

선박 통합 통신망 기반 원격 선박 유지보수 시스템 개발

문대근^{1,†} · 배정연¹ · 박준희² · 이광일² · 김학배³
현대중공업 기계전기연구소¹
한국전자통신연구원²
연세대학교³

A Development of Remote Ship Maintenance System Based on Ship Area Network

Daekun Moon^{1,†} · Jeong-Yeon Bae¹ · Jun-Hee Park² · Kwangil Lee² · Hagbae Kim³
Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. Electro-Mechanical Research Institute¹
Electronics and Telecommunications Research Institute²
Yonsei University³

Abstract

The rapid growth of IT technology has enabled ship automation systems to gain better functionality and safety with reduced costs and crew numbers. Nowadays, the remote maintenance services for the systems are required because a ship may be located in a very remote area. To provide the remote maintenance services, some issues such as how to collect the ship automation systems data, how to monitor a ship's data from onshore offices, how to get support from experts while sailing, and how to reduce the maintenance costs, should be addressed. In this paper, we propose a remote ship maintenance system for remote monitoring and diagnostics of ship automation systems, which is based on both a ship area network to integrate separate system networks and a ship-shore communication infrastructure to support a remote access using satellite communications. Finally, we present the function test to verify the applicability of the proposed system.

Keywords : Ship automation system(선박 자동화 시스템), Remote maintenance(원격 유지보수), Ship area network(선박 통합 통신망), Satellite communications(위성통신)

1. 서론

IT 기술의 급격한 발전과 IT 융합에 대한 관심이 높아지면서 조선산업에서 선박 자동화에 대한 요구가 가속화되고 있다. 주요 선박 자동화 시스템에는 통합 항해 시스템, 기관실 및 화물 감시제어 시스템, 선박 자동 추진제어 시스템, 항해정보 기록장치 등이 있으며, 이러한 선박 자동화 시스템은 항해정보 관리와 선내 각 설비의 감시 및 조작 기능을 통해 선내 노동의 경감, 선박의 안전성 향상, 운항의 경제성 확보를 가능하게 한다. 또한, 2005년 12월부터 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서 e-Navigation을 추진하면서 선박을 보다 안전하고 효율적으로 운항하기 위하여 각 영역의 개별 자동화 수준을 넘어 선박 전체를 하나의 시스템으로 통합하고 이를 육상과 연계하기 위한 연구 및 표준화 작업이 활발히 진행되고 있다.

선박 자동화 시스템 증가는 IT 기술 및 선박 자동화 시스템 자체에 대한 이해가 부족한 선원들에게 추가적인 부담을 주기도 한다. 선원들은 선박 운항 및 선내 각 설비의 문제에 대한 해결능력

은 어느 정도 보유하고 있으나 선박 자동화 시스템에서 발생된 문제의 해결 능력은 부족한 것이 현실이다. 그 결과, 단순한 조치로 해결 가능한 문제에 대해서도 해당 선박 자동화 시스템의 서비스 엔지니어를 요청하는 일이 빈번히 발생한다. 그러나, 선박은 운항 중에는 접근이 쉽지 않고 입출항 장소와 시간이 유동적으로 변경될 수 있으므로 서비스 엔지니어의 방선에 어려움이 존재하며, 이로 인한 서비스 엔지니어의 방선 대기시간 증가에 따른 비용 증가와 발생된 문제의 조치 지연에 따른 선주/선원의 불만 증가를 피할 수 없다. 이러한 한계를 극복하기 위해서는 육상에서 선박 자동화 시스템에 대한 원격 유지보수를 가능하게 하는 원격 선박 유지보수 체계 구축이 필요하다.

