

# 자율운항선박을 위한 원격제어관리시스템

이광일

한국해양대학교 제어자동화공학부 교수

## Remote Control Management System for Autonomous Ship

Kwangil Lee

Division of Automation and Control, Korea Maritime and Ocean University

요 약 자율운항선박은 제4차 산업혁명을 맞이하여 조선해양분야에서 가장 주목을 받고 있는 기술이다. 특히, 자율운항선박 기술은 해상에서의 안전성, 신뢰성, 효율성 및 친환경을 달성할 수 있는 핵심기술로서 간주되고 있다. 자율운항선박의 실현을 위해서는 선박이 자유적으로 운항할 수 있는 기술 뿐 아니라, 육상에서 원격으로 선박을 제어할 수 있는 기술도 중요하다. 본 논문에서는 육상에서 다양한 선박을 원격에서 관제할 수 있는 육상관제시스템에 대해서 다루고 있다. 본 논문에서는 원격관제를 위한 개방형 자율운항 시스템 구조로서 육상과 선박간 원격과제 및 원격 모니터링을 수행하기 위한 표준화된 원격관제 프로토콜과 선박 제어방안을 제안하고 있다. 또한, 본 논문에서는 모의선박을 통한 테스트베드 구축과 원격제어 기능에 대한 테스트를 통해 제안된 시스템의 적합성을 확인하였다.

주제어 : 자율운항, 원격관제, 통신관리, 표준프로토콜, 항로계획, 원격모니터링,

**Abstract** Autonomous ship has been sportlighted as a core technology for the maritime industry in Industry 4.0 era. Autonomous ship is expected to improve the safety, reliability, efficiency and environment significantly. For the realization of the autonomous ship, the remote control of the ship is one of the core functionality in addition to the autonomous ship control functionality in a ship. In this paper, we address a autonomous ship control system based on remote control. This paper proposes a remote control autonomous system and standardized ship-to-shore remote control protocol with for open platform. Finally, we implemented the system and tested with a real experiments with the test ship in order to demonstrate the feasibility of the proposed remote control autonomous system.

**Key Words** : autonomous control, remote control, communication management, standard protocol, route plan, remote monitoring,

### 1. 서론

최근에 제 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 인공지능 (AI), 빅 데이터(Big Data), 사물인터넷(Internet of Things)과 같은 다양한 기술들이 종합적으로 산업전반에 활용되고 있다. 산업혁명과 함께 기술 발전을 해 온 해양분야에서도 4차 산업혁명시대를 맞이하여, 해상물류

4.0 (Shipping 4.0)이라는 새로운 개념이 도입되었으며, 해상에서 일반적인 인공지능, 빅데이터 기술들과 함께 해상 사물인터넷과(Internet of Things at Sea), 해상 사물서비스(Internet of Service at Sea) 기술들을 접목한 기술들이 적용되고 있다[1].

해상물류 4.0 시대를 맞이하여 가장 각광을 받고 있는 기술이 자율운항선박 기술이다. 해양에서의 가장 중요하

\*This work was supported by the Korea Maritime and Ocean University Research Fund

\*Corresponding Author : Kwangil Lee (leeki@kmou.ac.kr)

Received September 11, 2018

Accepted November 20, 2018

Revised October 19, 2018

Published November 28, 2018

게 해결해야 될 이슈들은 해상에서의 어떻게 안전성, 신뢰성, 효율성 및 친환경 이슈이다. 바로 자율운항선박 기술들이 이러한 문제들을 달성할 수 있는 핵심기술로서 간주되고 있으며, 유럽을 포함하여 한국, 중국, 일본 등에서 많은 프로젝트들이 진행되고 있다. 최근에는 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)에서도 상업용 선박에서의 자율운항 선박의 적용을 검토하기 시작했다[2,3].

