

2026년 제3차 조선해양산업기술개발 신규지원 대상과제 품목개요서(RFP)

□ 3차 공고대상 품목개요서(RFP) 목록

사업	순번	연구개발과제명	주관연구 개발기관	지원규모 (백만원)	수행 기간 (개월)	과제유형			과제특징	기술료
						가	나	다		
AI 완전 자율 운항 선박 기술 개발	1	피지컬 AI기반 지능항해 통합 에이전트 시스템 개발	비영리	42,100	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	2	완전자율운항선박용 항해 통합인지 기술 개발	제한없음	29,930	54	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	3	AI기반 Port2Port 전구간 대응 지능항해시스템 개발	제한없음	21,600	54	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	4	AI 자율운항선박 실증 협업 지원 기술 개발	비영리	30,000	42	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	5	완전자율운항선박 전선(Ship-wide) 자율안전관리 통합 대응플랫폼 개발	제한없음	20,000	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	6	완전자율운항선박 지능형 통합 사이버 보안 및 복원 체계 개발	중소·중견	10,770	66	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	7	기관실 안전관리 AI 시스템 개발	제한없음	4,850	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	8	기관장비 수명예측 AI 모델 개발을 위한 빅 데이터 플랫폼 구축 및 신뢰성 평가 기술 개발	제한없음	10,500	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	9	AI기반 기관시스템 수명예측(CBM+) 및 무인제어/운용 기술 개발	제한없음	13,800	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	10	AI기반 전기추진 제어관리 및 전력변환장치 개발	제한없음	9,500	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	11	친환경 하이브리드 추진시스템(암모니아, 배터리) 무인 원격제어 및 고정밀 PMS 기술 개발	제한없음	4,900	78	일반	혁신 제품	지정 공모	AI 연계	징수
	12	AI완전자율운항선박기술개발 총괄 관리	비영리	4,100	78	일반	혁신 제품	지정 공모	사업단	비징수

□ AI완전자율운항선박기술개발

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-01		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E	☒ S	☒ G ☐ 해당없음
R&D 자율성트랙	☐ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	피지컬 AI기반 지능항해 통합 에이전트 시스템 개발				
	(TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
□ 개념 ○ 피지컬 AI 기반 지능항해 통합 에이전트 시스템은 자율운항선박 구성 시스템의 구동 플랫폼 기능을 하며, 항해 전 구간 완전 무인 자율운항 형태의 운용을 실현할 수 있도록 운항 상황 전반에 대한 인지·분석·판단·대응을 수행하는 무인 운항 코어 시스템 기술임 ○ 이는 자율운항 구성 시스템이 정상적으로 작동하는 상황 외에도 기능저하·오동작·고장 등의 상황에서도 선박의 안전을 도모하기 위한 행위를 수행하며, 완전 무인 자율운항을 가능하게 하는 핵심 기술 플랫폼을 지향함 □ 정의 ○ 자율운항 시스템 통합 구동 및 데이터의 수집·분석·인지·판단·실행으로 이어지는 AI 기반 통합 운용 에이전트 플랫폼 개발 및 통합 운용 성능 실증 - 운용 개념 및 상위 요구사항 정립 - 선내·외 이중 데이터 실시간 수집·정제·검증·관리 및 동기화 기술 - 피지컬 AI 기반 항해 상황 및 선박 상태 종합 인지·분석·판단·대응 기술 - 비정상 상황 대응을 위한 Fallback 상위 전략 관리, 다계층 Fallback 제어 연계 및 자동 복귀 기술 확보					

- 운항자·관제자 지원을 위한 운용자 인터페이스(HMI) 및 정보 시각화 기술
- 연계 시스템 간 상호 운용성 및 안정적 연동 아키텍처 구현
- AI완전자율운항선박의 항해시스템 및 기관자동화 시스템의 통합 에이전트 기술 개발
- 통합 운용 성능 실증