현재까지의 원격 유지보수 관련 연구 대부분은 인터넷 등의 표준화된 통신 인프라 기반의 육상 자동화 시스템을 대상으로 하고 있으므로 선내 통신망 및 육상과의 연계망이 체계적으로 확립되지 않은 선박의 경우에는 적용하기 어렵다. 또한, IT 기술 적용시점이 상대적으로 늦었던 조선산업의 특수성으로 인해 선박 자동화 시스템에 대한 원격 유지보수 연구는 미미한 실정이다. 이러한 한

계를 극복하기 위하여 본 논문에서는 독자적이고 폐쇄적인 선박 장치들의 통합을 위한 선박 통신망과 이를 육상과 연결하는 선박-육상 연계망을 기반으로 하는 원격 선박 유지보수 시스템을 개발하였다. 여기에서 선박 통합 통신망은 선박 자동화 시스템을 연결하는 선내 통합 게이트웨이인 ISIG(Intra-Ship Integrated Gateway)에 의해 구축되며, 선박-육상 연계망은 위성통신을 통해 ISIG와 연결된 웹기반 육상 지원 시스템으로 구현된다. 또한, 개발된 원격 선박 유지보수 시스템의 실제 적용 가능성을 검증하기 위해 기능별 수행시간 측정을 포함한 기능 시험을 수행하였다.

2. 국내외 연구현황

시스템의 유지보수는 설치된 후 행해지는 모든 작업으로 정의되며 해당 시스템을 설치한 운영회사 예산의 상당부분을 차지하는 것으로 알려져 있다. 유지보수 기능은 시스템의 가용성 및 안전성을 유지하고 향상시킬 수 있는 역할을 하므로 그 중요성이 계속 커지고 있으며, 유지보수를 수행하는 서비스 엔지니어의 이동 문제가 시간/비용적 측면에서 유지보수의 핵심 요소로 인식되면서 원격 유지보수의 필요성 또한 계속해서 증가하고 있다.

지금까지 시스템의 유지보수에 대한 연구는 여러 분야에서 다양한 방법으로 진행되어 왔다. Saint-Voirin, et al.(2005)은 실행자의 지식, 실행자의 특별한 행동, 실행자 그룹의 조직체계, 실행자 사이의 의사교환 등의 4가지 구성요소를 고려한 자동화 시스템 모델을 통한 원격 유지보수 시스템과 이를 평가하기 위한 정량적, 정성적 평가방법을 제시하였다. Yin, et al.(2006)은 웹 서비스, 정보 공유, 최적 의사결정 등의 개념에 근거한 원격 서비스 플랫폼을 제시하였다. 여기에 포함된 기술에는 원격 유지보수, 원격 감시, 장비 및 사용자 관리, 제품 판매 이후 서비스 및 기술지원, 원격 통신을 위한 보안 등이 있다. Calvo, et al.(2006)은 다양하고 복잡한 기술의 통합을 요구하는 산업 플랜트의 원격 접속 시스템을 위한 객체 분산 방법론을 제안하였다. 이것은 시스템의 복잡성 때문에 대부분의 회사가 원격 접근의 이득을 알면서도 여전히 원격 사용자가 플랜트에 접근하는 시스템의 도입을 주저하고 있는데 착안하여 기존 기술을 이용하면서 시스템의 요구를 유연하고 효율적으로 제공할 수 있도록 체계적으로 정의한 것이다. Han and Li(2008)는 유지보수 정보 수집, 유지보수 정보 관리, 결정사항 지원, 유지보수 사업 관리, 다른 서브시스템과의 통합 등의 요구사항 분석을 통한 지능형 유지보수 프레임워크 모델을 제안하였다. 제안된 모델은 무선통신을 기반으로 하고 있으며, 높은 효율과 낮은 비용으로 필요한 순간에 정확한 유지보수가 수행될 수 있도록 한다. 그러나, 이러한 연구들은 선박 내부와 선박-육상을 연계하는 표준화된 통신 인프라 구축 없이 선박에 적용될 수 없다. 한편, 기존 선내 통합 통신망에 대한 연구들은 구체적인 구현 방안 및 성능 분석을 제시하지 못하고 있으며(Chou & Juang 1996; Kim, et al., 2005), 전력선 통신 및 무선 통신 등을 활용한 선내 통신망에 대한 연구들은 선내 부가 서비스에 초점을 두고 있으므로 선박 자동화 시스템의 통합 통신망으로 고려하기에는 한계가 있다(Paik, et al., 2008; Kang, et al., 2009).

