

자율운항선박 시대를 대비한 스마트 해기사 인력양성 시스템 구축 현황

† 임정빈 · 예병덕*

*,† 한국해양대학교 해사인공지능·보안학부 교수

요약 : 자율운항선박과 관련된 첨단기술의 급속한 산업현장 적용과 상업화가 진행됨에 따라 이와 관련된 해양계 인력양성을 위한 교육 시스템에 대한 연구개발이 요구되고 있다. 본 연구에서는 기존 국내외 자율운항선박의 상용화 또는 산업화 동향과, 이와 관련된 다양한 연구 결과의 자료 수집과 비교분석 등을 통해서 현황을 분석하고, 자율운항선박과 관련된 스마트 해기사 인력양성 시스템 구축에 요구되는 교육 관련 내용을 정리 한 후, 현재 연구 개발된 시스템 또는 장비 등과 향후 교육 및 훈련에 요구되는 시스템 또는 장비 등을 연계하여 고찰하였다. 연구 결과, 자율운항선박 관련 기술의 상용화 속도는 기존 예상과 달리 빨라지고 있으며, 이에 대응하기 위한 스마트 해기사 인력양성 시스템의 구축이 시급한 것으로 고려되었다.

핵심용어 : 자율운항선박, 인력양성, 해양수산 분야, 스마트 해기사, 교육 및 훈련 시스템



Introduction

▶ Background and purpose

- **Background:** 자율운항선박 시대 도래를 대비한 스마트 해기사 인력양성 시스템 (교육과정, 교육 장비 등)의 구현이 요구되고 있음
- **Purpose:** 현재 국내외 자율운항선박 또는 인공지능/사이버보안 등과 연계된 산업 동향을 고려한 스마트 해기사 인력양성 시스템의 현황을 조사하여, 이에 대한 중장기 대응방안을 수립하기 위함
- **Method:** 국내외 자율운항선박 관련 연구, 장비 개발, 산업 등의 동향을 분석하고, 현재 구축된 교육과정을 고찰하여 향후 산학연계 공동 협력 방법을 모색함
- **Material:** 기존 국내외 사업동향 관련 논문, 보고서 등의 자료와 한국해양대학교 해사인공지능보안학부 관련 자료
- **Results:** 해양수산 관련 산학연계 스마트 해기사 인력양성 시스템의 구축과 실사가 시급함

3



Contents

1. 개요
2. 국내외 관련 현황
3. 스마트 해기사에 관한 요구조건
4. 훈련 시스템(사례)
5. 교육 시스템(사례)
6. 결론

2

Current States for MASS

▶ 자율운항선박 원격제어기술개발사업 (진행 중)

| 구분 | 내용 |
|--------------------|---|
| 과제명 | 자율운항선박 육상제어 기술 개발 |
| 총 연구기간 / 당해년도 / 예산 | 202004 - 202412 (4년 9개월) / 202012 - 202012 / 956백만원 |
| 개발 대상 기술 개요 | <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>육상제어실</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>선박</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 자율운항선박 비상시 상황별 시나리오 구축 ▶ 비상상황 시나리오를 기반으로 원격모니터링 시스템과 육상제어실에서 육상원격제어시스템 개발 ▶ 육상센터에서 원격모니터링 및 원격제어의 안정적이고 효율적인 운영을 위한 통합 네트워크 SW 개발 ▶ 운영관점에서 원격운영을 위한 기반기술과 상황인식시스템에 대한 모델링 |
| 기관별 연구내용 | <ul style="list-style-type: none"> ▷ (한국해양대) 비상상황 시나리오 구축, 해상실증 ▷ (연세대) 육상원격제어시스템 개발 ▷ (한국해양대) 원격제어실 구축, 원격모니터링 시스템 개발 ▷ (연세대) 데이터 통합처리 네트워크 SW개발 ▷ (한국해양대) 원격모니터링 상황인식시스템개발 |