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 항해 전 구간 완전 무인 자율운항 형태의 운용을 실현할 수 있는 피지컬 AI 기반 지능항해 통합 에이전트 시스템 개발 및 통합 운용 성능 실증
 - 운용 개념 및 상위 요구사항 정립
 - 자율운항 통합 구동 플랫폼 기술 개발
 - 구성 시스템 간 상호 운용성 및 안정적 연동 아키텍처 구현
 - 항해장비·기관장비·탐지센서 등 이종 장치와 자율운항 시스템 기능 연계
 - 선내 이기종 데이터 통합 및 거버넌스 체계 확립
 - 통합 운항 관리, 제어권 관리 및 육상 시스템 연계 대응 기술 개발
 - 피지컬 AI 기반 항해 상황 및 선박 상태 종합 인지·분석·판단·대응 기술 개발
 - 기능저하·오동작·고장 등 이상상황 탐지/대응 및 선박 안전 도모 기능 개발
 - 운항자·관제자 지원을 위한 운용자 인터페이스(HMI) 개발 및 정보 시각화
 - AI완전자율운항선박의 항해시스템 및 기관자동화 시스템의 통합 에이전트 기술 개발
 - 통합 운용 성능 실증
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	운용 개념 및 상위 요구사항 설계서 - 상위 운용 개념, 운용 시나리오, 운용 구성 요소, 활용 시스템 구성 및 기능, 안전 확보 방안 등 포함	건	3건 이상 (선종/운용 영역)	-	1 (일본, MEGURI)
2	지능항해 통합 에이전트 시스템	식	1식	-	-
3	자율운항 통합 플랫폼 - 자율운항 연계 시스템 구동 - 이종 장치와 자율운항 시스템 기능 연계 - 구성 시스템 상태 관리·대응	식	1식	-	-
4	통합 운용 관리 - 통합 항해 관리 및 제어권 관리 - 육상 시스템 연계	식	1식	-	-
5	이기종 데이터 통합 및 거버넌스 - 데이터 수집·정제·검증 파이프라인 - 데이터 실시간 수집·관리 - 데이터 유효성·동시성 관리	식	1식	-	-
6	표준화 대상 자율운항선박 데이터 정의·처리 종 수	종	1,500종 이상	1,000종	1,500+종 (ISO 19847/19848)
7	운용자 인터페이스(HMI) 및 정보 시각화 - 수치해도 기반 정보 탐색/입력 - 시스템 상태 정보 도시	식	1식	-	-

8	운용안전 관리 시스템 - 기능저하·오동작·고장 등 이상상황 탐지/대응 - 안전 상황 확보 절차 수행	식	1식	-	-
9	시스템 실증용 항해장비 가상 데이터 생성 모델	종	2종	-	-

□ 개발 내용

○ 피지컬 AI 기반 지능항해 통합 에이전트 시스템 개발

- 운용 개념 및 상위 요구사항 정립
- 데이터 거버넌스/상태 모니터링 기술 개발
 - * 선내 데이터 수집-정제-검증 파이프라인 구축, 상태 모니터링 및 이상 감지 기초 기술 개발
 - * 다양한 이종 센서의 멀티모달 데이터 융합 처리 및 시계열·공간 복합 데이터 통합 파이프라인 구축
- 내·선외 데이터 수집·관리·저장 연계 요구사항 분석 및 표준화 대상 데이터 정의
- 표준 데이터 포맷·메타데이터·식별 체계 설계 및 품질 검증 규칙 수립
- 통합 분석·판단·운용 지원 모듈 프로토타입 구축
 - * 피지컬 AI 기반 통합 분석·판단 알고리즘 개발
 - * 다수의 AI 에이전트 모듈(항해 시스템 및 기관자동화 시스템) 및 연계 시스템을 통합 관리하는 시스템 오케스트레이터 구현
 - * Fallback 상위 전략 관리 및 자동화 연계 알고리즘, 시스템 이중화·심리스 복구 기술 구현
 - * 이중화 및 자동 Failover 기반 고가용성(HA) IT 아키텍처 설계와 AI 엣지 컴퓨팅 플랫폼 구성
 - * 실선 환경 기반 통합 에이전트 프로토타입 구축 및 연계 시스템 통합 성능 검증
 - * 운항자·관제자 지원을 위한 운용자 인터페이스(HMI) 및 정보 시각화 기술
 - * AI 판단 근거 및 신뢰도의 설명가능 AI(XAI) 기반 시각화·로그 기록 기술 개발
 - * 자율운항 통합 구동 플랫폼 기술 개발 연계 또는 별도 개발