3. 선박 통합 통신망과 선박-육상 연계망

일반적으로 선박 자동화 시스템은 자신만의 폐쇄적인 통신망을 구성하고 있으며 외부 인터페이스를 위한 별도의 인터페이스 장치를 제공하므로 특정 선박 자동화 시스템에 접근하기 위해서는 해당 시스템의 인터페이스 장치에 탑재된 통신 프로토콜에 맞는 별도의 어플리케이션 개발을 피할 수 없다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 선내 통합 게이트웨이인 ISIG(Intra-Ship Integrated Gateway)를 중심으로 모든 선박 자동화 시스템을 연결하는 선박 통합 통신망(Ship Area Network)을 구축하였다. 선박 통합 통신망은 산업용으로 널리 사용되고 있는 이더넷(Ethernet)을 기반으로 하며, 선박 자동화 시스템과의 표준화된 통신 인터페이스를 제공하기 위한 ISM(Intra-Ship Messaging) 프로토콜을 사용한다.

ISIG는 선박 통합 통신망의 핵심 장치로, 각 선박 자동화 시스템과 직접 연결되어 특정 시스템 접근 및 시스템 간 인터페이스를 지원한다. 또한, 연결된 선박 자동화 시스템의 정보를 수집하고 이를 외부로 제공하는 선내 통합 데이터 센터의 역할도 수행한다. ISIG의 하드웨어 및 소프트웨어 사양은 Table 1과 같다. ISM 프로토콜은 현재 표준화가 활발히 진행되고 있는 UDP(User Datagram Protocol) 통신포트를 활용한 LWE(Light-Weight Ethernet)인 IEC 61162-450을 기반으로 한다. ISM 프로토콜은 크게 단순 주기적 데이터 타입, 이진 데이터 타입, 파일 타입을 처리하는 기능을 포함한다. 단순 주기적 데이터 타입은 센서정보와 같이 주기적으로 갱신되어 신뢰성이 요구되지 않는 정보를 의미하며, 제어 메시지나 피드백 과정 없이 송수신된다. 반면에, 시스템 유지보수나 대용량 정보 전송 위한 이진 데이터 타입과 레이더 영상, 오디오 파일 등의 파일 타입은 신뢰성 있는 정보 전달이 요구되는 정보로, 해당 정보 송수신 과정에서 추가적인 제어 메시지 교환을 수반한다.

Table 1 ISIG specification

Hardware	Case	2U 19inch Rack Type 55x10x90 (cm)
	CPU board	Industrial PC Intel core 2 duo 2.2GHz
	Ethernet Switch board	12 ports (10/100/1000Mbps) Switch Processor PCI card type / RJ-45 type
Software	Operation software	OS: Linux (Fedora Core 8) Middleware: SAN middleware Applications: System Proxies, IWF Modules
	Switching function	L2/L3/L4 switching Traffic filtering base on port

선박은 바다 위를 운항하기 때문에 출항 이후에는 육상에서의 접근이 사실상 불가능하므로 선박 자동화 시스템의 원격 유지보수를 위해서는 기본적으로 선박과 육상을 연결할 수 있는 위성통신 기반의 연계망 구축이 필수적이다. 본 논문에서 적용된 선박-육상 연계망은 선내 지원 부분, 위성통신 부분, 육상 지원 부분으로 구분된다.

