Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 38, No. 1 pp. 56~63, 2014 ISSN 2234-7925 Print
http://dx.doi.org/10.5916/jkosme.2014.38.1.56 ISSN 2234-8352 Online

영상복합형 해양플랜트 원격 관제 시스템 개발

김헌기[1] · 황훈규[2] · 유강주[3] · 이장세[4] · 박휴찬[5] · 신옥근[6] · 이성대†

(원고접수일 : 2013년 11월 27일, 원고수정일: 2013년 12월 20일, 심사완료일 : 2013년 12월 26일)

A development of video-complex remote monitoring system for offshore plant

Hun-Ki Kim[1] · Hun-Gyu Hwang[2] · Gang-Ju Yoo[3] · Jang-Se Lee[4] · Hyu-Chan Park[5] · Ok-Keun Shin[6] · Seong-Dae Lee†

요약: 해양플랜트는 태풍, 해일 등과 같은 환경적인 요소와 충돌, 화재 등의 인공적인 요소에 의해 위험에 노출되어 있기 때문에 일반적인 선박에 비해 유지보수 비용이 높으며 사고 발생 시, 빠른 대응이 어려워 관리적 측면에서 어려움이 많다. 이 논문에서는 이러한 문제를 개선하고 해양플랜트를 관제하기 위해 AtoN AIS, 다단 데이터베이스를 활용한 영상복합형 해양플랜트 원격 관제 시스템을 개발한다. 개발한 시스템은 카메라 및 AIS를 이용하여 실시간으로 해양플랜트 주변의 영상 및 환경 정보를 수집하여 VHF 무선 통신 모뎀을 통해 전송하고, 육상에서 이를 수신하여 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션을 통해 해양플랜트 주변의 상황을 정확하게 판단할 수 있게 해주며, 다단 데이터베이스를 이용하여 여러 정보를 효율적으로 관리할 수 있도록 해준다.

주제어: 해양플랜트, 원격 관제, 관제 시스템, AIS, 다단 데이터베이스

Abstract: An offshore plant needs costly maintenance and has difficulty coping with various accidents coming from the exposure to the environmental threats such as typhoons, tidal waves and etc., in addition to the artificial ones such as fire, collision of ships and etc. In this paper, we develop the video-complex remote monitoring system for an offshore plant, using AtoN AIS and multi-stage database to monitor an offshore plant and solve those problems. The system handles real time video cameras to collect and monitor images on an offshore plant. So, users can be exactly and quickly aware of the information on various situations with the monitoring application based on ENC.

Keywords: Offshore plant, Remote monitoring, Monitoring system, AIS, Multi-stage database

† Corresponding Author: Division of Information Technology Engineering, Korea Maritime and Ocean University, Dongsam-dong, Yeongdo-gu, Busan, 606-791, Korea, E-mail: omega@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-5294
1 Department of Computer Engineering, Graduate School of Korea Maritime and Ocean University, E-mail: hunki81610@gmail.com, Tel: 051-410-5227
2 Department of Computer Engineering, Graduate School of Korea Maritime and Ocean University, E-mail: hungyu@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-5227
3 GMT Engineering Co., E-mail: mcs512@nate.com, Tel: 051-403-4808
4 Division of Information Technology Engineering, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: jslee@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4577
5 Division of Information Technology Engineering, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: hcpark@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4573
6 Division of Information Technology Engineering, Korea Maritime and Ocean University, E-mail: okshin@kmou.ac.kr, Tel: 051-410-4572

1. 서 론

해양플랜트는 해양에 설치되어 석유, 천연가스 등과 같은 해양 에너지 자원을 시추 및 발굴, 생산하기 위해 설치하는 구조물이다. 에너지 수요가 증가함에 따라 해양플랜트 시장의 규모는 시간이 지날수록 성장할 전망이며, 최근에 생산되는 석유 생산의 평균 수심은 계속해서 깊어지고 있는 추세이다**[1]**. 선체 또는 장비에 이상이 발생하면 기항하여 조치를 받을 수 있는 일반적인 선박과는 달리 해양플랜트는 한번 설치되면 일정 구역의 해상에 머무르면서 오랜 기간 동안 역할을 수행한다. 따라서 해양플랜트는 일반적인 선박에 비해 유지보수 비용이 높으며, 관리적 측면에서도 많은 제약이 따른다. 또, 태풍이나 해일 등과 같은 환경적인 요소와 선박의 충돌, 화재 등과 같은 인공적인 요소에 의한 위험에 항상 노출되어 있다. 따라서 사고 발생 시 다른 구조물에 비해 사고 규모가 크고 대응 속도도 느리다는 취약점이 있기 때문에 미리 예방하고 빠른 대응을 할 수 있어야한다**[2]**.

