성이 중요시 되고 있으며, 원격운항(Remote Ship Control) 및 자율운항

(Autonomous Navigation)이 신뢰성을 확보해 가고 있다. 자율운항선박은 모델화된 제어 시스템을 사용하여 무선 모니터링 및 제어를 가능하게 하는 통신기술을 탑재하고, 항해사를 위한 결정 지원시스템과 원격 조종 및 자율운항 능력을 포함하는 선박을 의미한다(Lavander, 2017).

자율운항선박의 기술은 지속적으로 발전되고 보완되면서 자율운항선박 운항은 기본적인 수준으로 운용을 할 수 있지만, 현재 당면한 가장 중요한 과제는 자율운항선박을 운용하기 위한 통신 데이터 용량 및 데이터 폭의 확보이며, 이는 선

† Corresponding author : 051-404-1016, daehae@kenit.co.kr

박의 모든 정보를 원활하게 모니터링하고, 안전 운항을 확보 하는데 필수 요건이다.

이러한 요인들은 지속적으로 보완되어 안정화 되고 있지만 국제법의 규제와 통신환경과 같은 도전적인 과제가 아직 산재하기 때문에, 완전한 자율운항선박만으로 한정하지 않는다.

유럽의 경우, Rolls-Royce가 중심이 되는 AAWA(The Advanced Autonomous Waterborne Application Initiative) 프로젝트를 비롯하여 자율 운항을 준비하는 프로젝트에서는 상용화 단계를 ‘로컬 선박의 원격조종’ → ‘무인 연안선의 원격 조종’ → ‘무인 원양선의 자율운항’과 같이 설정 하고 각 단계의 선박별로 개발 및 검증을 진행하고 있다(Rolls-Royce, 2016; NFAS, 2017).

육상관제센터에서는 자율운항 선박의 안전운항 을 선박과 동시에 모니터링하면서 항해계획의 업데이트, 자율운항 시스템 관리, 자율운항선박 유지보수 계획을 담당한다(Burmeister et al., 2014; Rødseth, 2014).

육상관제센터에서는 항해에 관련된 전반적인 상황을 제어 및 모니터링(Autonomous Navigation System)하고 기관에 관련된 전반적인 상황을 제어 및 모니터링(Autonomous Engine Monitoring and Control)한다. 본선에서의 센서 데이터와 사전에 프로그래밍된 항해 매개변수와의 비교를 기반으로 자율운항 시스템은 항해를 결정하고 해당 항해 및 기관 데이터를 육상관제센터로 전송한다. 육상관제센터는 자율운항선박과 관련된 정보를 파악하고, 이해 관계자에게 공유한다(Rødseth, 2014; Rolls-Royce, 2016).

이때, 자율운항선박의 효과적인 육상관제센터의 운용을 위해 시스템으로 분산 응용 서비스 프로그램 간에 메시지를 전송 및 수신하여 데이터 통신과 교환을 가능하도록 지원하는 MOM(Message Oriented Middleware)과 같은 메시지 처리 소프트웨어를 활용 할 수 있다(Banavar et al., 1999; Tran, Greenfield and Gorton, 2002).

선박의 원격관제(Remote Operation/Control)를

위해 선박 내 데이터 수집 및 처리, 수집된 데이터의 육상 전송, 육상에서의 데이터 공유 등이 최적화되어 처리되어야 한다(Kim, 2018). 다양한 해외 프로젝트를 통해 그 동안의 연구는 선박 데이터 통합 및 처리, 선박 자동화 시스템 등 단일 선박에서의 데이터 처리 및 활용 관점에서 진행 되어왔다. 다만, 선박을 원격에서 관제하기 위해서는 대용량의 데이터를 본선에서 수집/처리하고 육상에서는 수신한 다수의 선박 데이터를 최적으로 처리할 수 있는 시스템과 이를 활용할 수 있는 서비스 시스템에 대한 연구가 필요함에 따라 본 연구를 진행하였다(Moon, 2022).