선내 지원 부분은 선박 통합 통신망의 중심인 ISIG와 위성모뎀의 연결로 구성된다. 즉, 모든 선박 자동화 시스템의 접근이 가능한 ISIG에 위성통신 연결 기능을 포함시킴으로써 육상에서 선박 자동화 시스템의 감시 및 진단을 수행할 수 있도록 하였다. 위성통신 부분은 BGAN (Broadband Global Area Network)을 통한 고신뢰 IP 통신을 지원하고 안테나 및 관련장비의 선내 설치가 용이한 Inmarsat FleetBroadband를 적용하였다. 육상 지원 부분은 선박과의 위성통신 정보를 처리하고 이를 사용자에게 제공하는 육상 지원 시스템으로 구축되며, 원격 유지보수 시스템의 기능 측면에서 실질적인 서버 역할을 담당한다. 한편, 위성통신에서는 SSM (Ship-Shore Messaging) 프로토콜이 사용되었다. SSM 프로토콜은 TCP(Transmission Control Protocol)와 독자적인 데이터 구조체를 기반으로 안정된 고신뢰 통신을 지원하며, 두 개의 채널을 통한 통신 병목 현상을 방지와 암호화 및 복호화 공유키를 통한 다중 선박 연결 관리 기능을 제공한다.

Fig. 1은 선박 통합 통신망과 선박-육상 연계망의 전체적인 개요를 보여준다.

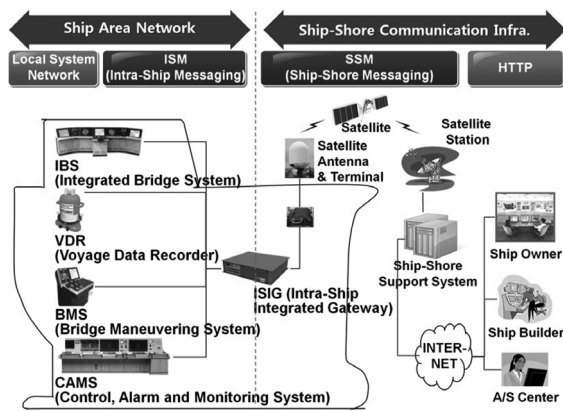


Fig. 1 Overview of a ship area network and a ship-shore communication infrastructure

4. 원격 선박 유지보수 시스템

4.1 시스템 개요 및 구현

원격 선박 유지보수 시스템은 개별 자동화 시스템의 단편적인 정보수집에서 벗어나 선내 모든 시스템들을 단일 통신망으로 연결하여 통합적인 정보의 수집, 분석, 가공을 가능하게 하고, 이를 육상과 연계하여 원격 감시, 진단, 조치 등의 차세대 부가 서비스를 제공하는 시스템으로 정의된다. 이러한 원격 선박 유지보수 시스템은 선주사, IT 기자재 업체, 선박 A/S 업체, 정보 서비스 업체 등에 선내 다양한 정보 제공할 수 있으며, 육상에서 선박 자동화 시스템의 접근을 가능하게 함으로써 직접 선박에 승선하지 않고도 선박 자동화 시스템에 필요한 조치 사항들을 즉각적으로 처리할 수 있는 기반을 제공한다.

원격 선박 유지보수 시스템의 구현은 선박 통합 통신망과 선박-육상 연계망을 기반으로 하며, 선박 자동화 시스템 인터페이스를

위한 IWf(Inter-Working Function) 모듈 정의, 유지보수 기능 수행을 위한 선박과 육상 간 데이터 흐름 설계, 계층적 사용자 인터페이스 체계 정립을 포함한다.

