IEC 61162-450에 기반한 선박 통합 정보시스템의 설계 및 구현

황훈규* · 이성대** · 이장세** · 장길웅** · 박휴찬***

Design and Implementation of Shipboard Integrated Information System
based on IEC 61162-450

Hun-Gyu Hwang* · Seong-Dae Lee** · Jang-Se Lee** · Kil-Woong Jang** · Hyu-Chan Park***

요 약

e-Navigation 환경에서는 선박에서 발생하는 다양한 정보를 통합 관리할 수 있는 시스템이 요구되고 있다. 이러한 시스템에 적용할 수 있는 표준으로 IEC 61162-450이 있다. 본 논문에서는 IEC 61162-450 표준을 기반으로 선행 연구된 여러 요소기술을 적용하여 선박 통합 정보시스템의 아키텍처를 설계하고 구현하였다. 이러한 요소기술에는 NMEA 2000 게이트웨이, 무선 센서 게이트웨이, 데이터베이스, 모니터링 어플리케이션 등이 있다. 또한 본 논문에서는 시험 및 검증을 통하여 구현한 시스템의 유용성을 확인하였다.

ABSTRACT

e-Navigation requires shipboard integrated information system to manage several kinds of data on shipboard. IEC 61162-450 may be adopted for the development of such system. Based on IEC 61162-450, this paper proposes an architecture of shipboard integrated information system, and describes a developed system. The system is composed of NMEA 2000 gateway, wireless sensor gateway, database, monitoring applications. This paper also shows the feasibility of the system through some tests.

키워드

선박, 통합 정보시스템, IEC 61162-450

Key word

Shipboard, Integration information system, IEC 61162-450

* 정회원 : 한국해양대학교 대학원
** 정회원 : 한국해양대학교
*** 정회원 : 한국해양대학교(교신저자, hcpark@hhu.ac.kr)

접수일자 : 2012. 08. 11
심사완료일자 : 2012. 09. 06

I. 서 론

선박에는 그 사용 목적에 따라 여러 계층의 네트워크가 존재할 수 있는데, 그 중에서 선박 통합 네트워크는 e-Navigation의 중요한 요소로서 선박의 여러 장비에서 발생하는 데이터의 상호 교환 및 통합 관리를 목적으로 한다[1]. 이러한 선박 통합 네트워크의 표준으로 2001년 IEC 61162-4 시리즈가 발표되었다[2]. 하지만 이 표준은 과다한 요구사항과 구현상의 어려움으로 실제 적용된 사례가 전무하여 2011년에 새로운 표준인 IEC 61162-450이 공표되었다[3,4].

따라서 선박 내에서 데이터의 상호 교환 및 통합 관리를 위해서는 국제적 표준인 IEC 61162-450을 기반으로 선박 통합 정보시스템이 구축되는 것이 바람직하다. 이를 위해, 표준의 요구사항을 만족하는 통신 프로토콜 개발[5], 어플리케이션의 서비스 요구사항 분석[6], 프로토콜 및 서비스를 통합한 미들웨어의 개발[7], 데이터의 통합 관리를 위한 데이터베이스[8], 데이터 백업을 위한 다단 데이터베이스[9] 등에 관한 연구가 진행되어 왔다.

본 논문에서는 이러한 연구들을 기반으로, 선박 통합 정보시스템에 필요한 요소기술들을 기술하고, 이를 적용한 선박 통합 정보시스템의 아키텍처 설계 및 시스템 구현에 관한 연구결과를 설명한다. 선박 통합 정보시스템의 요소기술로는 IEC 61162-450에서 요구하는 통신 및 메시지를 처리하기 위한 미들웨어, 소스 데이터 및 통신 프로토콜의 변환을 위한 게이트웨이, 데이터의 통합 관리를 위한 데이터베이스가 있다. 이러한 요소기술을 적용한 선박 통합 정보시스템의 구성 요소로는 IEC 61162-450 미들웨어, NMEA 2000 게이트웨이, 무선 센서 게이트웨이, 데이터베이스 서버 및 데이터베이스 어플리케이션, 모니터링 어플리케이션이 있다.