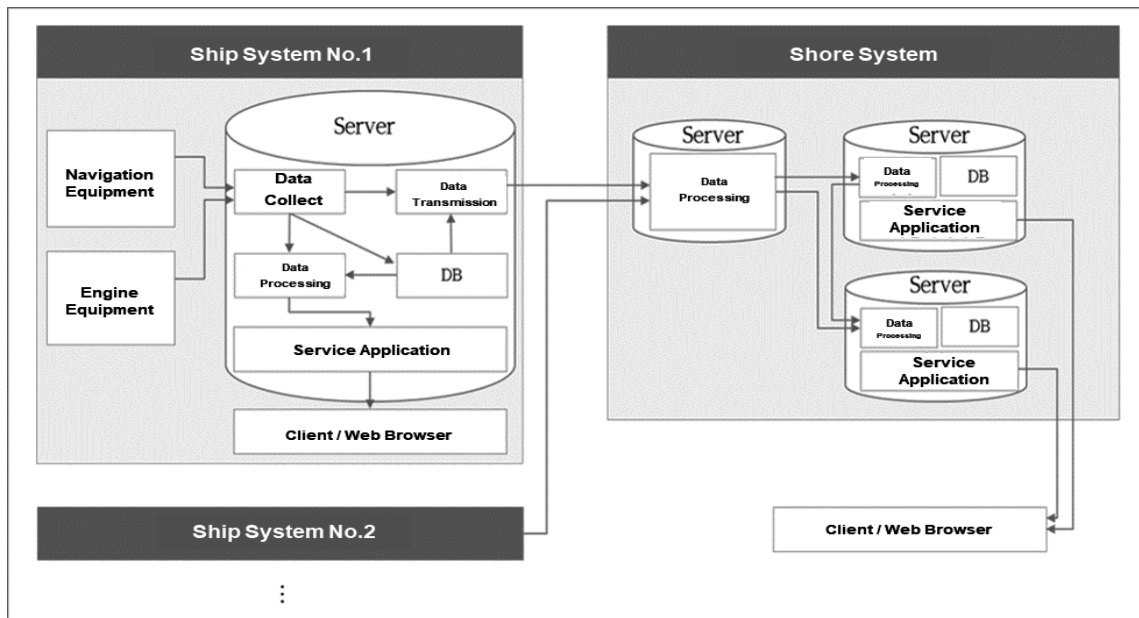
본 논문에서는 개발된 운항정보 전송시스템의 데이터 수집방법 및 시스템 설계 방법에 대해 설명하였고, 이후 시스템 구현 및 검증 결과에 대해 논의하였다.

II. 연구 방법

자율운항선박은 선박의 다양한 운항 정보를 항해, 기관, 선체, 화물 등의 개별 운항시스템으로부터 다양한 형태로 데이터를 수집하여야 한다. 본 연구에서 항해 장비는 <Table 1>과 같이 NMEA 0183 (IEC61162-1, 2) 표준에 의해 수집되고, 다양한 엔진룸 장비들의 디지털 및 아날로그 신호를 통합하여 통신 가능한 디지털 신호로 전환하여 Modbus로 전환 및 AMS(Alarm Monitoring System), IAS(Integrated Automation System)와 같은 통합 시스템을 활용하여 정보를 수집 및 통합 관리하면서 육상 SCS(Shore Control System)으로 전송하도록 설계 되어야 한다. 자율운항 선박에서 생성되는 데이터를 수집하고 디지털화하여 육상 상황실에 전송할 수 있는 선박 정보에 대해 [Fig. 1]과 같이 구성하였다. 물리적으로 크게 자율운항 선박(Onboard)과 육상(Shore) 관제 시스템으로 구분되며, 이 시스템 설계상으로는 다중의 선박과 IoT를 활용한 다중의 육상 관제실을 가질 수 있다.

<Table 1> Navigation NMEA data sentence

Nav. equipment	Form	Sentence
Gyro	HDT	\$-HDT, x.x, T*hh<CR><LF>
	ROT	\$-ROT, x.x, A*hh<CR><LF>
DGPS	GGA	\$-GGA, hhmss.ss, llll.ll, a, yyyyy.yy, a, x, xx, x.x, x.x, M, x.x, M, x.x, xxx*hh<CR><LF>
	DTM	\$-DTM,ccc,a,x.x,a,x.x,a, x.x,ccc*hh<CR><LF>
	RMC	\$-DTM,ccc,a,x.x,a,x.x,a, x.x,ccc*hh<CR><LF>
	ZDA	\$-ZDA, hhmss.ss, xx, xx, xxxx, xx, xx*hh<CR><LF>
Auto Pilot	HTD	\$-HTD,A,x.x,a,a,a,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x,a,A, A, A,x.x,*hh<CR><LF>
	HTC	\$-HTC,A,x.x,a,a,a,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x,x.x, x.x,a*hh<CR><LF>
	RSA	\$-RSA, x.x, A, x.x, A*hh<CR><LF>
Speed Log	VBW	\$-VBW, x.x, x.x, A, x.x, x.x, A, x.x, A, x.x, A*hh<CR><LF>
NAVTEX	NRX	\$-NRX, xxx, xxx, xx, aaxx, x, hhmss,ss, xx, xx, xxxx,x.x,x.x,A, c-c*hh<CR><LF>
RADAR	TTM	\$-TTM, xx, x.x, x.x, a, x.x, x.x, a, x.x, x.x, a, c--c, a, a, hhmss.ss, a*hh<CR><LF>
ECDIS	RTE	\$-RTE, x.x, x.x, a, c--c, c--c, c--c*hh<CR><LF>
	WPL	\$-WPL, llll.ll, a, yyyyy.yy, a, c--c*hh<CR><LF>
Wind	MWV	\$-MWV, x.x, a, x.x, a, A *hh<CR><LF>
Magnetic	HDG	\$-HDG, x.x, x.x, a, x.x, a*hh<CR><LF>