선박 통합 통신망을 구성하는 ISIG 내에는 각 선박 자동화 시스템의 연결을 위해 시스템 프록시와 IWf 모듈이 설치된다. 시스템 프록시는 선박 자동화 시스템과의 실제 통신을 담당하는 소프트웨어로, IWf 모듈과의 연동을 통한 유지보수 관련 통신을 수행한다. IWf 모듈은 유지보수 기능을 수행하기 위한 체계화된 API (Application Programming Interface) 함수의 집합으로, 시스템 장비의 고유 ID 부여를 통한 일관된 접근 방법을 제공하고 콜백 함수를 통한 비동기 호출을 지원한다. IWf 모듈의 API 함수는 장비 구성 및 기본 정보를 위한 시스템 기초 그룹, 장비 상태 및 통신라인 정보를 위한 상태 진단 그룹, 모니터링 정보를 위한 운전 감시 그룹, 파일 업로드 및 다운로드를 위한 파일 관리 그룹, 시스템 구성 정보 및 소프트웨어 갱신을 위한 시스템 적용 그룹, 이벤트 등록 및 활성화를 위한 이벤트 처리 그룹, 시스템 전용 서비스 그룹 등의 7개 범주로 구분된다.

원격 유지보수 기능 수행을 위한 선박과 육상 간 데이터 흐름은 Fig. 2와 같이 크게 세 가지 형태로 나타난다. 먼저, 육상에서의 요청이 선내 ISIG에서 처리되는 형태가 있다. 여기에는 선내 통합 데이터 센터로서 선박 자동화 시스템과 연계된 선내 통합 모니터링 기능을 지원하기 위해 ISIG에 저장되는 선박 자동화 시스템의 장비 구성 정보 등과 같이 시스템에서 거의 변하지 않는 정적 정보와 시스템에서 주기적으로 전송되는 실시간 운전 정보가 포함된다. 즉, IWf 모듈의 시스템 기초 그룹과 운전 감시 그룹이 이러한 형태로 처리된다. 다음으로, 선박 자동화 시스템에서 발생한 정보를 육상으로 일방 통보하는 형태가 있다. 이러한 형태의 데이터 흐름은 선내에서의 시스템 변경이나 중요 알람 등과 같이 긴급하게 육상으로 정보를 전달해야 할 경우에 발생하며, IWf 모듈의 이벤트 처리 그룹이 여기에 해당한다. 여기에서 육상 지원 시스템에 전달된 시스템 이벤트는 SMS(Short Message Service) 등을 통하여 사용자에게 통보된다. 마지막은 육상에서의 요청이 특정 선박 자동화 시스템에서 처리되는 형태로, 앞서 언급한 내용을 제외한 IWf 모듈의 나머지 그룹이 모두 여기에 포함된다.