AIS(Automatic Identification System, 선박자동식별장치)는 자선의 위치, 침로 등의 항해 정보를 실시간으로 주변의 항해 선박 및 연안 기지국에 제공하여 해상에서 선박 간의 충돌을 예방하고, 조난 선박의 수색 및 구조를 효과적으로 수행하기 위한 장비이다. 기존에 개발되어 사용 중인 시스템에서는 다수의 AIS를 이용하여 데이터를 수집하고, 그 데이터를 기반으로 하여 원격으로 환경을 감시 및 관리하는 형태이다. 이러한 방식은 사용자가 현장의 상황을 데이터를 통해서만 알 수 있으며 AIS 주파수는 여러 제약으로 인해 데이터 전송이 원활하지 않을 수도 있다. 이 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 ISM(Industrial Scientific Medical) 대역(2.4GHz 및 5GHz)을 이용하는 무선 통신 모뎀을 사용하고, 데이터뿐만 아니라 영상 정보까지도 사용자에게 제공이 가능한 영상복합형 해양플랜트 원격 관제 시스템을 개발하였다. 개발한 시스템은 해양플랜트 또는 연안의 해양감시용 구조물 등에 설치되며, AtoN(Aid to Navigation) AIS를 활용하여 선박의 교통 흐름 및 기상 정보 데이터를 수집하고 카메라를 통해 해양플랜트 주변 환경을 영상으로 수집한다. 수집한 정보를 통계 및 분석의 목적으로 이용하기 위해 다단 데이터베이스(Multi-stage database)에 저장한다. 사용자는 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션을 통해 해양플랜트 주변의 데이터 정보 및 영상 정보를 실시간으로 확인할 수 있다**[3]**.

이 논문은 2장에서 해양플랜트 관제와 관련한 기존 연구 및 AIS의 활용에 대한 연구, 다단 데이터베이스 기법을 소개하고, 3장에서는 시스템의 구조 및 설계에 대해 설명한 후, 개발한 시스템을 구현 및 검증한다. 그리고 4장의 결론 및 향후 연구로 끝을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 해양플랜트 관제 시스템

해양 플랜트 관련 연구 및 사업이 확대됨에 따라 해양 구조물이 설치되는 해역의 수심은 깊어지고 있으며 일반적인 선박에 비해 상대적으로 유지보수 비용이 높고 관리가 힘든 취약성이 있어 해양 플랜트의 설비 상태를 감시하는 기술에 대한 연구가 증가하고 있다. CMS(Condition Management System)는 센서, 각종 소프트웨어 및 하드웨어로 구성되어 필요한 요소들을 하나의 시스템으로 구성함으로써, 각 설비의 상태 데이터를 수집 및 분석하여 적기에 유지보수 작업이 행해지도록 하는 시스템으로 설비 효용성, 품질 및 안정성 등을 높일 수 있다. 하지만 통합 시스템의 공급을 해외에 의존하고 있어서 시스템 구성 기간이 길어지고 비용이 많이 드는 실정이다 **[4][5]**. 해양환경을 모니터링하기 위해 표류 부이를 개발한 사례도 있다. 관측이 필요한 해상에 표류 부이를 설치하여 바람이나 해류에 의한 항적 및 환경 측정 데이터들을 수집한 후, 수집된 데이터를 위성 통신을 통해 서버 컴퓨터로 전송하고, 데이터베이스에 저장한다. 사용자는 인터넷을 이용하여 전자해도 상에서 실시간으로 정보를 조회함으로써 해양환경정보를 감시할 수

있다**[6]**. 고장 및 사고의 징후가 상대적으로 다른 설비에 비해 늦게 발견되는 전기 시스템에서도 해양플랜트 감시 기술을 적용한다. 해양플랜트는 정기적인 검사를 통해 전력기기 및 전기설비의 안전 상태를 확인하고 있지만 전기는 부하사용 조건에 따라 수시로 상태가 변하기 때문에 예측이 어렵다. 즉, 고장 진단 당시에는 이상이 없다고 하더라도, 순간적인 상태 변화나 부하에 따른 조건 변화가 발생할 수 있기 때문에 수시로 변화하는 상태에 따라 대응하기 위해서는 상시적인 감시가 필요하다**[7]**.

