자율운항선박 성능검증을 위한 시뮬레이션 기반 테스트베드의 기능 분석

임승현* · 안해성** · 전송만** · 한동원** · † 임근태

*, **, † 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

Functional Analysis for Simulation-based Testbed to Evaluate Performance of MASS

Seunghyeon Lim · Hae-Seong Ahn** · Songman Jeon** · Dongwon Han** · † Geun-Tae Yim*

**, ** , † Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering (KRISO), Korea*

요 약 : 전 세계적으로 자율운항선박 기술개발을 추진 중이며, 자율운항선박 핵심 기술뿐 아니라, 상용화의 기틀을 마련하는 평가·검증 관련한 연구도 활발히 수행되고 있다. 이에 따라 자율운항선박의 핵심 기술과 주요 장비의 성능검증을 위한 테스트베드의 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 국내외 자율운항선박 기술개발 현황과 자율운항선박의 시뮬레이션 기반 테스트베드가 갖춰야 할 요구사항을 분석하였으며, 자율운항선박의 특수성이 반영된 동역학 모델 기반의 조종 시뮬레이션 테스트베드에서의 성능검증을 위한 기능 분석 및 세분화를 통해 플랫폼 운영에 효과적인 기술들을 제안한다.

핵심용어 : 자율운항선박, 시뮬레이션 기반 테스트베드, 선박조종, 자율운항선박 성능검증

1. 서 론

현재 국내외적으로 자율운항선박이 대두되고 있음에 따라 자율운항선박의 핵심기술과 장비 개발에 관한 연구가 활발히 수행되고 있으며, 이에 따라 자율운항 신기술을 검증하기 위한 테스트베드 개발이 활성화되고 있다.

자율운항선박의 성능검증은 실해역 기반 테스트베드와 시뮬레이션 기반 테스트베드로 구분할 수 있다. 자율운항선박 시뮬레이션 기반 테스트베드(Simulation-based testbed for autonomous ship, 이하 'S-TAS')는 자율운항선박의 특수성이 반영된 동역학 모델 기반의 조종 시뮬레이션을 의미하며, 가상 환경 구현 및 시나리오 운용을 통한 성능검증을 수행하게 된다.

본 논문에서는 자율운항선박의 기술개발 현황을 조사하고, S-TAS가 갖춰야 할 기본적인 요구사항 분석과 성능검증에 요구되는 세부기능과 테스트베드 운용에 효과적인 기술들을 제안한다.

2. 자율운항선박 관련 기술개발 현황

국내 자율운항선박 기술개발은 대형 조선소 주도하에 연구가 진행되고 있으나, 실해역 시험 기반을 중심으로 이루어지고 있으며, 시뮬레이션 기반 관련 시험평가 기술개발은 진행되지 않고 있다. 이에 우리나라 자율운항선박 기술개발사업에서는 자율운항선박을 구성하는 핵심기술로 상황인식 및 탐지기술, 플랫폼 기반 판단기술, 조치/제어 기술, 인프라 제반 기술로 구분하고 있으며, 주요사업 내용 중 성능실증센터 및 검증 인프라 구축을 통해 자율운항선박 시험평가 및 성능검증을 위한 시뮬레이션 기반 테스트베드를 개발하고 있다.

노르웨이는 민간이 주도하는 자율운항선박 개발 프로젝트 수행 및 자율운항 전기컨테이너선 시험운항을 수행 중이며, DNV-GL에서 자율운항선박의 시뮬레이션 기반 검증 기술과 가이드라인을 개발하고 있다.

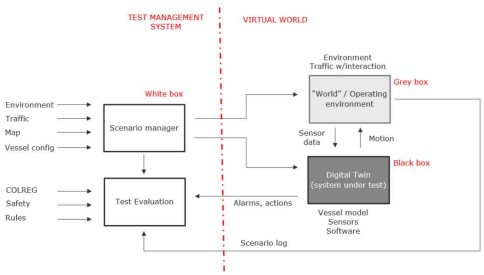

Fig. 1 Example of a simulator test setup (DNV GL)

3. 시뮬레이션 기반 테스트베드 요구사항 분석

자율운항선박에 탑재된 핵심 알고리즘과 주요 장비의 성능검증을 위해 S-TAS가 갖춰야 할 기능적 요구사항에는 크게 선박 조종 시뮬레이션의 기본기능과 자율운항선박 운용의 특수성을 반영한 추가기능 등이 있다.

3.1 선박 조종 시뮬레이션 기본기능

일반적으로 선박 조종 시뮬레이션은 선회성능, 변침성능 등 선박의 조종성능을 검증하기 위한 플랫폼으로 사용되며, 실해

† 교신저자 : gtyim@kriso.re.kr

역 시험과는 다르게 환경변수 제어가 자유롭고, 물리적 제약 없이 빠르게 수행할 수 있다.

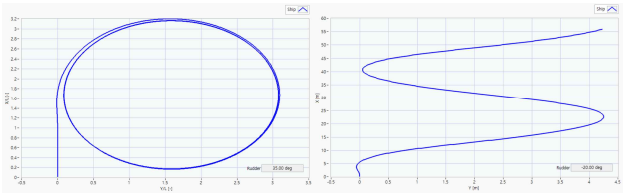

Fig. 2 Example of maneuvering simulation

선박 조종 시뮬레이션의 기본기능은 바람, 조류, 파도와 같은 운항환경과 위치 및 속도 등 선박의 상태(State)를 조작하는 기능을 말한다. 환경 모델은 시험평가자 요구에 맞게 조작 가능하여야 하며, 대상 선박의 유체 중 특성을 반영한 하중으로 모델링하여야 한다.

