

반응형 웹 기반 선박 보조기기 및 배관 상태 진단 모니터링 시스템 구현

† 박순호 · 최우근* · 최경열** · 권상혁***

† 케이엘넷 수석연구원, *케이엘넷 주임연구원, **케이엘넷 연구원, ***케이엘넷 책임연구원

Implementation of Responsive Web-based Vessel Auxiliary Equipment and Pipe Condition Diagnosis Monitoring System

† Sun-Ho Park · Woo-Geun Choi* · Kyung-Yeol Choi** · Sang-Hyuk Kwon***

† Principal Research Engineer, KLNET

*Assistant Research Engineer, KLNET

**Research Engineer, KLNET

***Senior Research Engineer, KLNET

요 약 : 기존 운항선박에 적용되어 있는 알람 모니터링 기술은 온도, 압력 등의 데이터 항목을 AMS(Alarm Monitoring System)으로 관리하고 해당 센싱 데이터가 정상 수준 범위를 초과할 경우만 선원에게 알람을 제공한다. 또한 기존 선박의 정비는 PMS(Planned Maintenance System)를 따른다. 이는 장비로부터 측정된 센싱 데이터가 설정범위 이상으로 측정되어 이에 따른 알람을 통해 정비하거나, 대상 기기의 고장 유무에 관계없이 일정 시간 사용 후 해당 부품을 사전에 교체하는 방식으로 운영되고 있다. 하지만 선박 기관운영의 신뢰성과 운항 안전성을 확보하기 위해서는 실시간 상태 모니터링 데이터 기반의 사전적 진단 및 예측이 가능해야 한다. 그러기 위해서 실선 데이터를 종합적으로 측정하여 데이터베이스화 하고 이를 선박의 보조기기와 배관의 상태기반 예지보전을 위한 상태 진단 모니터링 시스템을 구현하고자 한다. 특히 반응형 웹 기반으로 선박의 보조기기와 배관 상태 정보를 관리할 수 있도록 하였으며, 선내 개인용 컴퓨터(Personal Computer, PC)에서 보는 용도뿐만 아니라 스마트폰 등 다양한 모바일 기기의 접근 및 활용이 가능하도록 화면과 해상도에 맞춰 최적화된 상태 관리가 가능하도록 하여 업데이트 비용이 적게 들며, 관리 방법도 쉽다. 본 논문에서는 자율운항선박 핵심 기술인 상태기반정비(Condition Based Management, CBM) 기술력을 확보하기 위해 선박의 보조기기 중 펌프와 청정기, 그리고 배관 중 해수 및 스팀 배관의 상태 진단 모니터링을 통해 이상 현상을 파악하고, 이를 통해 융합 분석할 수 있도록 선박 보조기기 및 배관의 성능 진단 및 고장 예측에 활용하여 예방정비 의사결정을 지원하고자 한다.

핵심용어 : 상태기반정비(CBM), 선박 보조기기, 선박 배관, 상태 모니터링, 상태 진단

Abstract : The alarm monitoring technology applied to existing operating ships manages data items such as temperature and pressure with AMS (Alarm Monitoring System) and provides an alarm to the crew should these sensing data exceed the normal level range. In addition, the maintenance of existing ships follows the Planned Maintenance System (PMS), whereby the sensing data measured from the equipment is monitored and if it surpasses the set range, maintenance is performed through an alarm, or the corresponding part is replaced in advance after being used for a certain period of time regardless of whether the target device has a malfunction or not. To secure the reliability and operational safety of ship engine operation, it is necessary to enable advanced diagnosis and prediction based on real-time condition monitoring data. To do so, comprehensive measurement of actual ship data, creation of a database, and implementation of a condition diagnosis monitoring system for condition-based predictive maintenance of auxiliary equipment and piping must take place. Furthermore, the system should enable management of auxiliary equipment and piping status information based on a responsive web, and be optimized for screen and resolution so that it can be accessed and used by various mobile devices such as smartphones as well as for viewing on a PC on board. This update cost is low, and the management method is easy. In this paper, we propose CBM (Condition Based Management) technology, for autonomous ships. This core technology is used to identify abnormal phenomena through state diagnosis and monitoring of pumps and purifiers among ship auxiliary equipment, and seawater and steam pipes among pipes. It is intended to provide performance diagnosis and failure prediction of ship auxiliary equipment and piping for convergence analysis, and to support preventive maintenance decision-making.