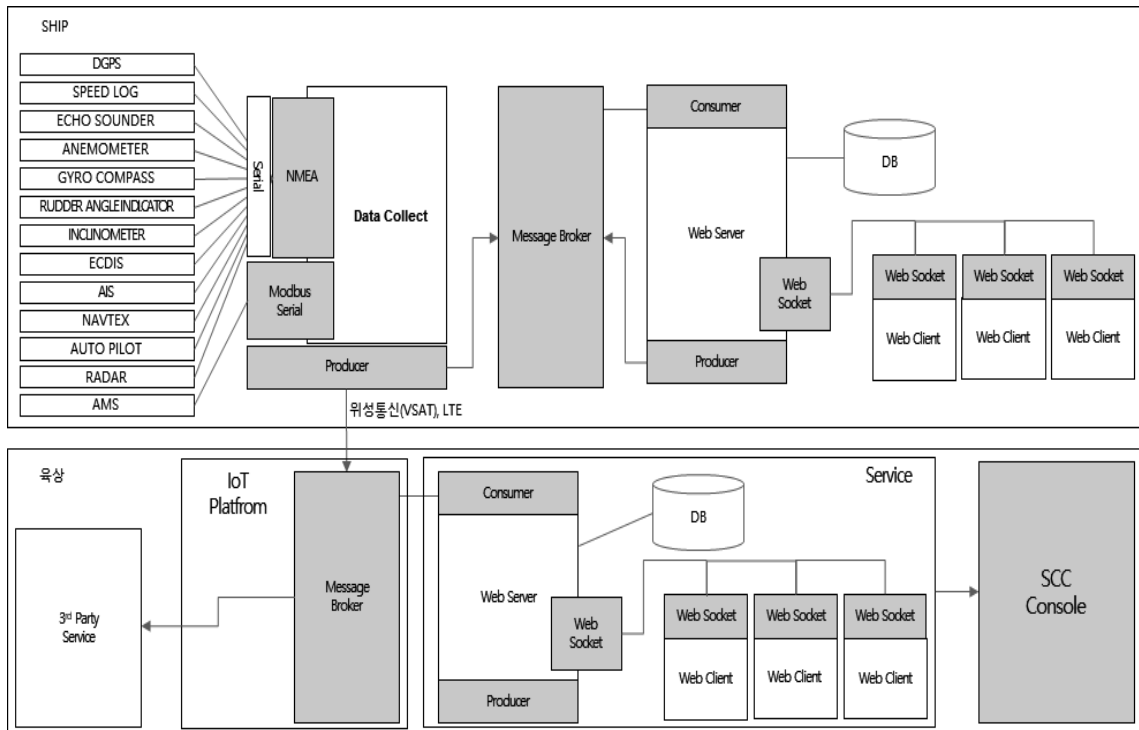


[Fig. 1] System Definition.

선박에서는 Speed Log, Gyro Compass, DGPS, IAS로부터 데이터 정보를 수집하고, 전송 및 수 RADAR, ECDIS 등의 선박 운항 장비와 AMS & 신 데이터를 육상 관제실 및 Web(Wired