본 논문의 2장에서 선박 통합 정보시스템의 표준에 관하여 분석하고, 3장에서 선박 통합 정보시스템의 요소 기술에 관하여 기술한다. 4장에서 선박 통합 정보시스템의 아키텍처를 설계하고, 5장에서 시스템의 구현 및 시험에 관하여 설명하고, 6장에서 결론 및 향후연구로 끝을 맺는다.

II. 선박 통합 정보시스템의 표준 분석

2.1. IEC 61162-4 시리즈

선박에는 그 사용 목적에 따라 여러 계층의 네트워크가 존재할 수 있는데, 그 중에서 선박 통합 네트워크는 e-Navigation의 중요한 요소로서 선박의 여러 장비에서 발생하는 데이터의 상호 교환 및 통합 관리를 목적으로 한다.

2001년 IEC는 선박 통합 네트워크의 표준인 IEC 61162-4 시리즈를 발표하였다. IEC 61162-4 시리즈에서는 선박 통합 네트워크 내의 시스템은 상호 간의 정보 교환을 위하여 TCP/IP 기반의 통신을 하도록 정의하고 있으며, 데이터의 상호 교환 및 메시지 처리는 T(Transport)-프로파일과 A(Application)-프로파일을 통해 이루어진다[2].

2.2. IEC 61162-450

IEC 61162-4 시리즈는 과다한 요구사항과 구현상의 어려움으로 실제 적용된 사례가 전무하여 2009년에 새로운 표준으로의 대체가 결정되었으며, 2011년 6월에 새로운 표준인 IEC 61162-450이 공표되었다.

표 1. IEC 61162-4 시리즈와 IEC 61162-450의 특징 비교
Table. 1 Comparisons between IEC 61162-4 series and IEC 61162-450

특징	IEC 61162-4 시리즈	IEC 61162-450
통신 프로토콜	TCP/IP	UDP/IP
프로토콜 구성요소	T-프로파일 A-프로파일	NF SF
송수신 메시지 형식	Tag 기반	TAG Sentence Binary Image
요구사항	많음	상대적으로 경량화
구현	어려움	상대적으로 쉬움

IEC 61162-450은 Ethernet 망에서 UDP 멀티캐스트 통신을 기반으로 하고 있다. 일반적인 데이터는 NMEA 0183 Ver.4[10]의 메시지 형식인 TAG 및 Sentence를 사용하며, 바이너리 이미지 데이터는 독자적으로 정의된

메시지 형식을 사용하여 송수신한다. 또한 구성요소인 NF(Network Function block)와 SF(System Function block)를 통해서 데이터의 상호 교환 및 메시지 처리가 이루어진다. IEC 61162-4 시리즈와 IEC 61162-450의 특징 비교를 표 1에 나타내었다.

III. 선박 통합 정보시스템의 요소기술

3.1. IEC 61162-450 미들웨어

미들웨어는 분산되어 있는 여러 시스템을 상호 연결하여 시스템의 유형, 데이터베이스의 종류, 네트워크의 형태, 위치에 관계없이 작업을 처리할 수 있도록 해주는 기능을 한다[11].

IEC 61162-450의 요구사항을 분석하여 미들웨어를 통신관련 기능을 담당하는 NF, 메시지의 유효성 검사 및 처리를 담당하는 SF로 구성하였다. 또한 선박 통합 네트워크 내에 있는 여러 어플리케이션의 서비스 요구사항을 분석하여 NF와 SF의 기능을 손쉽게 이용할 수 있도록 해주는 서비스 모듈(API)도 추가하였다. 부가적으로 시스템의 상태 정보를 로그 서버로 송신해주는 Syslog Protocol[12] 기반의 로그 처리 기능도 내장하였다[13]. 그림 1에 NF 및 SF, 서비스 모듈을 통합한 미들웨어의 구조를 나타내었으며, 로그 처리 모듈은 NF와 SF 내부에 포함되어 있다.

그림 1. 미들웨어 구조
Fig. 1 Structure of middleware

이러한 미들웨어의 사용성과 편의성을 높이기 위하여 NF 및 SF, 서비스 모듈, 로그 처리 모듈을 통합하여 동적 라이브러리 형태로 제공된다. 이를 통해 선박 통합 네트워크 내에 있는 여러 어플리케이션은 미들웨어 라이브러리를 포함한 후 서비스 모듈의 API를 호출함으로써 IEC 61162-450 표준을 만족하는 데이터의 상호 교환이 가능해진다.