기존의 감시 기술은 데이터를 통해 관제하고, 해양플랜트 내부의 설비 등에 중점을 두고 있다. 따라서 해양플랜트의 외부 환경 즉, 주변 환경에 대한 정보는 획득할 수 없으며 외부에서 발생하는 상황에 대해서는 관제를 할 수 없기 때문에 날씨나 주변 선박과의 충돌 위험 여부 등에 대한 정보에 대해서는 자세히 파악하기 어렵다.

2.2 AIS 데이터 활용 관련 연구

해상교통량 분석 과정을 자동화하기 위하여 AIS를 활용한 선박교통정보 수집 및 분석 시스템을 개발함으로써 표준화된 분석 결과를 제안한 연구가 있다**[8][9]**. 또한 해양사고를 사전에 예방하고 선박의 효율적인 관리를 위하여 AIS의 정적, 동적 데이터를 수집 한 후, 이를 이용한 선박 궤적 곡률을 분석을 통해 불규칙 이동 선박을 식별하는 방법을 제안한 연구가 있다**[10]**. 수집된 AIS 메시지에 포함되어있는 여러 정보를 저장하고 효율적으로 관리하기 위한 데이터베이스를 설계하였으며, 이를 전자해도 기반으로 표현하는 시스템을 개발한 연구 등이 있다**[11]**.

2.3 다단 데이터베이스 기법

이 논문에서는 다양한 데이터를 효율적으로 통합 관리하기 위해 다단 데이터베이스 기법을 도입한다**[12]-[13]**. 이 기법은 선박에 탑재된 수많은 장비에서 발생하는 많은 양의 데이터들을 샘플링하여 1차, 2차, …, n차 데이터베이스에 저장함으로써 데이터 저장 효율을 높여 관리가 용이하게 하기 위한 목적으로 제안되었다. 일반적으로 해상에 설치되는 해양플랜트에는 선박보다 더 많은 수의 장비가 탑재되기 때문에, 다단 데이터베이스 기법을 도입하면 데이터 관리가 유용할 것으로 판단된다. 다단 데이터베이스의 구조는 **Figure 1**과 같다.

다단 데이터베이스는 통신, 저장, 샘플링, 삭제 모듈을 통해서 동작한다. 통신 모듈(communication module)은 네트워크를 통해 데이터를 수신하는 기능을 하며 저장 모듈(storage module)은 데이터