Key words : CBM, vessel auxiliary equipment, vessel pipe condition, condition monitoring, condition diagnosis

† Corresponding author : 정회원, javaeye@klnet.co.kr 02-2175-9446

* 정회원, wgchoi@klnet.co.kr 02-2175-9497

** 정회원, dnjsvltm327@klnet.co.kr 02-2175-9427

*** 정회원, ksh2k@klnet.co.kr 02-2175-9379

1. 서 론

ICT 기술기반으로 하는 제4차 산업은 모든 산업분야에 변화를 요구하며, 이에 조선·해운분야에도 자율운항선박에 대한 관심증가와 기술개발 연구가 활발히 진행되고 있다(Seok, 2020). 자율운항기술은 최근 스마트선박, 자율운항선박 등의 등장으로 해사분야에서 핵심기술로 주목받고 있으며, 관련 산업시장에서 활발히 개발되고 있다(Park and Park, 2022). 자율운항선박은 운항과 관리에 대한 정보를 디지털화함으로써 핵심장비에 대한 실측 데이터를 기반으로 스스로 판단하여 고장여부에 대한 의사결정을 수행하는 자가 진단 선박 기술을 기반으로 개발하고자 한다(Kim, 2022).

자율운항선박은 선원이 없이 자율적으로 운항도 하지만, 핵심장비/기자재에 대해서도 실측 데이터를 기반으로 스스로 판단하여 고장여부에 대한 의사결정이 가능하여야 하며 선박 보조기기 및 배관은 선박 운항의 안전과 정시 입출항에 핵심이 되는 장비/기자재로써 자율운항선박 구현에 필요한 핵심 기술이다. 선박의 운항과 관리 기술은 지능화 시스템으로 전환을 통해 선박의 운항과 관리에 대한 정보를 디지털화함으로써, 기존 선원의 경험적 판단에 의해 결정하였던 업무를 인공지능에 의해 자율적으로 의사 결정함으로써, 선박의 안전과 효율을 향상시키는 것이다(Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, 2019).

본 논문에서는 선박의 보조기기 중 펌프(Pump), 청정기(Purifier)와 배관 중 해수배관(SeaWater Pipe), 스팀배관(Steam Pipe)의 상태 진단 모니터링 소프트웨어 개발을 위해 제공해야 하는 전반적인 프로세스의 소프트웨어적인 특성을 명확히 정의하고, 다양한 데이터 처리, 저장, 분석, 가시화 모듈을 개발하였다. 자율운항선박은 국제해사기구에서 정의한 자율화 등급 4단계의 완전자율운항 선박을 목표로 개발되고 있으며, 이를 위해서는 선박 기관 시스템 대부분의 장비에서 고장진단이 이루어져야 한다. 현재 선박의 고장 감시 시스템은 경보점을 설정하여 설정치보다 높거나 낮음을 따라 경보하는 시스템(AMS)이 대부분이다. 이러한 고장 진단 체계는 이상 징후를 사전에 예측할 수 없다. 그래서 고장 사후 조치나 정해진 주기에 따라 정비를 시행하는 계획 정보(PMS)를 적용하여 정박 시 항구에서 교환, 점검하게 된다(Deris et al., 1999). 또한 사고 발생 후 조치 시 고장의 원인 규명이 용이하지 않고 고장 발생으로 인한 대규모 경제적 손실 규모가 커지게 되므로 선박 운영의 신뢰성을 높이는데 제한이 있어 오래 전부터 예방정비의 필요성이 요구되고 있었다(Kim et al., 2011). 기존 선박들은 사후정비 및 정기유지보수를 수행해 왔기에 실측 데이터 구축 현황은 매우 미비한 상황으로 선박 기관 시스템 보조기기 및 배관은 선박 운항에 관련된 중요한 장비로 고장 진단 기술을 개발하기 위해서는 대량의 실측 데이터가 필요하다(Lee and Youn, 2015). 선박 기관운영