Equivalent Privacy)에서 공간, 시간적 제한이 없는 앱(APP-Application)을 사용하였다. 이를 통해 365일 선박의 운항상황을 모니터링하며 저장된 정보를 통하여 선박 운항 장비의 진단을 할 수 있고 선박 운항 장비의 문제 예측이 가능하다. 이런 선박 데이터를 육상 서버에 저장하여 시간제한에 관계없이 모니터링할 수 있으며, 저장된 데이터를 더욱 정밀 분석하여 선박의 운항 효율성 및 최적화가 가능하다. 서버에 저장된 다중 운항선박 정보는 육상 모니터링 시스템 및 Web에 의한 접속자에게 선박 정보를 제공하며, 이는 데이터를 구독(subscribe)한 구성원에 제한한다. 이렇게 수집되는 운항 정보 수집 및 전송 시스템의 동작 원리 및 구성은 [Fig. 2]와 같다. 운항 선박의 각종 항해장비로 부터 NMEA 0183 Protocol을 사용하여 데이터를 수집하고 선박 기관 정보 AMS 및 IAS로부터 Modbus 통신 방식과 RS422 &

RS485 하드웨어를 사용하여 데이터를 수집한다. 항해 장비 데이터의 경우 장비에서 0.1 ~ 1초 간격으로 수집되고 기관실 장비는 10초 간격으로 데이터가 수집된다. MOM(Message Oriented Middleware) 소프트웨어로 시스템 서버 간 전송 데이터 전송은 데이터 처리 속도, 확장성 등이 타 메시징 운용 시스템에 비해 처리 성능이 우수하여 Kafka 메시징 시스템을 사용하였다. 수집된 데이터는 선박과 육상의 사용자가 데이터를 보고 사용할 수 있도록 하였다. 정보 데이터 수집 장비가 만든 NEMA, 기관실 정보 등을 Web에서 구독한 각 웹 서버는 데이터베이스에 저장하여 Web에서 사용 가능하도록 가공하고, WebSocket을 통하여 웹 브라우저를 사용 접속한 이용자가 2초 단위로 수신된 정보를 제공되도록 설계되었다.



[Fig. 2] System Configuration.

본 연구에서 사용된 운항정보 전송시스템은 개발된 NDDS(Navigational Data Distribution System)를 사용하여 선박정보를 처리하였다. WAS(Web Application Server)는 Apache Tomcat을 사용하였고, 구현에 사용한 언어는 JAVA(JDK)를 사용하였고, Postgres로 데이터베이스를 구성하였으며 데이터 메시징은 Apache Kafka가 사용되었다. 선박의 전송 및 수신 데이터 인터페이스는 Kongsberg K-Sim 항해장비와 연동되어 사용되었으며, 실 선박 데이터를 사용한 연동은 한국해양대학교 한바다호 항해 및 기관실 장비와 실시하였다.

항해 장비 및 기관실 장비 정보 수집을 위해서 수집 데이터 장비별로 수집정보와 데이터 수신 가능 여부를 각 제조사 장비 스펙을 통하여 분석하여 설정하였다. 본 실험 연구에서는 FURUNO, JRC, Kongsberg 제품의 인터페이스 정보를 분석하여 선박 운항 정보 수집에 필요한 데이터를 정의하였다.

기관실 장비 시스템에 사용되는 대부분의 센서는 아날로그 신호가 사용되고 있기 때문에 선박 센서 데이터를 각 장비 시스템에서 직접 받기 어렵다. 육상과 인터페이스를 원활하게 하기 위해서 기관실의 모든 장비와 인터페이스 하였으며, 이러한 방식은 AMS & IAS를 사용하여 모든 센서 데이터를 Modbus 통신을 통하여 정보를 수집할 수 있으며 육상 전송이 가능하다.

Modbus는 육상 및 해상에 광범위하게 사용되는 표준 프로토콜로 사용되고 있으며, 낮은 데이터 용량으로 동시에 많은 데이터 전송이 가능한 전송 방식을 사용하고 있다. 이 실험에서는 Modbus RS422를 사용하고 있으며, Ethernet Modbus도 사용이 가능하도록 구성되어 있다. 최근 신조된 대형 선박 및 자동화 선박의 원격제어 감시 시스템은 보다 진보된 통신 방식을 사용하여 AMS(Alarm and Monitoring Syatem) & IAS(Intergrated Automation System) 시스템에서 안정된 데이터 수집과 이를 디지털 신호로 변환하여 외부 시스템에 전송한다. 기관 모니터링 시스

템에서 기관실 정보와 화물 정보를 수집하기 위해 AMS에서 보조 발전기, 전력제어, 엔진 상태, 보일러 상태, 청정기, 트림, 리스트, 온도 센서 등에 연결되어 데이터를 수집하고 디스플레이 한다. 그러나, 모든 선박의 모니터링 센서 데이터가 동일하지 않으며, 선박의 선종, 엔진 타입, 선박 길이에 따라 수집되는 정보가 다르다. 선박의 수집되는 데이터가 위 사항에 따라 다르므로 기본 데이터 인터페이스를 고정할 수 없으며 인터페이스도 선박의 종류에 따라 적용되는 것이 다르다. 전송하는 데이터가 AMS 선종마다 다르므로 적용 선박에 미리 AMS & IAS 업체로부터 인터페이스 통신 정보를 협의하여 정의하여야 한다.