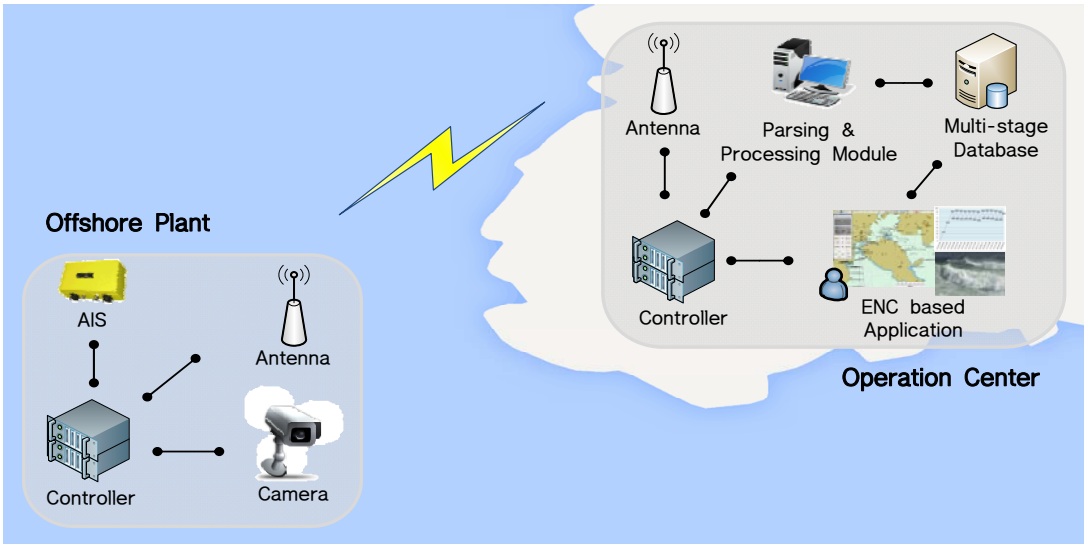

Figure 2: Conceptual diagram of offshore remote monitoring system

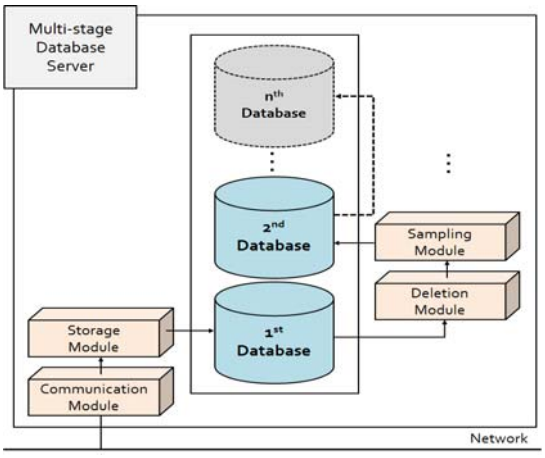

Figure 1: Structure of multi-stage database

를 저장하는 기능을 한다. 삭제 모듈(deletion module)은 감시를 통해서 저장된 n-1차 데이터베이스까지의 데이터를 삭제하는 기능을 한다. 또한 샘플링 모듈(sampling module)은 1차 데이터베이스의 데이터를 샘플링한 후, 2차 데이터베이스에 저장하는 기능을 한다. 이 때, 삭제 모듈과 샘플링 모듈의 동작은 최종 데이터베이스인 n차 데이터베이스에서는 제외된다.

3. 영상복합형 해양플랜트 원격 감시 시스템 개발

3.1 설계

이 논문에서 개발하는 시스템의 구조는 **Figure 2**와 같다. 설계한 시스템은 크게 해양플랜트 측과 육상의 운영 센터 측으로 나눌 수 있다. 해양플랜트에 설치된 AIS 및 카메라로부터 주변 선박 및 부이 정보, 영상을 실시간으로 수집하고 VHF 무선 통신 모뎀을 이용하여 육상의 기지국으로 전송한다. 육상의 운영 센터에서는 수신한 정보와 영상을 사용자의 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션으로 전송하여 화면에 나타내주고 사용자는 원격으로 해양플랜트 주변의 상황을 관제할 수 있다.

해양플랜트 측은 AIS, 컨트롤러, 카메라, 허브, VHF 무선 통신 모뎀, 안테나로 구성되며 **Table 1**에서 각 장비별 기능에 대하여 설명한다. 또한 육상의 운영 센터 측은 안테나, VHF 무선 통신 모뎀, 파싱 및 프로세싱 모듈, 허브, 다단 데이터베이스, 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션으로 구성되며, **Table 2**에서 각 장비별 기능에 대하여 설명한다.

3.2 구현

해양플랜트 측의 기능 및 데이터 송신 과정은 **Figure 3**과 같다. AIS는 시리얼 통신을 이용하여 컨트롤러(Controller)로 데이터를 전송한다. 컨트롤러는 수신한 데이터를 이더넷을 통해 허브(Hub)로 전달하고, 카메라(Camera) 또한 실시간 영상 데이터를 PoE(Power Over Ethernet)를 통해 허브로 전달한다. 허브는 PoE를 통해 VHF 무선 통신 모뎀(VHF Wireless Comm. Modem)으로 데이터를 전송하고, 수신한 정보를 VHF 대역을 사용하여 안테나를 통하여 무선으로 전파를 송신한다.