의 신뢰성과 운항 안전성을 확보하기 위해서는 실시간 상태 모니터링 데이터 기반의 사전적 진단 및 예측이 가능해야 한다. 이를 위해 실증선 시험을 바탕으로 상태 기반 데이터베이스를 구축하였다. 그리고 선박 기관시스템 보조기기 및 배관의 상태 진단 모니터링을 하기 위해 선내용 사용자 어플리케이션을 제작하고, 어플리케이션 서버를 구축하였다.

2. 선박 보조기기 및 배관 상태 진단 모니터링 소프트웨어 컴포넌트 설계

선박 기관 시스템 보조기기는 엔진 작동을 위한 핵심 기관 시스템이다. 그 중 청정기는 원유로부터 물과 이물질을 정제하여 작동유를 추출하고, 펌프는 작동유를 빠르고 안정적인 상태를 유지하며 엔진으로 공급한다.

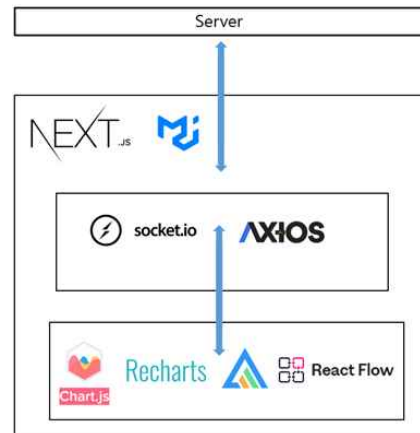


Fig. 1 Composition of front-end element component

Table 1 Front-end configuration library

Library	Description
Next.js	Apply efficient structural design and unity of React code
Material UI	Apply template and apply dynamic style according to state value
React-data-grid	Excel and spreadsheet-like effects that are different from traditional tables
React-chart, Chart.js, ApexChart	Real-time/cumulative trend, voyage data monitoring, reports, etc.
React-sparklines	Implement sparklines
React-flow	Implement data flow
React-icon	Iconic Element Composition
Socket-io	Real-time communication
Axios	API communication with the server

감지 결과, 시간에 따른 고장 확률이다. 그리고 Table 6과 7은 해수배관과 스팀배관의 센싱 데이터 및 상태 진단 데이터를 1초 단위로 저장한다. 모든 진단 결과 알람에 대해 사용자의 상태 인식 및 확인을 위해 bool 값으로 체크하도록 하였다.

Table 2 List of pump_analyze attributes

Attribute	Type	Description
CTIME	numeric	Create time
ROOTPATH	vvarchar	Root path
FILENAME	vvarchar	Filename
CH_N001	vvarchar	Diagnostic Status
CH_N002	vvarchar	Diagnostic Result
CH_N003	vvarchar	Probability of Failure Cver time
CNFM_CH_N001	bool	Confirmation
CNFM_CH_N002	bool	Confirmation
CNFM_CH_N003	bool	Confirmation

Table 3 List of pump_sensor attributes

Attribute	Type	Description
CTIME	numeric	Create time
ROOTPATH	vvarchar	Root path
FILENAME	vvarchar	Filename
CH_N001	vvarchar	Diagnostic Status
CH_N002	vvarchar	Diagnostic Result
CH_N003	vvarchar	Probability of Failure Cver time
CNFM_CH_N001	bool	Confirmation
CNFM_CH_N002	bool	Confirmation
CNFM_CH_N003	bool	Confirmation