3.2. 게이트웨이

게이트웨이는 한 네트워크와 다른 네트워크를 상호 연결하는 역할을 하는 장비를 말한다. 각종 선박 장비가 연결되어 있는 인스트루먼트 네트워크(Instrument Network)에서 측정된 데이터가 선박 통합 네트워크로 유입되려면 이러한 역할을 하는 게이트웨이가 필요하다.

인스트루먼트 네트워크에 연결된 장비는 NMEA 0183 혹은 NMEA 2000[14] 형식으로 데이터를 발생시킨다. 게이트웨이는 이러한 데이터를 수집한 후, IEC 61162-450에서 요구하는 형식으로 변환하는 기능을 한다.

또한 인스트루먼트 네트워크뿐만 아니라, 무선 센서 네트워크 등과 같이 독자적인 네트워크를 형성하는 장비로부터 측정되는 데이터도 존재할 수 있으며, 이러한 데이터를 수집하여 선박 통합 정보 네트워크로 유입시켜주는 기능을 가진 게이트웨이가 필요하다.

3.3. 데이터베이스

일반적으로 선박에 탑재된 장비에서 발생하는 데이터는 선박의 안전한 운항을 위하여 실시간으로 이용되고 있다. 이러한 데이터를 저장하여 관리하게 되면 과거의 데이터를 검색하는 등 다양한 활용을 기대할 수 있다. 특히 최근의 선박에는 탑재되는 장비의 수가 증가함에 따라 데이터의 종류와 그 양도 함께 증가하고 있기 때문에 이러한 데이터의 효율적인 저장 및 관리를 위해서는 데이터베이스가 필요하다.

실제로 국제해사기구(IMO) 제53차 항해안전전문위원회(NAV) 회의에서는 사용자의 의사 결정 및 작업 부하 관리를 쉽게 하고 안전 및 보안이 확보된 운항을 하기 위하여 선박에서 발생하는 데이터의 통합 관리 필요성을 강조하였다[15].

IV. 선박 통합 정보시스템의 아키텍처 설계

본 논문에서 제안하는 선박 통합 정보시스템의 아키텍처는 그림 2와 같다. 그림에서 NMEA 2000 게이트웨이, 무선 센서 게이트웨이 등은 주로 선박에 탑재된 장비로부터 데이터를 수집하여 통합 네트워크로 송신하는 기능을 가진다. 모니터링 어플리케이션, 데이터베이스 서버 및 어플리케이션 등은 통합 네트워크로부터 데이터를 수신한 후 처리하여 이용한다.

인스트루먼트 네트워크에 있는 여러 선박 장비로부터 측정된 데이터는 NMEA 2000 게이트웨이를 통해 선박 통합 네트워크로 유입되며, 여러 무선 센서로부터 측정된 데이터는 무선 센서 게이트웨이를 통해 선박 통합 네트워크로 유입된다. 유입된 데이터는 미들웨어를 통해 UDP 멀티캐스팅 방식으로 송신되며, 어플리케이션들은 미들웨어를 통해 이를 수신한 후 처리하여 각각의 기능에 맞는 동작을 한다.

그림 2. 선박 통합 정보시스템 아키텍처
Fig. 2 Architecture of shipboard integrated information system

4.1. NMEA 2000 게이트웨이

인스트루먼트 네트워크에는 여러 선박 장비가 연결되어 있으며, 연결된 장비에서 측정된 데이터는 NMEA 2000의 메시지 형식으로 발생된다. NMEA 2000 게이트웨이는 이러한 데이터를 수집 및 처리하여 IEC 61162-450의 형식으로 변환 및 송신하는 기능을 한다.

그림 3. NMEA 2000 게이트웨이 구조
Fig. 3 Structure of NMEA 2000 gateway

그림 3은 NMEA 2000 게이트웨이의 내부 구조를 나타낸 것이다. CAN(Controller Area Network)을 인터페이스로 채택하고 있는 NMEA 2000 장비와 시리얼 포트를 인터페이스로 채택하고 있는 NMEA 0183 장비에 따라 각기 다른 모듈을 통해 처리된다. 처리된 데이터는 변환 모듈을 통해 선박 통합 네트워크의 표준인 IEC 61162-450으로 변환된 후 미들웨어를 통해 송신된다.