자율운항선박은 자율자동차와 같이 사람의 개입이 전혀 없는 완전한 자율운항 선박보다는, 보통 때에는 선박 자율적으로 운항을 하다가 선박이 문제가 있을 때에는 육상의 원격관제센터에서 선박을 원격으로 제어하는 원격관제에 의한 선박에 초점을 맞추고 있다[4]. 원격관제에 의한 자율운항선박의 실현을 위해서는 선박의 운항 상태를 지속적으로 모니터링하고 선박 제어 장치들에게 필요한 제어 및 상태정보들을 교환하는 것이 필요하다[5]. 특히, 원격관제센터에서 다양한 형태의 선박과 제조사를 갖는 선박 장치들을 제어하기 위해서는 표준화된 원격관제 시스템[6]과 충분한 통신대역폭이 필요하다[7].

본 논문에서는 선박과 육상 관제센터와의 정보교환을 위한 원격관제시스템과 선박 장비와 제어 및 상태 정보들을 교환하기 위한 표준화된 형태의 정보 교환 프로토콜에 대해서 다루고 있다. 이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 원격제어시스템에 대한 사전 연구내용에 대해서 다루고 있으며, 제 3장에서는 원격관제 시스템 구조와 제 4장에서는 원격 관제 프로토콜에 대해서 제안하고 있다. 제 5장에서는 테스트 시스템 구현과 실험 내용에 대해서 설명하고 있다. 마지막으로 제 6장에서는 결론과 향후 연구과제에 대해서 다루고 있다.

## 2. 관련연구

상업용 선박에 대한 자율운항선박 기술에 대한 연구는 무인선이라는 주제로 주로 유럽을 중심으로 이루어졌다. 상업용 선박에 대한 대표적인 자율운항선박 및 무인선 과제는 MUNIN 프로젝트이다. MUNIN 프로젝트에서는 상업용 선박에서의 자율운항선박 구현을 위한 기술적인 개념을 정의하고, 그 타당성을 검증한 대표적인 과제이다[4].

MUNIN 프로젝트에서는 자율운항선박의 제어를 위

한 4가지 모드, 자율실행(autonomous execution), 자율제어(autonomous control), 원격관제(Remote control), 그리고 비상모드(Fail to Safe)를 정의하고 있다. 기본적으로 육상에서 제어 정보를 선박에게 전송하고, 이를 선박에서 그대로 실행하는 자율실행 모드에 기반을 두고 있다. 만약 예외적으로 장애물 등이 탐지되면 장애물 회피를 위한 자율제어를 실행하게 되며, 선박의 문제가 발생하면 육상에서 선박을 제어하는 원격관제를 실행하게 된다. 하지만, 선박과 육상간의 통신 등이 단절되어 육상에서 선박 제어에 대한 의사결정을 수행할 수 없는 비상 상황에서는 비상모드를 통해 사전에 정해진 업무를 수행하도록 하고 있다. 이를 위한 다양한 시나리오를 통해 제안된 개념에 대한 검증을 수행하였다[8]. MUNIN에서는 자율운항 선박의 기본 개념을 제안하였으나, 구체적인 시스템 구성에 대한 연구가 필요하다.

선박과 육상간의 선박 제어를 위한 표준화된 데이터 모델로서 IEC에서는 항로 관리를 위한 RTZ 형식을 제안하고 있다. 항로관리 모델인 RTZ 모델은 선박의 항로관리를 위한 전자해도표시장치(ECDIS)와 다른 장치들과 선박의 항로를 표시하고 관리하기 위해 사용되고 있다[9]. 본 데이터모델은 선박 내의 장치들과 ECDIS와의 항로 정보를 위한 데이터모델이며, 육상과 다양한 선박간의 항로 정보를 교환하는 데에는 한계가 있다. 따라서, 국제전기연합에서는 해양공통정보모델에 따른 항로 정보 모델을 개발하고 있으며 [10], 선박의 상호운영성을 위해서는 표준 모델에 기반한 자율운항선박 제어가 필요하다[6].

## 3. 원격관제 시스템 구조

본 논문에서는 자율운항선박을 위한 원격관제시스템에 대해서 정의하고 있다. 본 절에서는 원격관제시스템에 대한 구조 및 시스템 기능에 대해서 정의하고 있다.

### 3.1 자율운항선박 원격관리시스템 기능

자율운항선박 시스템에서 지원하는 자율운항선박의 제어 모드를 Fig. 1과 같이 3가지 모드인 자율제어, 원격관제 그리고 안전모드를 모두 지원해야 한다.