Table 4 List of purifier_analyze attributes

Attribute	Type	Description
CTIME	numeric	Create time
ROOTPATH	vvarchar	Root path
FILENAME	vvarchar	Filename
CH_N001	vvarchar	Diagnostic Status
CH_N002	vvarchar	Diagnostic Result
CH_N003	vvarchar	Probability of Failure Cver time
CNFM_CH_N001	bool	Confirmation
CNFM_CH_N002	bool	Confirmation
CNFM_CH_N003	bool	Confirmation

Table 5 List of purifier_sensor attributes

Attribute	Type	Description
CTIME	numeric	Create time
ROOTPATH	vvarchar	Root path
FILENAME	vvarchar	Filename
CH_N001	vvarchar	Diagnostic Status
CH_N002	vvarchar	Diagnostic Result
CH_N003	vvarchar	Probability of Failure Cver time
CNFM_CH_N001	bool	Confirmation
CNFM_CH_N002	bool	Confirmation
CNFM_CH_N003	bool	Confirmation

Table 6 List of sw_sensor attributes

Attribute	Type	Description
CTIME	numeric	Create time
ROOTPATH	vvarchar	Root path
FILENAME	vvarchar	Filename
STEAM PIPE TEMP	vvarchar	Temperature near the steam pipe to be monitored
STEAM PIPE RH	vvarchar	Humidity near the steam pipe to be monitored
ENGINE ROOM TEMP	vvarchar	Engine room temperature
ENGINE ROOM RH	vvarchar	Engine room humidity
STEAM PIPE SURFACE TEMP	vvarchar	Steam pipe surface temperature
STEAM PIPE METAL LOSS	vvarchar	Steam pipe mass reduction
STEAM PIPE CORROSION RATE	vvarchar	Steam pipe corrosion rate
STEAM PIPE RUL	vvarchar	Steam Pipe Remaining Life Calculation Value
STEAM PIPE LEAK DETECTION ZONE	vvarchar	Steam pipe leak detection area
BOILER FW PUMP PERFORMANCE	vvarchar	Boiler feed water pump performance
BOILER WATER CIRC. PUMP PERFORMANCE	vvarchar	Boiler circulation water pump performance

BOILER FW PUMP INLET PRESS	varchar	Boiler feed pump inlet pressure
BOILER FW PUMP OUTLET PRESS	varchar	Boiler feed pump outlet pressure
BOILER FW PUMP LOAD	varchar	Boiler feed pump load
BOILER WATER CIRC. PUMP INLET PRESS	varchar	Boiler circulating water pump inlet pressure
BOILER WATER CIRC. PUMP OUTLET PRESS	varchar	Boiler circulating water pump outlet pressure
BOILER WATER CIRC. PUMP LOAD	varchar	Boiler circulating water pump load
CASCADE TANK VOLUME	varchar	Cascade tank volume
AUX. BOILER F.W. FLOW METER	varchar	Boiler Feed Water Pump Flow Meter
BOILER WATER LEVEL	varchar	Boiler water level
AUX. BOILER STEAM PRESS	varchar	Boiler pressure
AUX. BOILER F.W. SALINITY	varchar	Boiler feed water salinity
AUX. BOILER F.W. PH	varchar	Boiler feed water ph
AUX. BOILER F.W. CONDUCTIVITY	varchar	Boiler Feed Water Conductivity
CNFM_BOILER WATER CIRC. PUMP OUTLET PRESS	bool	Confirmation
CNFM_BOILER WATER LEVEL	bool	Confirmation
CNFM_AUX. BOILER STEAM PRESS	bool	Confirmation