본 연구에서는 AMS 인터페이스 리스트 및 통신 방식을 <Table 2>와 같이 정의하여 Modbus Master/ Slave, Address, Coil, 데이터 Scale, Range, Function Code를 협의하여 인터페이스 방법을 정의하였다.

시험 장비 정보 수집을 위해 각 항해 장비 전송 시스템으로 정의된 NMEA 0183과 Modbus 통신을 통하여 데이터가 수신되면 수신된 데이터 시스템에서는 일련의 문자열을 파싱(Parsing) 프로세서를 통해 토큰(Token)으로 분해하고 분석하여 문법적 관계를 파스트리(Parse tree) 방식으로 해석하여 처리하였다. 선박의 정보수집 장비의 Kafka 생성자로부터 구독하는 사용자를 구성할 때, 구독한 선박과 육상의 서버(Kafka 구독자)문자 데이터는 500ms 이내의 성능으로 DB에 ms 단위로 적재되고, WebSocket을 통해 5초 단위로 모니터링 할 수 있도록 UI에 표출되도록 설계 및 구현하였다. 실시간 표출을 웹에서 효과적으로 활용하기 위해 WebSocket을 적용하여 활용하였다.

항해 장비로부터 수집한 주요 정보는 선박의 ID와 시간, 현재 위치, 침로, 선박속도, RPM, 수심이며 침로, 선속과 같이 값으로 표현되는 것은 선박에서 데이터를 구독하여 2초 단위로 업데이트 한다.

<Table 2> Interface design for Read Discrete Inputs

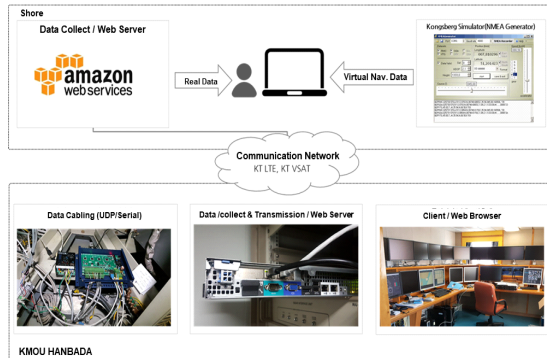
Name	Read Discrete Inputs		
Explanation	Read information from specific input bits (consecutive from 1 to 2000)		
Type	hexadecimal(16) byte		
Transmission method	Asynchronous		
	[Data]	[Type]	[EX]
Send	- Slave Address	Byte(1)	11
	- Function Code (0x02)	Byte(1)	02
	- Starting Address (0x0~0xFFFF)	Byte(2)	00C4
	- Input Starting Address Hi	Byte(1)	00
	- Input Starting Address Lo	Byte(1)	C4
	- Quantity of Inputs (0x1~0x7D0)	Byte(2)	0016
	- No. of Points Hi	Byte(1)	00
	- No. of Points Lo	Byte(1)	16
	- Error Check(CRC)	Byte(2)	XXXX
Reception	- Slave Address	Byte(1)	11
	- Function Code (0x02)	Byte(1)	02
	- Byte Count (*N)	Byte(1)	03
	- Input Status	Byte(Variable)	ACDB35
	- Error Check(CRC)	Byte(2)	XXXX
Send Exception	- Slave Address	Byte(1)	11
	- Function Code (0x82)	Byte(1)	82
	- Data *Exception code	Byte(1)	01
		Byte(1)	01
	- Error Check(CRC)	Byte(2)	XXXX

메인엔진과 발전기의 상태 모니터링을 위해 Engine Data Logger 또는 AMS로부터 수집한 데이터를 사용하였다. 본 연구에서는 해당 데이터들의 상세한 정보를 10초 단위로 DB에 수집/저장하며, 수집되는 데이터의 종류는 150여종 이상이다. DB에 수집이 가능한 데이터는 향후 새로운 서비스 구현에 활용하기 위하여 모두 저장하도록 설계하여 구축하였다.