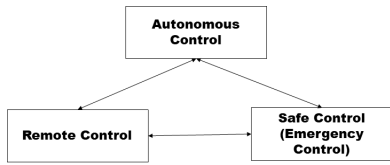


Fig. 1. Autonomous system control mode

자율제어모드에서는 선박에서 모든 의사 결정을 수행하게 된다. 따라서, 육상 원격관제 시스템에서는 특별한 선박에 대한 제어를 수행하지 않지만, 선박의 상태를 지속적으로 모니터링하고, 위험 상황이 발생하면 원격관제 모드로 전환을 수행한다. 따라서, 육상 원격관제시스템이 의사결정과 모드 전환에 필요한 정보를 수집과 교환 기능을 수행한다.

원격관제모드에서는 선박에 대한 원격관제를 수행하게 된다. 선박에 대한 제어는 선박의 항로, 속도, 방향을 비롯하여 선박의 다양한 장치들에 대한 제어를 의미한다. 추가적으로 선박의 온도 제어와 화재 예방과 같은 안전 제어도 수행할 수 있다. 본 논문에서는 선박의 제어에 초점을 맞추고 있다.

안전제어모드에서는 선박의 통신 등이 두절되어 선박에 대한 의사 결정에 원격관제시스템이 참여할 수 없게 되었을 때, 수행하게 된다. 안전제어모드에서는 최악의 상황에 대비하여, 사전에 정의된 수행된 업무를 자체적으로 수행하게 된다.

### 3.2 원격 자율운항선박 관제 시스템

자율운항선박을 위한 육상 관제 시스템 구조는 Fig. 2에 예시된 것처럼 아래와 같이 세 부분 통신관리미들웨어계층, 원격관제플랫폼 계층 그리고 사용자 인터페이스 모듈로 크게 3부분으로 구성되어 있다.

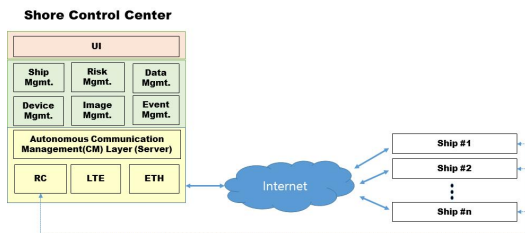


Fig. 2. Remote control system architecture

#### 3.2.1 통신관리 미들웨어 계층

자율운항선박 통신 관리계층에서는 선박과 육상관제

센터 그리고 육상관제센터에서의 다양한 서비스들간의 끊임없는 정보 교환을 제공한다. 즉, 통신관리미들웨어 계층에서는 물리적인 통신 매체를 관리하는 모듈과 논리적인 연결성을 제공하기 위한 모듈로 구성된다.

통신의 물리계층에서는 선박과 육상 또는 서비스간의 통신을 위한 물리적 통신 매체들을 관리하는 모듈로서, 본 논문에서는 3가지 통신 모듈인 이더넷, LTE 그리고 RC (Radio Control) 이다. 이더넷은 선박과의 육상 통신이나 서비스간의 통신을 지원하며, LTE는 연안의 선박과의 통신을 지원하며, 그리고 RC는 근거리 지역에서의 선박과의 백업용 통신을 위해 사용된다.

선박과의 연결성을 지원하는 통신 관리 모듈에서는 서버와 클라이언트 모델로 구성되어 있으며, 각 선박이 통신 모듈의 클라이언트로 동작을 하게 된다. 통신관리 모듈에서는 선박을 자동적으로 식별하고, 각 선박과 통신할 수 있는 최적의 통신 매체를 찾아서 선박과 육상 관제 센터와의 끊임없는 통신을 제공한다.

통신관리 모듈에서는 선박 뿐 아니라 자율운항 선박의 원격 관제 플랫폼 모듈 구성 요소간 통신을 위한 연결성을 제공한다. 이를 위한 각 서비스들을 자동으로 식별하고, 식별된 서비스의 상태를 모니터링하고 서비스간의 메시지 정보교환을 위한 서비스를 제공한다.