Source: 임정빈, 자율운항선박 원격제어기술개발사업, 1차년도 보고서, 한국해양대학교

6

† 교신저자 : 중신회원, jbyim@kmou.ac.kr
* 중신회원, byea@kmou.ac.kr

Requirement for Smart Operator

▶ Core technologies to implement MASS

| 핵심 기술 | 상세 기술 |
|-------------|--|
| 지능형 항해 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 항해 분야: 인공지능기반 자율항해 시스템, 상황인식/관리 시스템, 인공지능기반 물체식별 시스템, 인공지능기반 충돌회피 시스템, 인공지능기반 최적항로 설계 시스템, 인공지능기반 기상/해양/예보 시스템 관리 분야: 선박 성능 평가/관리 시스템, 선박안전 평가/관리 시스템, 친환경 에너지 관리/경제성 평가 시스템, 선체 진동 분석/추진 시스템, 선박안전 평가/관리 시스템 회로 분야: 인공지능기반 회로 감시/관리 시스템, 인공지능기반 위험회로 관리 시스템, 화재 방지/진압 시스템, 필수 감시/제어 시스템, 인공지능기반 선박 상황형 평가/관리 시스템 장비 분야: Radar, GNSS, AIS, ECDIS, Gyrocompass, INS, Speed-Log, Echo-Sounder, Auto-pilot, CCTV |
| 지능형 집/이안 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 선박 분야: 집/이안 감시 시스템, 선박 군함 정보/통제 시스템, 항만 기상 예측/예보 시스템 부유 분야: 집/이안 감시 시스템, 해상 군함 정보/통제 시스템, 해양 지능형 탐지 시스템, 해양-항해 연계 지능형 탐지 시스템, 통신-사이버보안 연계 시스템 육상 분야: 해상 사이버 위기 진단 시스템, 사이버 위기 대응 시스템, 비상대응 시스템, 선박 비상대응 체계/통제 시스템 |
| 사이버보안 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 선박 분야: 시스템 보안 감시/진단 시스템, 해킹 감지 시스템, 해킹 차단 시스템, 해킹-항해-연계 지능형 탐지 시스템, 통신-사이버보안 연계 시스템 육상 분야: 해상 사이버 위기 진단 시스템, 사이버 위기 대응 시스템, 비상대응 시스템, 선박 비상대응 체계/통제 시스템 |
| 통신 네트워크 | <ul style="list-style-type: none"> 통신망: 인공지능 통신 시스템 VSAT, LTE/LTE-M 지능형 시스템, e-AIS 통합형 시스템 네트워크: 선박-육상 네트워크 지원 시스템, 육상-육상 네트워크 지원 시스템, 선박-선박 네트워크 지원 시스템, 선박-항만 네트워크 지원 시스템, 선박-부유 네트워크 지원 시스템 |
| 육상 원격제어 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 제어 분야: 인공지능 기반 상황인식 시스템, 비상상황 진단/관리 시스템, 육상 원격제어 시스템, 해상 원격제어 시스템, 선박 원격제어 시스템, 제어자 인체공학 관리 시스템, 위기 진단/경보 시스템, 해상사고 진단/평가/대응 시스템, 원격 제어 가이드 시스템, 충돌회피 가이드 시스템, 원격 항로지령 시스템 장비 분야: Radar, GNSS, AIS, ECDIS, Gyrocompass, INS, Speed-Log, Echo-Sounder, Auto-pilot, CCTV |
| 육상 관제 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 관제 분야: 교통신용 모니터링 시스템, 상황인식 시스템, 상황 관제 시스템, 상황 전달/통신 시스템, 비상/위기 관제/관리 시스템, 관제사 감시 시스템, 관제사 인체공학 평가 시스템 장비 분야: Radar, GNSS, AIS, ECDIS, Gyrocompass, INS, Speed-Log, Echo-Sounder, Auto-pilot, CCTV 통신 분야: 마이크로파 데이터 통신 시스템, 무선통신 시스템, VSAT, LTE, LTE-M |