4.2. 무선 센서 게이트웨이

무선 센서 게이트웨이는 온도, 습도 등을 측정하는 무선 센서로부터 측정된 데이터를 수집 및 처리하여 선박 통합 네트워크로 송신해주는 기능을 한다. 무선 센서 게이트웨이와 여러 무선 센서는 WiFi 통신을 이용하며, WSN(Wireless Sensor Network)를 구축하고 있다.

그림 4는 무선 센서 게이트웨이의 내부 구조를 나타낸 것이다. 데이터 수집 모듈에 의해 무선 센서로부터 수집된 정보는 데이터 처리 모듈에 의해 의미 있는 데이터로 가공된다. 가공된 데이터는 데이터 변환 모듈에 의해 IEC 61162-450을 만족하는 형태로 변환된 후 미들웨어를 통해 송신된다.

그림 4. 무선 센서 게이트웨이 구조
Fig. 4 Structure of wireless sensor gateway

4.3. 데이터베이스 어플리케이션

선박 통합 정보시스템에서 데이터의 통합 관리를 위한 데이터베이스를 설계하였다. IEC 61162-450에서 데이터의 상호 교환 시 사용하는 메시지 형식인 NMEA 0183 Ver.4의 TAG 및 Sentence의 구조를 고려하여 테이블을 설계하고, 데이터베이스 서버를 구축하였으며, 데이터베이스 어플리케이션을 개발하였다. 데이터베이스 어플리케이션은 데이터베이스 서버에 저장된 데이터를 종류, 특정 기간, 시간 별로 조회하여 그 결과를 차트나 그래프 형태로 표시해주는 기능을 제공한다. 또한 이를 확장하여, 데이터를 백업하고 용량 문제를 해결하기 위하여 데이터 샘플링 기법을 이용한 다단 데이터베이스를 설계하였다.

그림 5는 데이터베이스 서버 및 데이터베이스 어플리케이션의 내부 구조를 나타낸 것이다. 데이터베이스 서버에는 미들웨어를 통해 수신한 데이터를 저장하는 데이터베이스 저장 모듈, 데이터베이스의 용량을 확인하여 삭제해주는 데이터베이스 용량 관리 모듈, 특정한 주기로 데이터베이스를 샘플링해서 백업해주는 데이터베이스 샘플링 모듈이 있다. 또한 데이터베이스 어플리케이션에는 특정 데이터, 날짜 등을 선택하여 데이터베이스를 검색할 수 있도록 해주는 데이터베이스 조회 모듈과 조회 결과를 그래프나 게이지를 통해 시각적으로 표시해주는 디스플레이 모듈이 있다.

그림 5. 데이터베이스 어플리케이션 구조
Fig. 5 Structure of database application

4.4. 모니터링 어플리케이션

모니터링 어플리케이션 및 임베디드 모니터링 어플리케이션은 실시간으로 NMEA 2000 게이트웨이 및 무선 센서 게이트웨이로부터 데이터를 수신하여 사용자에게 지도, 게이지 등을 통해 시각적으로 표시해주는 기능을 제공한다.

그림 6는 모니터링 어플리케이션의 내부 구조를 나타낸 것이다. C++ 기반 미들웨어를 C# 환경에서도 이용할 수 있도록 해주는 래핑 모듈을 통해 데이터를 수신한다. 또한 데이터 처리 모듈은 수신된 데이터를 처리한 후 디스플레이 모듈을 통해 사용자에게 시각적으로 표시해준다.