#### 3.2.2 원격관제플랫폼 계층

원격관제플랫폼에서는 원격관제서비스들을 지원하기 위한 공통서비스를 제공한다. 원격관제플랫폼은 선박관리, 장치관리, 영상관리, 이벤트관리, 데이터 관리 및 위험관리 모듈로 구성된다.

선박관리모듈에서는 원격관제시스템에서 개별 선박을 고유하게 식별하고, 선박 정보를 수집하고 처리할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 선박 식별을 위해 MMSI 정보를 사용하였다. 즉, 선박은 자신의 MMSI 정보를 사용하여 육상 서버에게 전송하고, 육상 서버에서는 MMSI에 따른 선박의 상태와 정보를 저장 관리하게 된다.

선박장치관리모듈에서는 선박에 탑재된 각 장비별로 장비의 상태를 모니터링하고 수집한다. 선박의 운항 상태를 위해서는 선박의 속도와 방향에 대한 정보를 모니터링하고, AIS 등을 통해서 발생하는 선박의 위치 정보를 모니터링한다. 이들 정보를 통해, 선박이 요구되는 대로 선박이 실제로 제어되는지에 대한 상태를 관리한다.

이미지 처리 모듈에서는 카메라를 이용하여 주변의

장애물을 인식하기 위해 사용된다. 자율운항선박 시스템에서는 사람을 대신하여 상황을 인식할 수 있는 장비가 필요하다. 이를 위해, 카메라를 이용한 영상처리 모듈이 사용되었다.

위험관리모듈은 선박의 운항상태와 이미지 처리 모듈을 통해 수집된 정보를 처리하여, 선박 또는 장비의 위험상태와 장애물 등의 위험 요소가 발생하는 지를 식별하고 처리하는 모듈이다.

이벤트 관리 모듈은 선박에서 발생한 이벤트를 수집하고 처리하며, 육상관제센터에서 생성한 이벤트들을 해당 선박에 전달하여 처리하는 기능을 담당한다. 만약, 위급한 상황이라면 가능한 모든 서비스에게 해당 정보를 전송하는 기능을 담당한다.

DB 관리 모듈은 육상 관제센터에서 저장되는 모든 정보들은 DB를 통해 저장, 관리 및 기록된다. 각 모듈에서는 DB 스키마 구조에 상관없이 사용자 인터페이스를 통해 원하는 정보를 기록 또는 저장하게 된다.

### 3.2.3 사용자인터페이스 모듈

사용자 인터페이스 모듈에서는 육상의 원격 관제시스템에서 사용자가 선박의 상태를 모니터링하고, 선박의 제어를 위한 항로정보를 설정하고, 전송하는 기능을 담당하고 있다. 이를 통해, 선박의 현재 위치를 모니터링하고, 설정된 경로에 따라 선박이 실제 운항되는지를 모니터링 할 수 있다. 또한, 선박의 위치를 설정하고, PTA(Planned Time of Arrival)과 PTD(Planned Time of Departure)를 통해 선박의 운항 속도를 제어할 수 있다.

사용자 인터페이스를 위해서는 전자해도정보표시장치와 같이 전자해도 기반의 전용 표시장치를 이용할 수 있으나, 본 논문에서는 사용자의 일반적인 편의성과 대중성을 고려해 구글 지도를 이용해 사용자 인터페이스를 정의하였다. 본 논문에서는 구글지도에 해양에서의 전자해도 표시 규칙인 IEC 62388의 규정을 준수하여, 자율운항선박의 항로 및 상태 제어를 수행하기 위한 사용자 인터페이스를 구현하였다.

## 4. 원격관제 프로토콜

자율운항선박을 위한 선박 제어 및 관제를 위해서는 선박과 육상간 표준화된 메시지의 교환이 필요하다. 본

절에서는 선박과 육상간 교환하는 메시지의 종류와 선박 원격제어를 위한 표준메시지 형식을 정의하고 있다.

### 4.1 원격관제 메시지

자율운항 선박을 위한 원격관제시스템에서는 3가지 모드에 따라서 서로 다른 메시지들을 교환하게 된다. 교환하게될 메시지는 크게 3가지로 구분된다. 선박의 원격 모니터링을 위한 메시지, 자율제어를 위한 메시지, 그리고 원격관제를 위한 메시지이다.