12

Requirement for Smart Operator

▶ Current states for MASS system

| 영역 | 기능 | 국내 | 국외 |
|--------------------|---|---|--|
| 자율운항선박 지능형 항해 장치 | MASS가 안전하고 경제적으로 그리고 자율적으로 항해할 수 있는 지능형 장치 | - 산자부/해수부 공동 한국형 자율운항선박 (KASS) 국가 프로젝트 진행 중(2020 - 2025) - 조선3사(HMM, 대우조선해양, 삼성중공업)의 스페셜선호 수준의 항해장치 개발 중 - 해운3사(현대글로벌비즈니스, POS-5M, SK해운)의 항해지원을 위한 원격 모니터링 운영 중 | - DNV, ABS, NK 등의 선급들 중심으로 표준화정기 구축 - 콩스버그, 플로스투스 등 장비개발사에서 개발력 향상 - 노르웨이 자율운항선박 아라 버클랜드(Yara Birkland) 상용화 도입 |
| 자율운항선박 지능형 집/이안 장치 | MASS를 부유에 자동으로 집안 및 이안 시킬 수 있는 지능형 장치 | - KASS의 일환으로 AVIKUS의 3차원 영상 화면을 이용한 집/이안 지원 시스템 개발 중 - 집/이안 시스템 개발을 저조함 | - 자동 집/이안 시스템은 이미 해외 선급들 개발/사용 중 - 지능형 집/이안 시스템은 개발 중 |
| 자율운항선박 사이버보안 장치 | MASS의 각종 장비에 대한 사이버 보안을 유지하기 위한 장치 | - KASS의 일환으로 다양한 사이버 보안 시스템 개발 중 - 국내 많은 업체에서 사이버보안 기술 개발 중 | - 유수의 사이버보안 업체에서 다양한 방어기능의 보안 솔루션 제시 중 |
| 자율운항선박 통신 네트워크 | MASS의 관제, 제어 등을 위하여 MASS와 육상 사이의 통신을 확보할 수 있는 네트워크 장치 | - LTE, LTE-M, VSAT 등을 이용한 원격통신 네트워크 부분적으로 개발 중 | - IRIDIUM, THALES 등 유명업체에서 인공지능 통신망 개발 및 상용화 중 - 영미아스(X-SPACE) 계획 수립 중(인공위성 통신) |
| 자율운항선박 육상 원격제어 장치 | MASS를 육상에서 원격으로 제어하기 위한 지능형 장치 | - KASS의 일환으로 한국해양대학교 원격제어 시스템 개발 중 | - Yara, Allianz 등에서 원격제어는 자율운항선박 1단계 상용화로 추진 중 |
| 자율운항선박 육상 관제 장치 | MASS의 운영 상태를 육상에서 감시하기 위한 지능형 장치 | - KASS의 일환으로 육상관제장치(VTS)연계 개발 중 | - 중국 VTS 기능에 e-AIS, VDES 등의 신 통신네트워크 부가한 육상관제 시스템 개발 및 적용 중 |

Requirement for Smart Operator

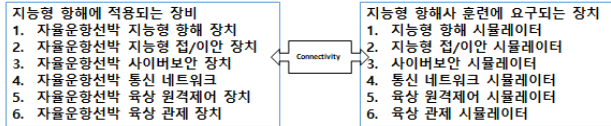
▶ Current states for MASS Training system

| 영역 | 기능 | 국내 | 국외 |
|----------------------------|---|--|---|
| 가상현실 기반 자율운항 항해 시뮬레이터 | <ul style="list-style-type: none"> 항해 안전 평가/훈련 모듈 충돌 회피 평가/훈련 모듈 비상대응 평가/훈련 모듈 위기관리/평가 평가/훈련 모듈 | <ul style="list-style-type: none"> 메타버스 기술 국내 개발 진행 및 상용화 중 KASS의 일환으로 자율운항 시뮬레이터 개발 중 메타버스 기반 시뮬레이션 기술은 개발 중 | <ul style="list-style-type: none"> 메타버스 기반의 시뮬레이션 기술을 조사한 바 없음 콩스버그, 플로스투스 등에서 장비 고도화 계획 수립 |
| 가상현실 기반 자율운항 집/이안 시뮬레이터 | <ul style="list-style-type: none"> 집/이안 안전 평가/훈련 모듈 집/이안 위기관리 평가/훈련 모듈 비상대응 평가/훈련 모듈 | <ul style="list-style-type: none"> 집/이안 시뮬레이터 기술은 조사되지 않음 | <ul style="list-style-type: none"> 콩스버그 자동 집/이안 시뮬레이션 기능 상용화 |
| 가상현실 기반 자율운항 사이버보안 시뮬레이터 | <ul style="list-style-type: none"> 사이버보안 수준 평가/훈련 모듈 사이버 대응 평가/훈련 모듈 비상대응 평가/훈련 모듈 | <ul style="list-style-type: none"> 국내 사이버보안 기술의 급속한 개발로 인하여 시뮬레이터 기술 개발도 반영되고 있음 | <ul style="list-style-type: none"> 유수의 사이버보안 업체에서 다양한 보안 시뮬레이션 기능 상용화 중 |
| 가상현실 기반 자율운항 통신 네트워크 시뮬레이터 | <ul style="list-style-type: none"> 통신 성능 평가/훈련 모듈 네트워크 제어 평가/훈련 모듈 네트워크 비상대응 평가/훈련 모듈 | <ul style="list-style-type: none"> 다수의 국내 기업에서 다양한 통신 네트워크 분석 솔루션 개발 중 | <ul style="list-style-type: none"> IRIDIUM, THALES 등에서 통신 성능 평가 솔루션 제공 |
| 가상현실 기반 자율운항 육상 원격제어 시뮬레이터 | <ul style="list-style-type: none"> 원격제어 평가/훈련 모듈 충돌회피 평가/훈련 모듈 충돌 회피 평가/훈련 모듈 원항 항로지령 평가/훈련 모듈 | <ul style="list-style-type: none"> KASS의 일환으로 KMOU, MMU, 세이프티 리서치 등 원격제어시스템의 시뮬레이션 기술 개발 중 | <ul style="list-style-type: none"> 콩스버그 시뮬레이터에 원격제어 기능 상용화 |
| 가상현실 기반 자율운항 육상 관제 시뮬레이터 | <ul style="list-style-type: none"> 관제 기술 평가/훈련 모듈 관제 안전성 평가/훈련 모듈 위기대응/평가 평가/훈련 모듈 | <ul style="list-style-type: none"> KASS의 일환으로 육상관제장치(VTS)연계 시스템 시뮬레이션 기능 개발 중 | <ul style="list-style-type: none"> 콩스버그 시뮬레이터에 VTS 시뮬레이션 기능 제공 |