MAIN CSW PUMP INLET PRESS	varchar	Main sea water pump inlet temperature
MAIN CSW PUMP OUTLET PRESS	varchar	Main sea water pump outlet temperature
SEA CHEST (HIGH) STRAINER DIFF PRESS	varchar	HIGH chest strainer differential pressure
No. 1 MAIN CSW PUMP LOAD	varchar	No. 1 Main sea water pump load
No. 2 MAIN CSW PUMP LOAD	varchar	No. 2 Main sea water pump load
No. 3 MAIN CSW PUMP LOAD	varchar	No. 3 Main sea water pump load
SW PIPE METAL LOSS	varchar	Seawater pipe mass reduction
SW PIPE LEAK DETECTION ID	varchar	0~1024 Monitoring interval coding
SEA CHEST (HIGH) STRAINER CLOGGING DEGREE	varchar	HIGH degree of clogging of the chest strainer
SW PIPE CORROSION RATE	varchar	Seawater pipe corrosion rate
SW PIPE RUL	varchar	Remaining life of drain pipe
MAIN CSW PUMP PERFORMANCE	varchar	Main sea water pump performance
MAIN CSW INLET TEMP	varchar	Seawater inlet temperature
CENTRAL COOLER CFW INLET TEMP	varchar	CENTRAL COOLER inlet temperature
CENTRAL COOLER CFW OUTLET TEMP	varchar	CENTRAL COOLER outlet temperature
CENTRAL COOLER SW OUTLET TEMP	varchar	CENTRAL COOLER outlet pressure
CENTRAL COOLER PERFORMANCE	varchar	CENTRAL COOLER performance
CNFM_MAIN CSW INLET TEMP	bool	Confirmation

Table 7 List of st_sensor attributes

Attribute	Type	Description
CTIME	numeric	Create time
ROOTPATH	varchar	Root path
FILENAME	varchar	Filename

CNFM_MAIN CSW PUMP OUTLET PRESS	bool	Confirmation
CNFM_CENTRAL COOLER CFW OUTLET TEMP	bool	Confirmation

6. 선내용 어플리케이션 및 네트워크 서버 구축

선박의 보조기기, 배관 상태 진단 모니터링 어플리케이션 및 서버는 선박 내 서버를 설치하고, 컨테이너 기반 오픈소스 가상화 플랫폼인 도커(Docker, 2022)를 사용하여 서비스를 배포하였다. 선박 내 서버 사양은 Table 8과 같다.

Table 8 Onboard server specifications

Item	Description
CPU	Intel(R) Xeon(R) E-2388G CPU
RAM	32GB
OS	windows server 2019

도커에서 운영하는 도커 이미지 저장소 서비스인 도커 허브에서 제공되는 도커 이미지는 대부분 리눅스 환경에서 동작한다. 하지만 선박 내 서버의 호스트 OS가 윈도우 환경이므로 윈도우 환경에서 도커를 실행할 수 있도록 도커 허브에서 사용가능한 도커 이미지를 식별하였다. 그리고 필요한 도커 이미지가 없을 경우 도커 이미지를 생성할 수 있는 도커 파일을 작성하였다.

보조기기 및 배관 상태 진단 모니터링 소프트웨어는 4개의 컨테이너(cbm_ui, cbm_api_server, cbm_process_service, cbm_db)로 구성하였다. 이중 데이터베이스(cbm_db)는 도커 허브에 업로드된 도커 이미지를 사용하고 나머지 3개의 컨테이너는 도커 파일을 작성하여 도커 이미지를 생성하였다. 생성한 도커 이미지들은 Fig. 5와 같다.

REPOSITORY	TAG
cbm_ui	1.0
cbm_api_service	1.0
cbm_process_service	1.0
stellirin/postgres-windows	12

Fig. 5 Docker image list created with docker file

작성된 도커 컴포즈를 명령어로 실행시키면 Fig. 6와 같이 서비스들이 정상 작동하는 것을 확인할 수 있다.