선박 정보전송 연구를 통하여 도출된 사항을 한국해양대학교 실습선 한바다호에 구성하여 실험을 실시하였다. 각 장비별 인터페이스 구현은 NDDS를 사용하였으며, 선박 정보 수신이 안정적으로 육상에서 수신되는지 확인하였으며, 선박 운항 시 수집정보가 정상적으로 전송 및 수신되는 것을 실험하여 도출하였다.

본 실험은 선박의 운항 정보 데이터에 대한 처리 및 모니터링임에 따라, 실제로 선박을 운용하여 데이터를 획득하여야 하고, 선박에서의 통신은 LTE 및 VSAT 위성통신을 사용해야 하므로 실험을 시뮬레이션 환경, 실습선의 정박 환경, 항해 환경으로 분류하였다. 시스템 검증을 위하여 [Fig. 3]과 같이 실험 환경을 구축하였고 <Table 3>과 같이 실험을 진행하였다. 개별 장비로부터 데이터 수집을 위해 항해, 기관 장비를 다음과 같이 작업하였다. 정보 수집을 위한 기관 장비는 한바다호의 AMS(Alarm and Monitoring System)의 시리얼 포트를 할당하여 Modbus RS422 통신 쌍방향 통신 방식을 사용하여 인터페이스 하였다. 항해 운항 장비는 RS422 Serial Line을 NMEA 0183 통합 모듈과 Combiner를 사용하여 단방향

통신 케이블을 연결하였다. 항해 장비 인터페이스는 시험 장비의 시리얼 인터페이스 통신포트가 제한적이며 NMEA 통합기를 사용하여 하나의 통신 포트를 사용하여 다중의 선박 정보를 통합하여 수신 및 전송되도록 설계되었다.



[Fig. 3] Experiment environment setup process.

<Table 3> Plan for experiment

experiment	Communication	Data source	Place	Experiment object
Unit experiment	Ethernet	Simulator or real data	KMOU HANBADA (moored)	Unit function
Integrated experiment	LTE VSAT	real data	HANBADA (sailing) KMOU	Integrated function/performance

단위 시험을 위해 실 운항선박 데이터를 주어진 환경에서 데이터 전송 및 수신 시험을 진행하였다. 시험 대상 선박 정보의 경우 RADAR, DGPS, Speed Log, 메인엔진 데이터 및 전력 발전기는 운용하지 않는 상태로 시험을 진행하였다.

III. 연구 결과

본 연구에서는 선박에 사용되는 운항 및 운용

장비의 인터페이스를 통하여 장비 검증을 위하여 기관실 장비, 항해 장비들의 데이터 수집과 데이터의 서버 저장, 전송, 육상 수신 데이터 처리에 대한 단위 실험을 <Table 4>와 같은 항목으로 실시하여 결과를 도출하였다. 또한, 다른 인터페이스 모듈과의 안정적 통신의 적합성, 실험 모듈 내부의 신호 처리, 저장 장치, 전송 방법 구조의

<Table 4> Sample of integrated experiment result

Item	Screen/Program/DB	Result
LIVE data display	Check data for each item on the Monitoring Pop up screen	normal
	Check data loading	
	tb_ra_nav_voyage	Navigation voyage information
	tb_ra_blr	ballast
	tb_ra_ge	generator
	tb_ra_ge_cyl	generator cylinder
	tb_ra_ge_tc	generator turbo charger
Loading LIVE data DB	tb_ra_mach	engine rm. machinery
	tb_ra_mach_me	main engine
	tb_ra_mach_me_cyl	main engine cylinder
	tb_ra_me_tc	main engine turbo charger
	tb_ra_nav	navigation equipment
	tb_ra_nav_gps	position info.
	tb_ra_nav_navtex	Navtex
	tb_ra_nav_telegraph	engine telegraph
	tb_ra_nav_thruster	thruster

오류 유/무 및 발견된 오류에 대해 수정하여 단위 실험 결과를 도출하였고, 통합 실험 전에 보완하였다.

선박의 데이터 전송 시스템의 종합적인 기능/성능 실험에 해당되는 시스템의 장비와의 인터페이스 하여 장비간의 연동이 정상적으로 되는지 검증하였다. 하위 수준의 기능 검증을 배제하고, 서브시스템 간의 통합에 중점을 두고 실험을 수행하였으며 <Table 5>와 같은 항목으로 성능과 시스템의 안정성을 실험하였고 그 결과 시스템으로부터 수신한 데이터가 정상적으로 DB에 적재되고, 기 구성한 웹 UI에 표출 여부를 확인하였다.