그림 6. 모니터링 어플리케이션 구조
Fig. 6 Structure of monitoring application

V. 선박 통합 정보시스템의 구현 및 시험

선박 통합 정보시스템 아키텍처를 기반으로 실제 구현한 시스템의 모습은 그림 7과 같으며, NMEA 2000 게이트웨이, 무선 센서 게이트웨이, 데이터베이스 서버, 데이터베이스 어플리케이션, 모니터링 어플리케이션, 임베디드 모니터링 어플리케이션 시스템으로 구성되어 있다. 각 시스템 간의 데이터 송수신은 선박 통합 네트워크의 미들웨어를 통해 이루어지며, 데이터의 저장 및 백업은 데이터베이스 서버 및 데이터베이스 어플리케이션에 의해 실시간으로 이루어진다. 각 요소의 개발 환경을 표 2에 나타내었다.

그림 7. 선박 통합 정보시스템
Fig. 7 Shipboard integrated information system

표 2. 개발 환경
Table. 2 Developing environment

모듈	운영체제	언어
NMEA 2000 게이트웨이	Windows CE	C++ MFC
무선 센서 게이트웨이	Embedded Windows XP	C#
데이터베이스 서버	Windows Server 2008, MS SQL Server 2005	C++ C#
데이터베이스 어플리케이션	Windows Server 2008	C++ C#
모니터링 어플리케이션	Windows XP	C#
임베디드 모니터링 어플리케이션	Embedded Windows XP	C#

그림 8은 실제 구현된 NMEA 2000 게이트웨이의 모습이다. 하단의 버튼을 이용하여 연결된 선박 장비를 선택할 수 있으며, 선택된 장비와 관련된 정보 및 데이터를 볼 수 있다.

그림 8. NMEA 2000 게이트웨이
Fig. 8 NMEA 2000 gateway

그림 9는 실제 구현된 무선 센서 게이트웨이의 모습이다. 여러 무선 센서와의 연결 정보 및 센서로부터 수신한 데이터를 볼 수 있다.

그림 9. 무선 센서 게이트웨이
Fig. 9 Wireless sensor gateway

그림 10은 실제 구현된 데이터베이스 어플리케이션의 모습이다. 조회할 데이터, 기간 등을 선택하면 그에 해당하는 데이터를 그래프에 표시해준다.

그림 10. 데이터베이스 어플리케이션
Fig. 10 Database application

그림 11과 그림 12는 실제 구현된 모니터링 어플리케이션의 모습이다. 일반 PC 기반 모니터링 어플리케이션과 임베디드 PC 기반 모니터링 어플리케이션이 있으며, 사용자가 설정한 시간 간격으로 데이터를 수신하여 표시해준다.

그림 11. 모니터링 어플리케이션
Fig. 11 Monitoring application

그림 12. 임베디드 모니터링 어플리케이션
Fig. 12 Embedded monitoring application

이상에서와 같이 미들웨어를 비롯하여 NMEA 2000 게이트웨이, 무선 센서 게이트웨이, 데이터베이스 어플리케이션, 모니터링 어플리케이션이 서로 연동하여 동작하는 것을 확인하였다.

VI. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 선박 통합 정보시스템을 구성하는 여러가지 요소기술에 관하여 분석하고, 분석을 바탕으로 선박 통합 정보시스템의 아키텍처를 설계하였으며, 이 설계를 기준으로 실제 시스템을 구현하였다. 또한, 구현한 시스템이 선박에서 발생하는 다양한 정보를 통합하여 관리할 수 있음을 시험하였다.

향후 연구과제로는 레이더 등 영상정보도 통합하여 처리할 수 있도록 시스템을 업그레이드하는 것이다. 또한 업그레이드한 시스템을 실험실이 아닌 실제 선박 환경에서 시험하고 검증하는 것이다.

참고문헌

- [1] 박휴찬, 이장세, 장길웅, 이정우, 정희섭, 박중현, 강순열, “선박에서의 통합 정보처리를 위한 시스템 아키텍처”, 2009년도 전기학술대회논문집, pp.207-208, 2009.
- [2] IEC, IEC 61162-4 : Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems - Digital Interfaces - Multiple Talkers and Multiple Listeners - Ship Systems Interconnection, 2001.
- [3] 이광일, 박준희, 최원석, 문경덕, “선내 통신 국제 표준화 동향”, TTA Journal, 제126호, pp. 45-51, 2009.
- [4] IEC, IEC 61162-450 Ed. 1.0 : Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems - Digital Interfaces - Part 450: Multiple Talkers and Multiple Listeners - Ethernet Interconnection, 2011.
- [5] 황훈규, 윤진식, 이성대, 서정민, 장길웅, 이장세, 박휴찬, “Light-Weight Ethernet 기반 MiTS 네트워크 프로토콜 개발”, 한국마린엔지니어링학회지, 제34권 제8호, pp.1172-1179, 2010.