16

Requirement for Smart Operator

▶ Summarized MASS System and Training System



- Source
- Omulf, Radsteth(2021), Towards Maritime ITS and MASS, 2021 Korea Maritime Week
 - Kongsberg (2021), Kongsberg, <https://www.kongsberg.com/digital/resources/news-archive/2020/kongsberg-identifying-strategic-commitment-and-bringing-in-digital-twin-expertise-to-strengthen-digital-offering-in-the-maritime-space/>
 - Digital Ship(2020), <https://www.thedigitalship.com>
 - Juan C. A. C. (2014), Development and Implementation of a Tensegrity-based Formation Controller, Queen's University Belfast, EL68060 MSc Project.

13

Requirement for Smart Operator

▶ Required functions for MASS system and Training system

| 영역 | 스마트 선박 장비 | 인력양성에 요구되는 장치 |
|--------------------|---|--|
| 자율운항선박 지능형 항해 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: MASS가 안전하고 경제적으로 그리고 자율적으로 항해할 수 있는 지능형 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: 가상현실 기반 자율운항 항해 시뮬레이터 항해 안전 평가/훈련 모듈 충돌 회피 평가/훈련 모듈 비상대응 평가/훈련 모듈 위기관리/평가 평가/훈련 모듈 |
| 자율운항선박 지능형 집/이안 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: MASS를 부유에 자동으로 집안 및 이안 시킬 수 있는 지능형 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: 가상현실 기반 자율운항 집/이안 시뮬레이터 집/이안 안전 평가/훈련 모듈 집/이안 위기관리 평가/훈련 모듈 비상대응 평가/훈련 모듈 |
| 자율운항선박 사이버보안 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: MASS의 각종 장비에 대한 사이버 보안을 유지하기 위한 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: 가상현실 기반 자율운항 사이버보안 시뮬레이터 사이버보안 수준 평가/훈련 모듈 사이버 대응 평가/훈련 모듈 비상대응 평가/훈련 모듈 |
| 자율운항선박 통신 네트워크 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: MASS의 관제, 제어 등을 위하여 MASS와 육상 사이의 통신을 확보할 수 있는 네트워크 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: 가상현실 기반 자율운항 통신 네트워크 시뮬레이터 통신 성능 평가/훈련 모듈 네트워크 제어 평가/훈련 모듈 네트워크 비상대응 평가/훈련 모듈 |
| 자율운항선박 육상 원격제어 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: MASS를 육상에서 원격으로 제어하기 위한 지능형 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: 가상현실 기반 자율운항 육상 원격제어 시뮬레이터 원격제어 평가/훈련 모듈 충돌회피 평가/훈련 모듈 원항 항로지령 평가/훈련 모듈 |
| 자율운항선박 육상 관제 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: MASS의 운영 상태를 육상에서 감시하기 위한 지능형 장치 | <ul style="list-style-type: none"> 기능: 가상현실 기반 자율운항 육상 관제 시뮬레이터 관제 기술 평가/훈련 모듈 관제 안전성 평가/훈련 모듈 위기대응/평가 평가/훈련 모듈 |

14

Training System - Design



20

사 사

본 논문은 2022년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 '자율운항선박 기술개발사업 (20200615)'의 연구결과입니다.