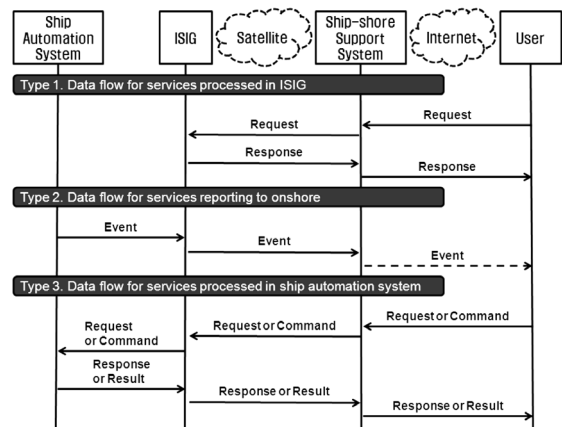


Fig. 2 Ship-shore data flow for remote maintenance services

원격 선박 유지보수 시스템의 사용자 인터페이스는 Fig. 3과 같이 사용자 인증, 선박 연결, 시스템 선택, 유지보수 기능 선택, 상세 기능 제공 단계의 계층적 구조로 이루어진다. 먼저 사용자 인증은 선박의 원격 접속 여부를 결정하는 단계로, 등급에 따라 유지보수를 위한 모니터링 기능 또는 진단 기능의 접근 권한이 제한된다. 선박 연결은 접속하고자 하는 선박을 선택하고 실제적인 연결을 수행하는 단계로, 인증된 사용자에게 따라 접속 가능한 선박이 지도 상에 표시된다. 사용자 인증 및 선박 연결을 통해 선박과 연결되면 접근하고자 하는 선박 자동화 시스템을 선택하는 시스템 선택 단계를 거치게 된다. 다음으로 해당 시스템의 유지보수 기능을 선택하게 되는데, 각 선박 자동화 시스템에 제공되는 원격 선박 유지보수 기능은 크게 선내 설비의 운전상태 감시를 위한 모니터링 기능과 해당 시스템의 분석 및 조치를 위한 진단 기능으로 구분된다. 마지막으로 상세 기능 제공 단계에서는 선택된 유지보수 기능에 따라 세분화된 화면을 사용자에게 제공한다. 여기에서 모니터링 기능은 시스템의 특성에 따라 통합 화면으로 구성되거나 메뉴체계 기반의 공정도 화면으로 구성될 수 있으며, 진단 기능은 시스템 각 장비의 기본 구성정보 및 현재 상태, 장비 간의 통신 상태, 시스템 파일 설치 정보 등의 제공과 각 장비의 구성정보 변경 및 재기동, 데이터베이스 변경 및 다운로드, 시스템 파일 갱신 등의 조치를 포함한다.

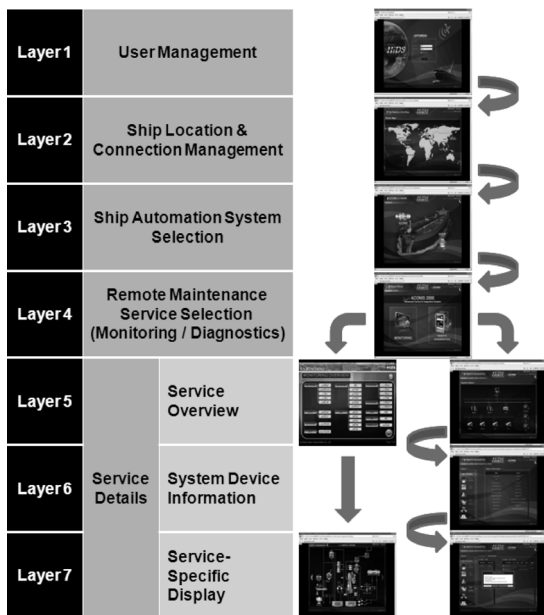


Fig. 3 Hierarchical structure for user interface

4.2 시스템 기능 시험

원격 선박 유지보수 시스템의 기능 시험은 Fig. 4와 같이 선박 자동화 시스템, ISIG, 위성, 육상 지원 시스템의 연결을 기반으로 구축된 환경에서 수행되었으며, IWf 모듈을 통해 제공되는 다양한 유지보수 기능 검증과 함께 메시지 기반의 시스템 기초 그룹, 상태 진단 그룹, 운전 감시 그룹과 파일 기반의 파일 관리 그룹에 대한 수행시간을 측정하였다. 여기에서 선박 자동화 시스템은 현

대중공업에서 개발된 기관실 및 화물 감시제어 시스템인 ACONIS (Advanced Control and Integration System)가 사용되었다(Moon, et al., 2008).