- [6] 황훈규, 윤진식, 서정민, 이성대, 이장세, 박휴찬, 장길웅, “Light-Weight Ethernet 기반 MiTS 서비스 모듈 개발”, 한국마린엔지니어링학회지, 제34권 제8호, pp.1180-1187, 2010.
- [7] 황훈규, “이더넷 기반 선박 통합 네트워크를 위한 미들웨어의 설계 및 구현”, 한국해양대학교 대학원, 공학석사 학위논문, 2011.
- [8] 서정민, 황훈규, 윤진식, 이성대, 박휴찬, 이장세, 장길웅, “선박에서 데이터의 통합 관리를 위한 데이터베이스의 구현 및 설계”, 한국마린엔지니어링학회지, 제34권, 제8호, pp.1188-1194, 2010.
- [9] 서정민, 황훈규, 이성대, 이장세, 장길웅, 박휴찬, “데이터 샘플링을 이용한 선박용 다단 데이터베이스 설계 및 구현”, 한국해양정보통신학회논문지, 제15권, 제5호, pp.1111-1118, 2011.
- [10] NMEA, NMEA 0183 Version 4.00 : Standard for Interfacing Marine Electronic Devices, 2008.
- [11] 윤은영, 윤용익, 윤석환, “킴포넌트 기반 미들웨어 기술”, 정보처리학회지, 제8권, 제5호, pp.38-44, 2001.
- [12] Network Working Group, RFC 5424 : The Syslog Protocol, 2009.
- [13] 황훈규, 윤진식, 서정민, 이성대, 장길웅, 박휴찬, 이장세, “이더넷 기반 선박 통합 네트워크를 위한 로그 처리 모듈 및 로그 서버의 개발”, 한국해양정보통신학회논문지, 제15권 제2호, pp.331-338, 2011.
- [14] NMEA, NMEA 2000 : Standard for Serial-Data Networking of Marine Electronic Device, Version 1.20, 2004.
- [15] 해양수산부, 국제해사기구(IMO) 제53차 항해안전전문위원회(NAV) 회의 결과, 해양수산부, 2007.

저자소개

황훈규(Hun-Gyu Hwang)

2009년 한국해양대학교
IT공학부(공학사)
2011년 한국해양대학교 대학원
컴퓨터공학과(공학석사)

2011년~현재 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과
박사과정

※ 관심분야: 정보보안, 시뮬레이션, 네트워크, 해양
정보시스템

이성대(Seong-Dae Lee)

1999년 2월 한국해양대학교
컴퓨터공학과(공학사)
2001년 2월 한국해양대학교 대학원
컴퓨터공학과(공학석사)

2007년 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과
(공학박사)

2007년~2009년 한국해양대학교 산학협력단
전임연구원

2009년~현재 한국해양대학교 연구교수

※ 관심분야: 데이터마이닝, 해양정보시스템

이장세(Jang-Se Lee)

1997년 한국항공대학교
컴퓨터공학과(공학사)
1999년 한국항공대학교
컴퓨터공학과(공학석사)

2003년 한국항공대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2004년~현재 한국해양대학교 부교수

※ 관심분야: 컴퓨터보안, 지능시스템, 모델링 및
시뮬레이션

장길웅(Kil-Woong Jang)

1997년 경북대학교
컴퓨터공학과(공학사)
1999년 경북대학교
컴퓨터공학과(공학석사)

2002년 경북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2003년~현재 한국해양대학교 부교수
※ 관심분야: 네트워크 프로토콜, 유비쿼터스 네트워킹

박휴찬(Hyu-Chan Park)

1985년 서울대학교
전자공학과(공학사)
1987년 한국과학기술원 전기및전자
공학과(공학석사)

1995년 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학박사)
1987년~1990 금성반도체
1997년~현재 한국해양대학교 교수
※ 관심분야: 데이터베이스, 데이터마이닝, 해양정보
시스템