CONTAINER ID	IMAGE	COMMAND
aaacf942918f	d3ac6d2f76d9	"cmd /S /C yarn start"
946a1905bd01	73f2491f2a3e	"cmd /S /C node app...."
ea4457ef0324	30c5d89a7a69	"node executor.js"
fa9e802be5df	52071f24b4fa	"C:\\docker-entrypoin..."

Fig. 6 List of containers in operation with docker compose

7. 선내용 서버와의 서비스 인터페이스

선박의 보조기기 및 배관 상태 진단 모니터링 소프트웨어의 선내용 서버와의 인터페이스는 API와 Socket.io를 사용하여 개발하였다. Table 9는 보조기기 및 배관 장치의 중 펌프, 청정기, 해수배관, 스팀배관의 온도, 압력, 진동 데이터와 해당 데이터에 대한 상태 진단 및 분석 결과들을 위한 API와 Socket.io로 구현된 서비스 인터페이스 목록이다. 아래 서비스 인터페이스는 상태 진단 모니터링 소프트웨어의 화면에서 요구하는 기능들을 URI로 구분하여 실시간 혹은 이력 정보를 시간대별로 제공하고 있다.

Table 9 List of service interfaces

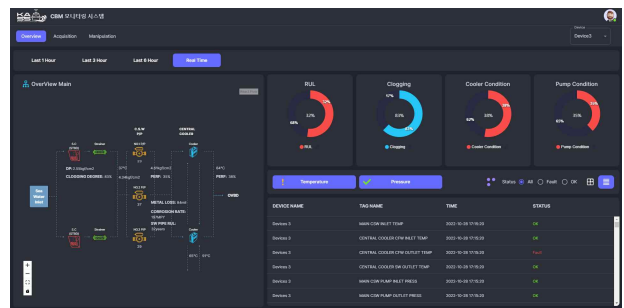
Device	Method	URI	Description
Pump	GET	api/init/pump_analyze/1hour	pump-analyze: 1hour
Pump	GET	api/status/pump_sensor/1hour	pump-status: 1hour
Pump	GET	api/init/pump_analyze/3hour	pump-analyze: 3hour
Pump	GET	api/status/pump_sensor/3hour	pump-status: 3hour
Pump	GET	api/init/pump_analyze/6hour	pump-analyze: 6hour
Pump	GET	api/status/pump_sensor/6hour	pump-status: 6hour
Pump	GET	pump-analyze-realtime	pump-analyze: realtime
Pump	GET	pump-sensor-realtime	pump-sensor: realtime
Pump	GET	api/confirm/pump_sensor/	Pump-status: confirm
Pump	GET	api/monitor/pump_sensor?from=current_time&=current_time	pump-grid Table
Purifier	GET	api/init/Purifier_analyze/1hour	Purifier-analyze: 1hour

Purifier	GET	api/status/Purifier_sensor/1hour	Purifier-status: 1hour
Purifier	GET	api/init/Purifier_analyze/3hour	Purifier-analyze: 3hour
Purifier	GET	api/status/Purifier_sensor/3hour	Purifier-status: 3hour
Purifier	GET	api/init/Purifier_analyze/6hour	Purifier-analyze: 6hour
Purifier	GET	api/status/Purifier_sensor/6hour	Purifier-status: 6hour
Purifier	GET	Purifier-analyze-realtime	Purifier-analyze: realtime
Purifier	GET	Purifier-sensor-realtime	Purifier-sensor: realtime
Purifier	GET	api/confirm/sw_pipe_sensor/	pump-status: confirm
Purifier	GET	api/monitor/purifier_sensor?from=current_time&=current_time	purifier-gridTable
SW	GET	api/init/sw_sensor/1hour	sw-genealogy: 1hour
SW	GET	api/status/sw_sensor/1hour	sw-pie,status: 1hour
SW	GET	api/init/sw_sensor/3hour	sw-genealogy: 3hour
SW	GET	api/status/sw_sensor/3hour	sw-pie,status: 3hour
SW	GET	api/init/sw_sensor/6hour	sw-genealogy: 6hour
SW	GET	api/status/sw_sensor/6hour	sw-pie,status: 6hour
SW	GET	sw_sensor_realtime	sw-genealogy:realtime
SW	GET	sw_sensor_realtime	sw-gridTable: realtime
SW	GET	api/confirm/sw_sensor/	sw-status: confirm
SW	GET	api/monitor/sw_sensor?from=current_time&=current_time	sw-graph: monitor
SW	GET	sw_sensor_realtime	sw-graph: realtime
ST	GET	api/init/st_sensor/1hour	st-genealogy: 1hour
ST	GET	api/status/st_sensor	st-pie,status