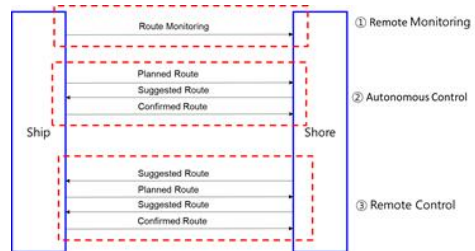


Fig. 3. Remote control message exchange scenario

원격 모니터링 메시지는 선박 및 선박 장비들의 상태를 원격관제시스템에 전송하여 상태를 모니터링하기 위한 것이다. 원격모니터링 메시지는 단방향 통신으로서 선박에서 육상으로 제공되며, 육상에서는 이에 대한 응답을 수행하지 않는다. 선박에서는 일정한 주기( $T_i$ )로 상태정보( $S_i$ )를 전송한다.

자율제어를 위해서는 3개의 메시지, Planned Route, Suggested Route 및 Confirmed Route 정보가 사용된다. Planned Route는 선박에 계산된 선박 운항 및 제어 정보를 육상으로 전달하고, 육상 원격관제센터에서는 이에 대한 확인을 수행한다. 만약, 선박에서 수행된 선박 제어에 수정이 필요하다면 이를 수정하여 Suggested Route 정보를 전달하게 된다. 선박은 육상관제센터에서 받은 확인된 항로 정보로 제어에 따라 선박에 대한 원격제어를 수행할 것을 Confirmed Route 정보로 확인을 수행한다[7].

원격관제를 위해서는 자율제어와 동일하게 3개의 메시지를 사용하지만, 그 사용법과 처리 과정은 약간 상이하다. 원격관제를 위해 선박이 아닌 육상에서 선박에게 Suggested Route 메시지를 통해 선박을 제어하게 된다. 이를 수신한 선박은 2가지 선택을 하게 된다. 선박에서 원격관제센터의 제안대로 선박에 대한 운항을 수용한다

면 Confirmed Route를 통해 확인을 수행할 수 있다. 또는, 선박에서 Planned Route 정보를 전송하여 원격관제 센터의 항로를 수정할 수 있다. 이 때, 육상에서는 Suggested Route와 Planned Route 메시지를 통해 선박 제어를 협상하며, 선박이 최종 수행하게 될 정보는 Confirmed Route 정보를 통해 마무리를 하게 된다.

#### 4.2 선박관제 데이터형식

자율운항 선박의 원격관제를 위해서는 선박과 원격관제센터간 표준화된 제어정보를 교환하는 것이 필수적이다. 본 논문에서는 자율운항선박의 원격제어와 관리를 위한 방안으로서 공통해사정보모델에 근거한 S-421을 기반으로, 자율운항 선박을 제어하고 관리하기 위한 방안에 대해서 다루고 있다.

S-421은 국제전기연합(IEC)에서 정의하고 있는 육상과 선박간 항로정보를 교환하기 위한 데이터모델로서, 제해사기구에서 정의하고 있는 공통해사정보모델의 기본프레임워크인 S-100기반으로 항로 정보에 대한 데이터 모델 표준이다[3][6]. 본 논문에서 사용하고 있는 항로 교환 정보 모델은 Fig. 4에 정리하였다.

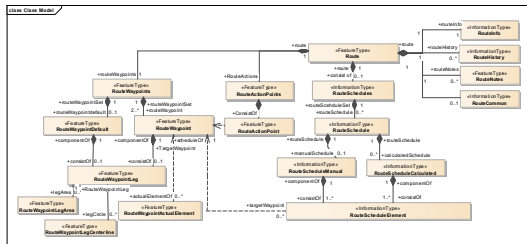


Fig. 4. Route data model for autonomous ship

본 논문에서는 IEC에서 정의하고 있는 RouteInfo 객체[10]를 확장하여 4.1절에서 정의한 4개의 원격관제 메시지를 처리하도록 하였다. 이를 통해 선박의 원격모니터링과 원격관제를 위한 표준메시지 교환이 가능하게 되었다.