○ 실선 운용을 통한 성능 실증

- 시나리오 기반 통합 운용 성능 검증
 - * IMO MASS Code 자율화 수준(Degree) 및 ODD(운용설계영역) 기준에 따른 실증 시나리오 설계
- 실증용 가상 항해장비 데이터 모델
- 원격 판단·관제 연계 안정화 및 운용 자동화 기능 고도화
- 다각도 실증을 통한 자율항해·Fallback·관제 연동 실증 및 표준화 추진

○ 개발기술 분야와 관련된 국제 표준화 활동 지원

- “자율운항을 위한 경보 및 알림체계 표준”, “MASS 담당자의 AI 감독, 제어 및 무효화 요건 표준” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 등
- 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	운용개념(ConOps) 개발 방법론	7	표준화 가능 단계	전문가 평가
2	자율운항 통합 플랫폼 기술	7	실선 탑재	실장비 대상 실해역 및 가상환경 시험

3	통합 운용 관리 기술	7	실선 탑재	실장비 대상 실해역 시험
3	이기종 데이터 통합 및 거버넌스 기술	7	실선 탑재	실장비 대상 실해역 및 가상환경 시험
4	운용자 인터페이스(HMI) 및 정보 시각화 기술	7	실선 탑재	실장비 대상 실해역 시험
5	최소 운항안전 확보 기술	7	실선 탑재	실장비 대상 가상환경 시험
6	실증 기술	7	실선 적용	실장비 대상 실해역 및 가상환경 시험

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 현재 국내에서는 항해자의 감독하에 제한적 환경에서 적용되는 자율운항 기능(항로 계획, 장애물 회피, 제한적 원격 관제 등)이 기술적으로 검증·실증되고 있음
- (아비커스) 자체 개발 자율운항 시스템 'HiNAS'로 대형 선박의 국제 항로 실증을 수행하고, 레저보트용 솔루션 'NeuBoat' 상용화 추진
- (삼성중공업) 독자 시스템 'SAS'를 활용한 대형 컨테이너선 실증 및 자율운항 연구 선박 '시프트 오토(SHIFT-Auto)' 개발
- (한화오션) 자율운항 시험선을 활용하여 원격제어, 경로 추종, 충돌 회피 등 핵심 기능 해상 시험 수행
- (씨드로닉스) AI 기반 상황인식 시스템(NAVISS/AVISS)을 개발하여 국내 주요 항만에서 운항 지원 및 접안 모니터링 기술 상용화
- (마린웍스)KASS 프로젝트를 통하여 “자율 항해,기관 제어 플랫폼_디지털 브릿지 개발”하여 'KRISO-해양누리호'와 '팬오션-포스싱가포르'에 탑재 및 시험 완료