Table 1 Basic functions in maneuvering simulator

구 분	내 용
Dynamics	대상 선박의 유체력 특성 반영
	3자유도 이상의 수학적 모델 적용
Environment	Wind, Wave, Current 등 환경하중 적용
	협수로, 천수영역, 안벽효과 등 지형정보에 의한 특성을 반영한 하중 적용
	타선 조우에 의한 특성을 반영한 하중 적용
State	초기 상태(위치 및 속도) 조작
…	…

3.2 자율운항선박의 특수성을 고려한 추가기능

자율운항선박 기술개발사업에서는 자율운항선박에 탑재된 핵심 알고리즘과 주요 장비의 성능을 평가·검증하기 위한 시나리오가 개발되고 있으며, S-TAS는 가상 시나리오 운용을 위한 기능이 필수적으로 요구되며, 특히, 시나리오 자동화 수행 및 반복 수행 등 시나리오 운용에 최적화된 기능 탑재를 고려할 수 있다.

해상에서 운항하는 자율운항선박의 데이터 흐름을 고려한 통신 기능이 구현되어야 한다. 자율운항선박 기술개발사업에서는 선박의 자율적 항해와 제어 및 항해 계통 장치의 관제를 위한 인터페이스를 개발하고 있으며, S-TAS 역시 해당 인터페이스를 통한 데이터 통신의 적용이 요구된다.

자율운항선박을 구성하는 시스템에는 상황인식, 항로생성 및 의사결정 등과 같이 자율운항을 위한 시스템 외에도 비상상황을 대비한 원격제어시스템, 데이터 교환 및 통신 등이 탑재되며, S-TAS는 각 시스템의 성능검증을 위한 테스트 운용 환경을 제공하여야 한다.

자율운항선박에 탑재되는 시스템의 오작동 또는 고장으로 인한 상황을 구현할 수 있어야 한다. 해당 상황은 입출력 신호 변조를 통해 구현 가능하며, 다양한 고장모드를 묘사할 수 있다.

3.3 기타기능

시뮬레이션 운용자의 관점에서 테스트베드를 효율적으로 운용하기 위한 기능을 식별하였다. 개발되는 S-TAS가 성능검증 플랫폼의 기능을 수행하기 위해 다양한 자율운항 관련 기술 및 알고리즘에 대해 탑재 및 적용이 자유로워야 한다.

S-TAS는 시뮬레이션 운용뿐만 아니라, 결과 분석 툴을 제공하여야 한다. 시뮬레이션 운용중 발생한 주요 이벤트 또는 에러, 알람 등 로그 정보를 시계열로 저장하고, 기록된 데이터를 기반으로 리플레이 기능을 제공함으로써 효율적인 분석 및 검증환경을 제공한다.

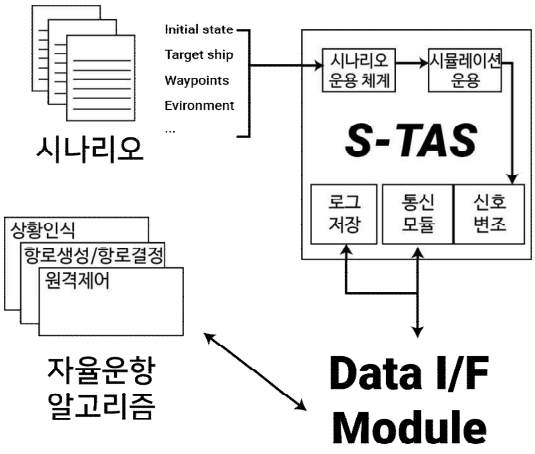

Fig. 3 Functional design of S-TAS

4. 결 론

본 연구에서는 자율운항선박의 핵심 알고리즘과 주요장비를 시험·평가 및 성능검증을 위한 시뮬레이션 기반 테스트베드(S-TAS)의 요구사항을 분석하고 운용을 위한 기능을 식별하였다. 본 연구는 자율운항선박 기술개발사업에서 개발되는 경제운항시스템과 안전운항시스템의 검증을 위한 기능을 분석하였으며, 향후 시스템이 추가적으로 개발됨에 따라 추가기능을 식별함으로써 구체화 되고 S-TAS 개발과 운용에 대한 초석이 될 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

[1] 김진(2019), “자율운항선박 기술동향 및 준비”, 대한조선학회지, Vol. 56, No. 4, pp. 6-7

[2] DNV·GL(2018), “Autonomous and remotely operated ships”, DNVGL-CG-0264, pp. 108-109

[3] DNV·GL(2017), “Maritime simulator systems”, DNVGL-ST-0033, pp. 15-37

본 논문은 2022년 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원 재원으로 국가연구개발사업인 “자율운항선박 기술개발사업(자율운항선박 성능실증센터 운용시스템 개발 및 구축, 20011607)(자율운항 지능형 시스템 실증 및 성능시험 개발, 20011689)”의 연구 결과입니다.