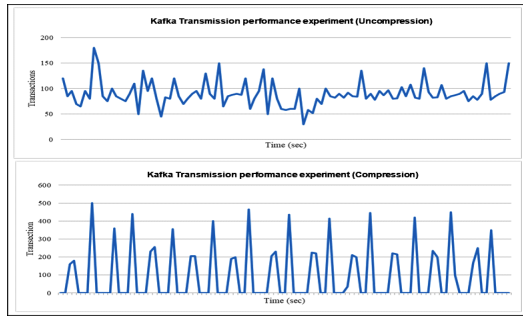
전송되는 선박 데이터가 선박과 육상에 데이터를 저장하는 서브시스템과 선박에서 육상으로 전송되는 전송시간(TPS-Transaction Per Second) 측정 실험을 하였다. 해상 데이터 전송을 Kafka를 사용하여 압축 방법과 비압축 방법으로 실험을 실시하여 전송 결과를 도출하였다.

[Fig. 4]와 같이 전송되는 데이터들은 장비의 중요도에 따라 0.5초~10초의 주기로 데이터를 수신하였고 그 결과 주위 선박의 수량에 따라 AIS 데이터 용량의 변화를 볼 수 있으며, 다른 운항 장비 데이터들은 데이터 용량 변화가 없는 것이 확인되었다. 또한 선박과 육상의 데이터 전송 통신 용량의 제한이 있으며, 통신 전송 데이터 용량을 고려하여 5초간 데이터를 압축하여 전송한 결과 정확하게 5초 간격을 가지고 전송하는 것을 확인하였다. <Table 6>은 압축과 비압축의 메시지 전송량을 나타내고 있다. 비압축은 실시간으로 선박 데이터를 VSAT(위성통신)를 사용하여 전송하고 압축은 5초 단위로 전송하고 있다. 하루(24시간) 압축으로 하여 전송량은 300 Mbite이며 비압축일 시 915 Mbite 이다. 압축의 이점은 데이터를 5초 단위로 전송함으로 인하여 데이터 양을 더 많이 전송할 수 있다. 데이터는 토픽으로 분류하여 실시간으로 전송해야 될 데이터와 5-10초 단위로 전송해야 될 것으로 분류하여 데

이터를 수집한다. 이로 인하여 선박의 중요데이터를 어느 식으로 전송할지를 설계 단계에서 결정한다.

<Table 5> Sample of single unit experiment result for ship's speed data reception

Test Item	Test Conditions /Data	Result
Serial I/F connection and NMEA reception	1. Connect the output device for the vessel speed (VBW) sentence. - Speed Log Sensor connection - Use of NMEA emulator 2. Adjust serial settings on both connected sides 3. Ship speed data transmission	1. Serial port open success 2. NMEA sent from the output side Received from the system as string * Check with log
Automatic connection to Serial I/F and NMEA reception upon restart	1. The vessel speed NMEA sentence is output normally and is being received normally from the system. 2. Restart the system and restart the system	1. Serial port open after restart success 2. NMEA sent from the output side Received from the system as string * Check with log
Serial NMEA reception when restarting NMEA output device	1. The vessel speed NMEA sentence is output normally and is being received normally from the system. 2. Restart the NMEA output device (restart sensor, NMEA emulator)	1. After restarting the output device, the system receives the NMEA string output from the output device as is. * Check with log



[Fig. 4] Comparison of data transmission of compressed and decompressed.

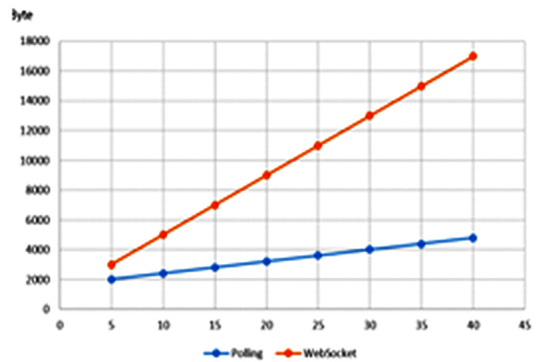
<Table 6> Comparison of data transmission test result

	Decompressed (0.5 sec)	Compressed (5 sec)
Message/ sec	100	300
Transmission capacity / 0.5 sec	5.3 Kbite	17.7 Kbite / 5 sec
Transfer data (1Day)	915 Mbite	300 Mbite
Compressibility	-	약 67%
Advantage	real-time data	transfer a lot of data
Number of transmission data channels	230	
VSAT Max transmission	0.5 Mbite / sec	