Table 1: Functions of devices in offshore plant

장비	기능
AIS	해양플랜트 주변을 항해하는 선박의 교통 및 주변에 설치되어 있는 부이 정보, 기상 등의 환경 정보를 수집하고, 안전과 관련된 메시지를 전송
Controller	AIS 및 카메라로부터 수집된 정보를 처리하여 무선 통신 모뎀을 통해 운영 센터로 송신하거나, 운영 센터로부터 카메라 제어 신호를 수신
Camera	해양플랜트 주변 환경을 영상 정보로 실시간 수집하고, 육상 운영 센터로부터 수신한 제어 메시지를 통해 팬/틸트 및 줌 인/아웃 기능을 수행
Hub	VHF 무선 통신 모뎀으로 수신한 정보를 카메라와 컨트롤러로 전달해주는 기능 및 AIS 데이터를 VHF 무선 통신 모뎀으로 전송하는 기능
VHF Wireless Comm. Modem	운영센터 측으로부터 수신한 데이터를 허브를 통해 컨트롤러 및 카메라로 전송하는 기능
Antenna	VHF 대역을 사용하여 무선으로 전파를 송수신

Table 2: Functions of devices in operation center

장비	기능
Antenna	VHF 대역을 사용하여 무선으로 전파를 송수신
VHF Wireless Comm. Modem	해양플랜트 측으로부터 수신한 데이터를 허브를 통해 사용자에게 전달하는 기능
Parsing & Processing Module	수집된 AIS 메시지를 디코딩하여 데이터베이스에 저장하기 위한 형태로 가공하는 기능
Hub	VHF 무선 통신 모뎀으로 수신한 AIS 데이터 정보를 파싱 및 프로세싱 모듈로 전달해주며, 수신한 실시간 영상을 사용자에게 전달해주는 기능 및 사용자로부터 수신한 제어 메시지를 VHF 무선 통신 모뎀으로 전달하는 기능
Multi-stage Database	AIS로부터 수집된 선박의 교통상태 및 기상 정보 등의 데이터를 분석 및 통계의 목적으로 저장하고 관리하는 기능
Application based on ENC	수신한 해양플랜트 주변의 환경 정보를 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션을 통해 사용자에게 실시간으로 제공하며, 카메라 제어 신호를 보내는 기능

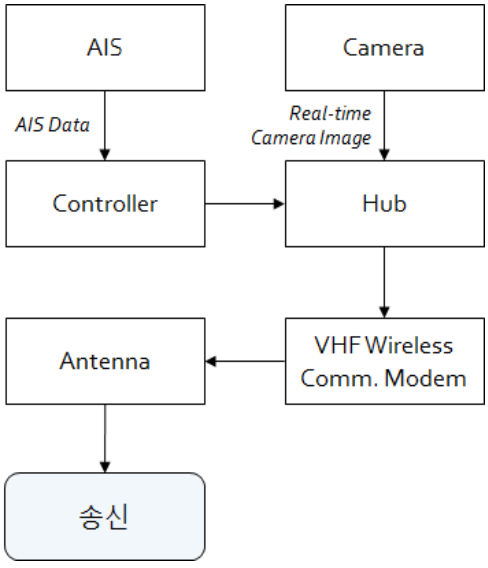

Figure 3: Flowchart of offshore side

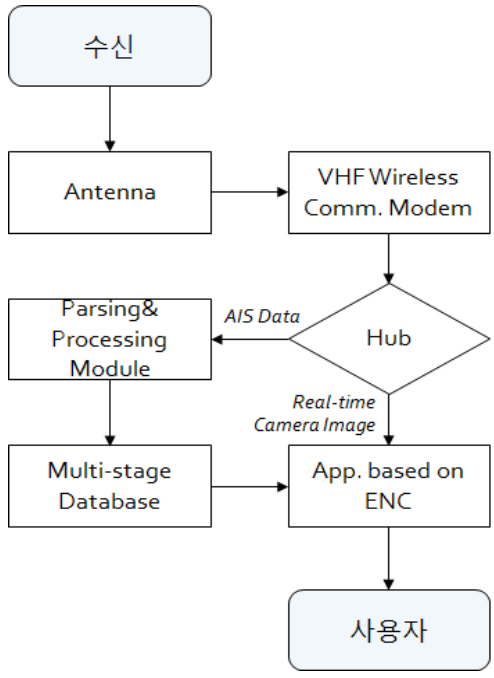

Figure 4: Flowchart of operation center side

육상에 위치하고 있는 운영 센터 측의 기능 및 데이터 수신 과정은 **Figure 4**와 같다. 해양플랜트 측에서 송신한 정보를 VHF 대역을 이용하여 안테나로 수신한다. 수신한 정보를 VHF 무선 통신 모뎀으로 전달하고, PoE를 통해 허브로 전달한다. 허브는 수신한 정보가 실시간 영상일 경우에는 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션(App. based on ENC)으로 전송하여 사용자의 화면에 나타내주고, 수신한 정보가 AIS 데이터일 경우에는 파싱 및 프로세싱 모듈(Parsing & Processing Module)로 전송하여 AIS 메시지를 처리한 후 다단 데이터베이스에 저장한다.