### 5. 원격관제 시스템 테스트베드 및 실험

본 논문에서 제안한 자율운항선박을 위한 선박 원격 제어 및 관제 시스템의 타당성을 검증하기 위해 테스트를 구축하고 실험을 수행하였다.

#### 5.1 원격관제시스템 테스트베드

원격관제시스템의 테스트베드는 육상관제시스템과 테스트 선박으로 구분된다.

육상관제시스템은 이미지 처리를 위해 Intel Xeon 프로세서와 GeForce GTX 1080 GPU 2개를 사용하였다. 테스트 베드는 모형선박인 Proboat Zeolos 48을 사용하였다[11]. 그리고, 선박의 통신 시스템으로서는 LTE 통신 인터페이스와 선박의 비상제어 모드를 위하여 RC 인터페이스를 사용하였다. 본 테스트 선박에서의 안전모드는 원격에서 안전모드로 모드변환을 제어하거나 일정 시간동안 LTE 통신이 단절되면 자동으로 모드의 전환이 수행된다. 테스트 시스템 구성도는 Fig. 5에 예시되어 있다.

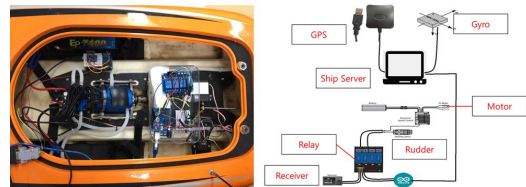


Fig. 5. Test-bed system structure

#### 5.2 원격관제시스템 실험

원격관제 시스템에 대한 실험을 수행하기 위해서 사용자 인터페이스를 통해 선박의 운항 경로를 입력하고, 이에 따라 선박이 자율적으로 제어되는 지를 실험하였다. 본 실험은 부산의 조도 근처에서 수행되었다.

원격관제시스템에서는 Fig. 6에 예시된 것처럼 선박의 항로의 위치 값을 입력하게 되면, 이 정보는 항로의 변침점(waypoint) 값으로 선박에 전달하게 된다. 선박의 위치 정보는 구글 지도를 통해 사용자가 임의로 표시할 수 있도록 설계 되었다. 본 논문에서 구현한 사용자 인터페이스 시스템은 Fig. 6에 예시된 것처럼 선박의 항해정보 표기 표준인 IEC 62288 [12]을 준용하여 변침점을 오렌지색의 둥근 원으로 표현됨을 알 수 있다.

또한, 카메라를 통한 해상 장애물 회피에 대한 실험을 수행하였다. 만약, 운항 경로 상에 장애물이 카메라로 인식되면, 이를 자율 제어 선박 제어 모듈에 전달하게 된다. 자율제어 모듈에서는 충돌 위험 신호가 전달되면 설정된 경로로 운항을 하는 것이 아니라, 먼저 장애물 회피 업무를 수행한다[14]. 장애물 회피가 수행된 후에는 원래 경로로 회귀한다. 이 과정을 실제로 장애물이 발생할 때

마다 수행되며, 장애물이 있을 때에도 충돌 없이 목적지까지 안전하게 도착하는 것을 확인하였다.

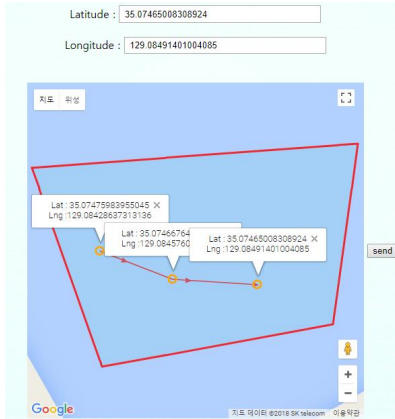


Fig. 6. Route data model for autonomous ship

## 5. 결론

제 4차 산업혁명 시대에 인공지능, 빅 데이터, 사물인터넷과 같은 다양한 기술들이 다양한 산업에서 적용되고 있는 가운데, 해양분야에서는 해상물류 4.0 (Shipping 4.0)을 실현하기 위한 기술로 자율운항선박 기술이 대두되고 있다. 본 논문에서는 자율운항선박을 위한 원격관제 시스템을 제안하고 있으며, 자율운항선박을 제어하기 위한 표준화된 정보교환 방식을 제안하고 있다. 또한, 실실험을 통해 제안된 시스템의 타당성을 검증하였다. 자율제어 시스템을 위한 상황인지 기술을 위해 인공지능기술을 적용하기 위한 방안과 자율운항선박의 안전성을 보장하기 위한 사이버 보안 기술 적용 [13][15]은 향후 연구과제로 남아있다.