이 실험에서 선박의 운항 데이터를 전송할 시 데이터 압축률은 위성통신을 사용할 때 선박 운용비용에 많은 영향을 미치게 되므로 선박 운항 비용에 직접적으로 미친다. 한바다호의 VSAT 통신의 최대 전송 속도는 0.5 Mbite로 여유가 있으나, 현재는 모든 선박의 데이터를 전송하는 것이 아니라 일부 중요한 데이터에 한해서만 전송하게 되어 있다. 모든 데이터를 전송할 경우 더 많은 데이터의 전송 용량을 가질 수 있으나 통신 영상이라든지 다른 추가 데이터를 보내기에는 충분하지 않다. 이러한 부분은 향후 통신 기술의 발달로 인하여 많은 데이터 용량을 보낼 수 있을 것

이라 생각한다.

[Fig. 5]는 웹 브라우저를 통해 네트워크 패킷을 분석한 결과로써 그림과 같이 WebSocket방식이 Polling 방식보다 네트워크 성능에 유리함을 알 수 있다. 본 실험을 통해 서버와 사용자 간에 최소 2배 이상의 성능이 향상 되고, 이벤트의 수가 많아질수록 성능의 차이가 더 커진다는 것을 확인하였다.



[Fig. 5] Comparison of network packet analysis of WebSocket and Polling.

IV. 결론

본 연구는 선박의 운항 정보를 안정적인 통신을 통하여 확보하고 육상 ROC(Remote Control Center)에서의 원활한 모니터링과 선박의 안정적 운항을 위한 육상 관제 기술을 확보하는데 목적이 있으며, 연구 결과 운항 선박 전송 데이터를 수신, 저장, 처리하는 방법과 Kafka를 통한 Web 기반의 운항 선박 데이터의 접속 편의성을 확보하였다. 본 연구에서 사용된 인터페이스 방법은 현재 선박에서 기본적으로 사용되고 있는 Modbus, NMEA, Ethernet을 활용하여 데이터 수집, 전송을 하였고, 전송 플랫폼은 Kafka를 사용하여 데이터를 전송하도록 설계되었다. 실시간으로 선박 데이터를 물리적으로 전송하는 시스템은 연안에서는 LTE 통신과 대양에서는 V-SAT 통신을 사용하여 육상에 전송하여 데이터를 안정적인

로 활용이 가능하도록 서버 시스템을 구현하였다.

개발한 선박의 운항정보 전송시스템에 대해 향후 지속적인 검증을 통하여 기능 및 서비스를 추가로 업데이트 할 예정이다. 추후 기술 확보를 목적으로 다량의 선박의 방대한 데이터 정보를 수집하여 저장하고, 이를 효율적으로 사용할 수 있는 시스템 연구를 계속 진행할 예정이다. 이를 통해 향후 자율운항선박의 육상관제를 위한 모니터링 시스템의 신뢰성이 확보될 수 있을 것이라고 판단된다.

References

- Banavar G, Chandra T, Strom R. and Sturman D (1999). A case for message-oriented middleware. International Symposium on Distributed Computing, 1~17.
- Burmeister HC, Bruhn WC, Rødseth ØJ, and Porathe T(2014). Can unmanned ships improve navigational safety? Proceedings of the Transport Research Arena, TRA 2014, 14~17 April 2014, Paris.
- Rødseth ØJ(2014). MUNIN Deliverable D4.5: Architecture specification, August 1st, 2013. Available from www.unmanned-ship.org. Accessed in March.
- Rolls-Royce(2016). Remote and autonomous ships - the next steps. White paper.
- Moon SB, Yang WJ and Choi WJ(2022). Performance Verification Module Design for Safety Operation Support Service of MASS. Journal of Fisheries and Marine Educational Research, JFMSE, 34(1), 66~75.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2022.2.34.1.66>.
- Tran P, Greenfield P and Gorton I(2022). Behavior and Performance of Message-Oriented Middleware Systems. Proceedings of the 22nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops, Vienna, 645~650.
- Levander O(2017). Autonomous ships on the high seas. IEEE Spectrum, 54(2), 26~31.
- NFAS(Norwegian Forum for Autonomous Ships) (2017). Definitions for Autonomous Merchant Ship.
- Kim WO(2018). A Study on the Autonomous Navigation using AI Method. Journal of Fisheries and Marine Educational Research, JFMSE, 30(6), 2036~2042.
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2018.12.30.6.2036>.

-
- Received : 27 September, 2023
 - Revised : 14 November, 2023
 - Accepted : 24 November, 2023