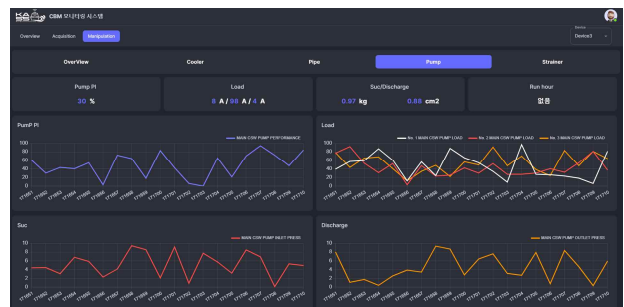
		/1hour	s: 1hour
ST	GET	api/init/st_sensor/3hour	st-genealogy: 3hour
ST	GET	api/status/st_sensor/3hour	st-pie,status: 3hour
ST	GET	api/init/st_sensor/6hour	st-genealogy: 6hour
ST	GET	api/status/st_sensor/6hour	st-pie,status: 6hour
ST	GET	st_sensor_realtime	st-genealogy: realtime
ST	GET	st_sensor_realtime	st-gridTable: realtime
ST	GET	api/confirm/st_sensor/	st-status: confirm
ST	GET	api/monitor/st_sensor?from=current_time&=current_time	st-graph: monitor
ST	GET	st_sensor_realtime	st-graph: realtime

8. 반응형 웹기반 선박 보조기기 및 배관 상태 진단 시스템 구현

Fig. 7은 선박의 보조기기, 배관 상태 진단 모니터링의 선내용 사용자 어플리케이션 구현 화면 중 해수배관 모니터링 화면이다.



(a) Sea Water Pipe Status Diagnosis Screen



(b) Pump Status Diagnosis Screen

Fig. 7 Ship's CBM-based condition diagnosis monitoring implementation screen

Fig. 7(a)는 해수 배관의 상태 및 진단 결과를 계통도 화면과 RUL Clogging, Cooler Condition, Pump Condition 등의 장치 상태 및 진단 결과를 실시간 데이터로 모니터링 하는 화면이다. Fig. 7(b)는 해수 배관 중 펌프의 PI, Load, Suc, Discharge 등의 장치 상태 및 진단 결과를 카드와 차트로 표현하고 있다. 해수 배관의 데이터 조건에 따라 기본, 경고, 오류 등의 상태들을 실시간 및 기간으로 구분하여 시각적으로 표시하고 있다.

Fig. 8은 선박 해수배관 전체 계통도를 기반으로 상태 및 진단 데이터를 노드 기반 다이어그램 형태로 표현하고 있다.