## REFERENCES

[1] Ø. J. Rødseth (2016, April), Sustainable and Competitive Cyber-Shipping through Industry 4.0, *Singapore Maritime Sustainability Forum*, Suntec city, Singapore.  
 [2] K. Lee, S. Hwang (2018), "Trends of International Standards for Autonomous ship" *TTA Journal*, vol. 175, 115 ~ 122.  
 [3] IMO. <http://www.imo.org>

[4] H. C. Burmeister, W. Bruhn, Ø. J. Rødseth. & T. Porathe. (2014). Autonomous Unmanned Merchant Vessel and its Contribution towards the e-Navigation Implementation: The MUNIN Perspective. *International Journal of e-Navigation and Maritime Economy*, 1, 1 - 13.  
 [5] M. Hoyhtya, J. Huusko, M. Kivirantam K. Solbergg and J. Rokka (2017), *Connectivity for Autonomous Ships: Architecture, Use cases and Research Challenges*, 8<sup>th</sup> International Conference on IT Convergence, Jeju, Korea.  
 [6] K. Lee and S. W. Hwang (2017). *Remote Control and Monitoring based on Common Maritime Data Structure for Autonomous Ship*. Proceedings of International Conference on Maritime Technology. Busan, Korea.  
 [7] J. Poikonen (2016), *Ship Communication Challenges for Autonomous and Remote-controlled Vessels*, European Maritime Day 2016, Turku, Norway.  
 [8] Ø. J. Rødseth, B. Kvamstad, T. Porathe. H. C. Burmeister. (2013). *Communication architecture for an unmanned merchant ship*. Proceedings of IEEE Oceans 2013. Bergen, Norway.  
 [9] IEC (2015), *IEC 61174 Ed. 4.0. Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Electronic chart display and information system - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results*, Gneva : IEC.  
 [10] IEC (2017), *IEC 80/895/CD. Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Data interfaces - Part 1: Route Plan based on S-100*, Gneva : IEC.  
 [11] Proboat. <http://www.proboat.co.uk>  
 [12] IEC (2014), IEC 62288. Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Presentation of navigation-related information on shipborne navigational displays - General requirements, methods of testing and required test results, Gneva : IEC  
 [13] Ø. J. Rødseth & K. Lee (2015, May), *Secure communication for e-Navigation and remote control of unmanned ships*, Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries, Ulrichshusen, Gemay.  
 [14] J. Han, B. Koo & K. Cheoi (2017), *Obstacle Detection and Recognition System for Autonomous Driving Vehicle*, Journal of Convergence for Information Technology, Korea.  
 [15] J. Hong (2017), *Review on Security Communication*

*Environment in Intelligent Vehicle Transport System,*  
Journal of Convergence for Information Technology,  
Korea.

이 광 일(Lee, Kwangil)

[정회원]



- 1993년 2월 : 충남대학교 컴퓨터 과학과(이학사)
- 1996년 8월 : 충남대학교 컴퓨터 과학과(이학석사)
- 2001년 2월 : 충남대학교 컴퓨터 과학과(이학박사)
- 2000년 2월~2002년 1월 : 미국 국립표준과학기술원 (NIST) 연구원
- 2002년 4월~2004년 8월 : 미국 매릴랜드대학교 연구원
- 2004년 9월~2006년 1월 : 미국 텍사스주립대학교 연구원
- 2006년 5월~2017년 2월 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 2017년 3월~현재 : 한국해양대학교 제어자동화공학부 교수
- 관심분야 : 자율운행선박, 스마트선박, 이네비게이션, 해사사이버보안&안정성
- E-Mail : leeki@kmou.ac.kr