프로세서 및 무선 통신 모뎀을 포함하고 있는 컨트롤러의 모습은 **Figure 5**와 같으며, 정보의 처리를 위해 구현한 프로세서는 **Figure 6**과 같다.

컨트롤러는 시리얼 통신(RS-232)으로 AIS와 연결되고, 허브와는 내부적으로 프로세서와 VHF 무선 통신 모뎀은 이더넷을 기반으로 통신이 이루어진다. 또한 카메라의 팬/틸트 및 줌 인/아웃의 기능은 제어신호를 통해 제어한다.

Figure 5: Prototype of controller

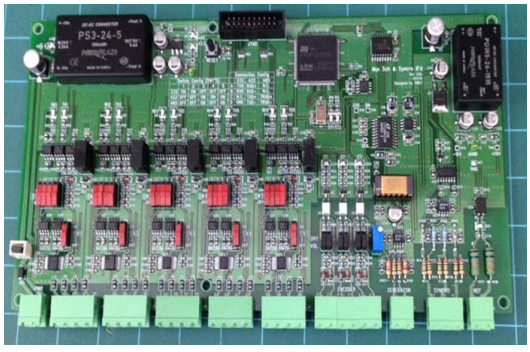

Figure 6: Processor in controller

전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션의 동작 화면은 **Figure 7**과 같다. 사용자는 저장된 전자해도의 화면에서 원하는 위치를 선택하여 실시간으로 해당 위치의 영상 정보를 확인할 수 있으며 화면 좌측의 제어 버튼을 이용하여 원격으로 카메라를 제어할 수 있다. 또한, 해상 교통량 및 기상 데이터를 그래프와 차트를 통해 화면에 표현해줌으로써 직관적으로 정보를 확인할 수 있다.

Figure 7: Remote monitoring application based on electronic navigation chart

3.3 개발 환경

컨트롤러는 정보를 처리하는 프로세서와 VHF 통신을 위한 무선 모뎀으로 구성된다. 정보의 처리를 위한 프로세서는 ARM 32-bit Cortex-M3 (STM32F103xE) 기반으로 보드를 구현하였다. AIS는 FATDMA(Fixed Access Time Division Multiple Access) 및 RATDMA(Random Access Time Division Multiple Access) 방식의 송신 및 수신이 가능하고, 메시지 1, 2, 3, 5, 6, 8, 21 등을 지원하며 IEC 62320-2를 만족하는 AtoN AIS를 적용하였다. 무선 통신 모뎀은 2.4GHz 대역에서 13개의 채널을, 5GHz 대역에서 4개의 채널을 지원하며 속도는 6~54Mbps로 동작한다. 또한, 안테나는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식으로 동작하며 전파의 도달거리는 30~80km이다. 카메라는 삼성 SNP-6200을 사용하였으며 삼성 테크윈에서 제공하는 SDK를 이용하여 팬/틸트 및 줌 인/아웃 기능을 제어하였다.

전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션의 개발은 Microsoft Windows 7 Professional K (64-bit) 운영체제를 기반으로 하였으며 개발 도구는 Microsoft Visual Studio 2008, 개발 언어는 C++ 및 MFC를 사용하여 개발하였다. 또한 데이터베이스는 MS SQL Server 2008을 이용하였으며, C#으로 개발된 다단 데이터베이스 관리 모듈을 적용하였다.

4. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 일반적인 선박에 비해 상대적

으로 많은 위험 요소에 노출되어 있는 해양플랜트 및 연안의 해양감시용 구조물의 주변 환경을 원격으로 관제할 수 있는 관제 시스템을 개발하는 내용을 다루었다. AtoN AIS를 활용하여 주변 선박의 교통 상황 및 기상 정보 등의 데이터를 수집하고, 이미 사용되고 있는 시스템의 한계를 보완하여 카메라를 이용하여 실시간 영상 정보까지도 수집하여 관제하는데 사용이 가능하다. 또한, 다단 데이터베이스 기법을 도입하여 수집된 정보들을 체계적이고 효율적으로 관리하며 차후 통계 및 분석을 위한 목적으로도 이용할 수 있게 하였다. 사용자는 전자해도 기반의 원격 관제 어플리케이션을 이용하여 해양플랜트 주변의 정보를 실시간으로 확인할 수 있기 때문에 상황에 따라 보다 정확하고 신속한 대응이 가능할 것이다.

향후에는 데이터의 송수신 거리를 확장하는 것에 관한 연구가 필요하다. 또한 각종 센서를 설치하여 AIS를 이용한 정보 획득뿐만 아니라 더 많은 정보를 수집할 수 있도록 확장하는 것이 필요하다. 나아가 해양플랜트 주변 상황을 감시하면서 문제 또는 사고가 발생할 우려가 있는 요소가 탐지되면 사고를 미연에 방지할 수 있도록 자동으로 해당 조치를 취하는 지능형 대응 시스템으로의 확장도 고려해 볼 수 있다.

후 기

본 연구는 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과이다.

참고문헌

[1] S. I. Yoo, “Trend of technical development for offshore plant,” Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 36, no. 1, pp. 54-61, 2012.

[2] H. G. Hwang, H. K. Kim, J. W. Lee, M. J. Kim, K. J. Yoo, and S. D. Lee, “A design of IT conversion remote monitoring system for offshore plant,” Proceedings of the KIICE Conference on Information and Communication Engineering, pp. 847-850, 2013.

[3] H. G. Hwang, H. K. Kim, J. W. Lee, M. J. Kim, K. J. Yoo, and S. D. Lee, “A design of vessel traffic and meteorological information management system for Korean littoral sea using AIS,” Proceedings of the KIICE Conference on Information and Communication Engineering, pp. 856-859, 2013.

[4] C. S. Jeon, K. Y. Lim. J. Y. Oh, J. S. Choi, J. H. Hyeon, and Y. W. Lee, “An integrated monitoring system for facilities of offshore plant,” Proceedings of the KAOSTS Conference, pp. 1327-1328, 2012.

[5] K. Y. Chung, C. D. Park, and H. R. Lee, “Technology development trends of integrated condition monitoring in power plants,” Proceedings of the KOSME Conference, pp. 199-200, 2010.

[6] Y. H. Yu, Y. S. Gang, and W. B. Lee, “Development of a floating buoy for monitoring ocean environments,” Journal of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 33, no. 5, pp. 705-712, 2009.

[7] G. H. Kang and T. O. Kim, “A methodology of electrical fire analyzing and evaluation for electrical system in offshore plant,” Journal of the Korean Society of Naval Architects of Korea, vol. 49, no. 4, pp. 22-27, 2012.

[8] M. Jeong, D. H. Kim, and C. U. Song, “A study on the development of the marine traffic analysis system based on AIS and ENC,“ Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Fall Conference, pp. 127-132, 2006.

[9] M. Jeong, D. H. Kim, and C. U. Song, “A study on the development of the marine traffic analysis system based on AIS and ENC,” Journal of the Korean Institute of Navigation

and Port Research, vol. 31, no. 1, pp. 43-48, 2007.

[10] J. S. Jeong, G. K. Park, and E. K. Kim, “An estimation of ship navigation patterns using AIS data,” Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Fall Conference, pp. 38-40, 2012.

[11] S. J. Lee and I. H. Park, “Database design and implementation for vessel AIS information application,” Journal of the Korean Institute of Navigation and Port Research, vol. 34, no. 5, pp. 343-348, 2010.

[12] J. M. Seo, H-G. Hwang, S. D. Lee, J. S. Lee, K. W. Jang, and H. C. Park, “Design and implementation of multistage database for shipboard by using data sampling,” The Journal of the Korea Institute of Maritime Information & Communication Sciences, vol. 15, no. 5, pp. 1111-1118, 2011.

[13] J. M. Seo, A Design and Implementation of Multistage Database for Integrated Information Management on Shipboard, M.S. Thesis, Department of Computer Engineering, Korea Maritime University, 2011.