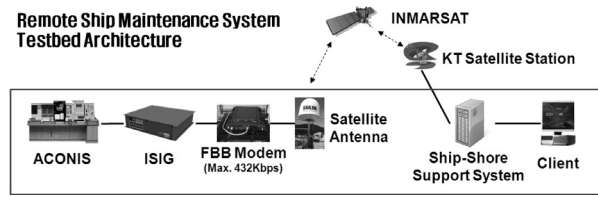


Fig. 4 Testbed architecture of a remote ship maintenance system

Table 2는 원격 선박 유지보수 시스템의 기능을 검증하기 위해 수행된 기능 시험 항목을 보여주며, 기능 설명, 사용자 인터페이스 단계, 연계된 IWf 모듈의 API 함수, 데이터 흐름 형태 등과 함께 각 항목을 기술함으로써 원격 선박 유지보수 시스템의 내부 구조와의 연관성을 알 수 있도록 하였다. 여기에서 1번~5번 항목은 육상 지원 시스템에서 관리되는 선박 정보에 의해 처리되므로 IWf 모듈이나 선박-육상 데이터 흐름과는 무관하며, 마지막 13번 항목의 시스템 적용은 사용자의 실수를 최소화하기 위하여 승인 요청-승인-적용의 과정을 따른다. 실제 기능 시험 결과에서는 기능 시험 항목에 포함된 모든 유지보수 기능이 성공적으로 수행됨을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 본 논문의 원격 선박 유지보수 시스템이 육상에서의 선박 자동화 시스템 유지보수를 위해 실질적으로 활용될 수 있음을 보여준다.

Table 2 Function test items for the remote ship maintenance system

No	Item	Description
		User interface layer
		API function (IWf module)
		Data flow type
1	Login	Login with user ID and PW
		Layer 1
		-
2	Display a ship in a worldwide map	Indicate the location and the accessibility of a ship
		Layer 2
		-
3	Display ship automation systems	Show ship automation systems installed in a ship
		Layer 3
		-
4	Display maintenance functions	Show available maintenance functions based on a user
		Layer 4
		-

Table 2 Continued

No	Item	Description
		User interface layer
		API function (WF module)
		Data flow type
5	Display monitoring menu	Show a hierarchical monitoring menu of a system
		Layer 5
		-
		-
6	Display a mimic page for monitoring	Show a mimic page with current process variables
		Layer 7
		getGroupValueReq
		Type 1
7	Display a system configuration and status	Show a system configuration based on devices with their status information
		Layer 5
		getDeviceInfoReq getDeviceStateReq
		Type 1
8	Display basic information of a device	Show name, H/W version, S/W version, etc. of a device
		Layer 6
		getDeviceBasicReq
		Type 1
9	Display network diagnostics	Show a communication status between devices
		Layer 7
		getSessionStateReq
		Type 3
10	Display a device Configuration	Show internal parameter settings of a device
		Layer 7
		getFileReq
		Type 3
11	Display debug information of a device	Show debug information of a device based on binary raw data
		Layer 7
		getInterfaceRawDataReq
		Type 3
12	Upload and download files	Show accessible file list and upload/download files such as system files and data files
		Layer 7
		getFileInfoReq getFileReq putFileReq
		Type 3
13	Apply modified system information	Apply system information such as system S/W, device configuration, database, etc.
		Layer 7
		applyReq apply applyCancel
		Type 3

수행시간 측정 결과는 위성 연결 상태에 따라 약간의 편차를 보이기는 하였지만 일반적으로 다음과 같다. 먼저, Table 3에서 보듯이 데이터 기반의 유지보수 기능은 데이터 흐름 상 ISIG에서 처리되는 경우나 선박 자동화 시스템에서 처리되는 경우에 관계 없이 10초 이내에 수행되었다. 이러한 결과로부터, 데이터 기반의 유지보수 수행시간은 처리 위치보다 위성통신에 따른 지연시간에 영향을 받음을 알 수 있다. 다음으로, 파일 기반의 유지보수 수행 시간 측정 결과는 Table 4와 같이 파일 크기에 따라 수행시간의 차이가 있기는 했지만 안정적인 파일 송수신이 가능함을 보여준다.

Table 3 Test result of data-based remote maintenance services

Maintenance Service		Result (sec)
Monitoring		6~8
Diagnostics	Basic Information	2~3
	Network Status	3~4
	Event History	5~10

Table 4 Test result of file-based remote maintenance services

Direction	Size (MB)	Result (sec)		
		1	2	3
Upload (From ship to shore)	3.4	43	43	42
	2.3	23	13	23
Download (From shore to ship)	3.4	60	42	42
	2.3	22	12	22