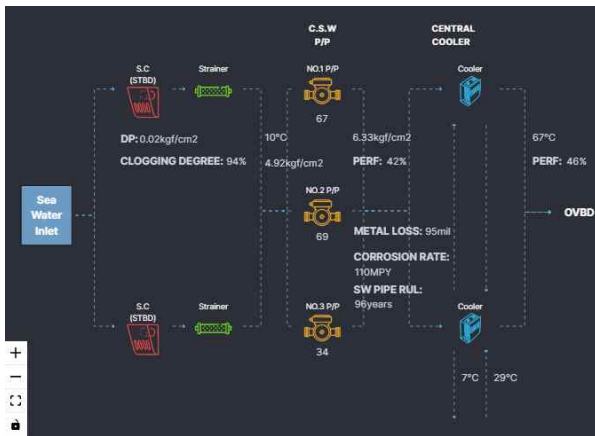


Fig. 8 CBM based Sea water pipe schematic diagram

9. 결 론

본 논문은 선박 보조기기 및 배관의 계측 데이터를 상태 및 진단 모니터링이 가능한 CBM 기반 선박 보조기기 및 배관용 상태 진단 모니터링 시스템을 제작하고 실증 실험을 수행한 결과이다. 자율운항선박 핵심 기술인 CBM 기술력을 확보하기 위해 선박의 보조기기 중 펌프와 청정기, 그리고 배관 중 해수 및 스티밍 배관의 상태 진단 모니터링을 통해 이상 현상을 파악하여, 이를 융합 분석할 수 있도록 선박 보조기기 및 배관의 성능 진단 및 고장 예측에 활용하고 예방정비의사결정을 지원하고자 한다.

선박 보조기기 및 배관 시스템에 적용하고자 하는 CBM 기술은 기존의 유지관리 체계로부터 단계적인 전환이 필요한 시점이다. 선사에서도 선박의 계측 데이터 취득을 통한 상태 진단 시스템을 통해 이상 검출, 고장 진단, 그리고 유지관리 방안 및 비용 분석 등의 기능을 제공할 수 있다.

선박 보조기기 및 배관은 기존 선박의 데이터 관리 측면에 비해 선박 기관 시스템 중 보조기기 및 배관에 대한 실시간 상태 모니터링을 통해 기관 시스템의 상태를 진단함으로써 사고를 미연에 예방/대응 할 수 있도록 의사결정 지원이 가능할 것으로 사료된다. 따라서 본 연구를 통해 구축된 데이터베이스는 추후 선박 기관 시스템의 고장 진단 및 예측 알

고리즘 개발의 기반이 될 것으로 기대한다.

후 기

이 논문은 2022년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(자율운항선박 기술개발사업(20011164, 자율운항선박 핵심기관시스템 성능 모니터링 및 고장예측 진단 기술개발))

References

- [1] Deris S, Omatu S, Ohta H, Kutar LCS and Abd Samat P.(1999), "Ship maintenance scheduling by genetic algorithm and constraint-based reasoning", European Journal of Operational Research 112, 489-502.
- [2] Docker(2022), Docker, <https://docs.docker.com>.
- [3] Kim, J. and Jang, H. S.(2019), "Technology trends and preparation for an autonomous ship", Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, 56(4), pp. 4-7.
- [4] Kim, J. H. et al.(2022), "A Study on the Development of a Failure Simulation Database for Condition Based Maintenance of Marine Engine System Auxiliary Equipment", Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 59, No. 4, pp. 200-206.
- [5] Kim, K. Y. et al.(2011). "The Fault Diagnosis of Marine Diesel Engines Using Correlation Coefficient for Fault Detection", The Journal of Advanced Navigation Technology 15, 18-24.
- [6] Korea Institute of S&T Evaluation and Planning(2019), "Autonomous ship technology development project", p. 67.
- [7] Lee, S. H. and Youn, B. D.(2015), "The direction of industry 4.0 and prognostics and health management (PHM)", Journal of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, 25(1), pp. 22-28.
- [8] Park, H. R. and Park, H. S.(2022), "A Study on the Industrial Competitiveness Analysis of Domestic Autonomous Operation Technology Industry Based on the Porter's Diamond Mode", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 46, No. 3, p. 203.
- [9] Seok, H. B. Et al.(2020), "Quantitative Evaluation of the Collision-Avoidance Capability of Maritime Autonomous Surface Ships Using FMSS", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 44, No. 6, p. 460.
- [10] React(2022), Responsive web design, <https://reactjs.org>.

Received 17 November 2022

Revised 24 November 2022

Accepted 21 December 2022