5. 결론

본 논문에서는 ISIG 중심의 선박 통합 통신망과 선박-육상 연계망의 연결을 통한 원격 유지보수 인프라를 구축하였다. 또한, 선박 자동화 시스템 인터페이스를 위한 WF 모듈 정의, 유지보수 기능 수행을 위한 선박과 육상 간 데이터 흐름 설계, 계층적 사용자 인터페이스 체계 정립을 통해 원격 선박 유지보수 시스템을 구현하였다. 마지막으로, 기능별 수행시간 측정을 포함한 원격 선박 유지보수 시스템의 기능 시험을 수행함으로써 육상에서의 선박 자동화 시스템 유지보수 적용이 가능함을 검증하였다. 개발된 시스템은 현재 선급 인증시험 및 실선 적용을 진행 중이며, 조선과 IT 기술이 융합된 고부가가치 선박의 핵심요소로 자리매김할 것이다.

후 기

본 논문의 내용은 지식경제부 IT성장동력 기술개발사업 중 IT 기반 선박용 토탈 솔루션 개발 과제의 일부로 수행된 것을 함께 정리한 것으로, 위 기관의 후원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Calvo, I. Marcos, M. Orive, D. & Sarachaga, I., 2006. A methodology based on distributed object-oriented technologies for providing remote access to industrial plants. *Control Engineering Practice*, 14(8), pp.975-990.
- Chou, L.D. & Juang, J.Y., 1996. Network-Integrated Ship Automatic System and Internetworking to the Internet. *Journal of Marine Science and Technology*, 4(1), pp.35-41.
- Han, T. & Li, C., 2008. Study on Intelligent Expressway Maintenance System. *4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing(WICOM 2008)*, pp.1-4.
- Kang, H.J. et al., 2009. Conceptual Design of Crew Support System Based on Wireless Sensor Network and Power Line Communication for Cruise Ship. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 46(6), pp.631-640.
- Kim, J.Y. et al., 2005. Design of Shipboard integrated network platform for Digital-ship. *Journal of The Korean Institute of Maritime Information and Communication Sciences*, 9(6), pp. 1202-1210.
- Moon, D.K. Cho, D.H. Park, J.H. & Park, D.H., 2008. Integrated Extension Alarm System for Machinery and Cargo Monitoring. *Proceedings of the 17th IFAC World Congress*, pp.5291-5292.
- Paik, B.G. et al., 2008. Experimental Tests on the Wireless Sensor Network and the Power-line Communication in a Real Ship and Laboratory. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 45(3), pp.329-336.
- Saint-Voirin, D. Lang, C. Zerhouni, N. & Guyennet, H., 2005. Cooperative Systems Modeling, Example of a Cooperative e-maintenance System. *6th IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation(CIRA 2005)*, pp.439-444.
- Yin, Y. et al., 2006. Realization of A Web-based Remote Service Platform. *10th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design(CSCWD 2006)*, pp.1-4.



문 대근

- 연세대학교 전기전자공학과 박사과정
- (주)현대중공업 기계전기연구소 책임연구원
- 관심분야 : 선박 자동화 시스템, 고장포용 시스템, IT조선융합



배 정연

- (주)현대중공업 전기전자시스템사업본부 차장
- 관심분야 : 선박 자동화 시스템, IT조선융합



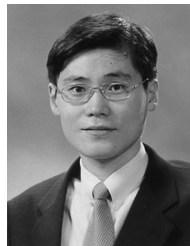
박 준 희

- 한국전자통신연구원 그라픽컴퓨팅미들웨어연구팀장
- 관심분야 : 홈 네트워크, 미들웨어, IT조선융합



이 광 일

- 한국전자통신연구원 선임연구원
- 관심분야 : 홈 네트워크, 스위칭/라우팅, 미들웨어, IT조선융합



김 학 배

- 연세대학교 전기전자공학과 정교수
- 관심분야 : 실시간 시스템, 인터넷 웹서버 기술, 디지털시스템 고장포용 및 신뢰도 평가분야