□ 국외 기술 동향

- 국외의 경우에도 국내와 유사하게 항해자의 감독하에 제한적 환경에서 적용되는 자율운항 기능(항로 계획, 장애물 회피, 제한적 원격 관제 등)이 기술적으로 검증·실증되고 있으며, 실선 항해를 통한 원격 모니터링 기능 등의 실증이 수행되고 있음
- (일본) NYK 등 30개 이상 기업이 참여한 'MEGURI 2040' 프로젝트를 통해 도쿄만-이세만 간 790km 혼잡 해역에서 다양한 선종의 자율운항 실증 및 AI 회피 경로 검증 수행
- (노르웨이) 세계 최초 자율운항 컨테이너선 'Yara Birkeland' 및 자율 Ro-Ro선 등을 개발하고, 'Massterly' 원격운항센터를 통해 실시간 모니터링 및 데이터 기반 제어 수행
- (핀란드/영국) 롤스로이스(Rolls-Royce)는 핀란드와 협력하여 'AAWA' 프로젝트를 수행, 센서 융합 및 AI 충돌 회피 기술을 개발하고 페리선 'Falco'의 자동 접안 시연
- (중국) 자율운항 테스트 구역 확장, 무인 자율선 실증 강화 및 선박-육상 통합 관제 기술 개발 중

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- 자율운항선박 기술 경쟁 심화에 대응하는 선제적 기술 개발 필요
 - 글로벌 조선·해운 선도국(노르웨이, 일본, 중국, 유럽 등)은 자율운항선박 상용화를 위해 통합 항해 AI, 데이터 거버넌스, 선육·선박간 통신체계 구축에 집중 투자 중
 - 현재 항해자의 감독하에 제한적 환경에서 적용되는 자율운항선박 기술의 한계를 극복하여 항해자 비감독 운용 단계로의 발전 및 궁극적으로 전 항해 구간에 대한 완전 무인 자율운항 실현을 위해서는, 항해 과정 전반에 대응하여 종합적인 판단과 선박 안전 도모를 구현할 수 있는 통합 시스템 기술이 필요함
- 조선·해운 시장 패러다임은 자율운항 기술 중심으로 재편될 것이 예견되므로 충분한 안전성·효율성을 확보한 완전자율운항 기술의 우위를 공고히 하지 않는 한 조선·해운 분야의 경쟁력을 상실할 우려가 있음

□ 경제적 지원필요성

- 해양안전 강화 및 운항 효율화 요구
- 국내 대형조선사는 부분 자율운항 위주로 투자 중이나 이는 해운 측면에서의 기술 도입 원인으로는 부족한 실정이며, 해운 측면에서의 요구에 부합하나 상대적으로 고위험·장기 영역이라 여겨지는 충분한 안전성·효율성을 확보한 완전자율운항 기술에 대한 민간투자 유인은 상대적으로 부족
- 특히 자율운항 기술은 공공인프라 연계, 실증 등 민간의 자본투입만으로는 기술 확보에 한계가 있는 부문으로 정부의 자본 지원을 통해 핵심기술에 대한 경쟁력 유지 및 선도가 필요함

□ 정부/정책적 지원필요성

- 조선 산업의 경쟁력을 지속 유지하기 위한 국가 차원의 장기적이고 체계적인 기술 혁신과 지원 체계 구축 지원 필요
 - 자율운항선박 기술은 선박 탑재 시스템에만 의존하여 항해자 감독하의 제한적 환경에만 적용 가능한 현재의 형태에서 항해자 비감독 상황 적용, 육상 연계·지원·감독이 적용되는 형태로 발전해 나갈 것으로 전망됨
 - 이러한 자율운항선박 기술의 확장과 적용은 선박 탑재 시스템의 개발만으로는 달성하기 어려운 사항으로, 선박 탑재 시스템과 육상 시스템의 연계 기술, 통합 운용 실증 기술 등 선박 외적인 여러 분야에 연관된 기술 개발의 추진 외에도 인프라 확충, 정책/제도적 보완 등 다방면의 정부 차원 지원이 필수적임
- 민간 기업(빅3 조선소)은 자사가 건조하는 선박에 대한 탑재 시스템 위주의 기술 개발을 진행하는 상황으로, 자율운항선박에 대한 전반적인 관점에서의 장기적 기술 개발 대응에 취약
- 최근 IMO의 비강제 MASS Code 채택 등으로 자율운항선박 기술은 국제 규범 차원에서 강제·의무화될 가능성이 매우 높은 상황으로 자율운항 중심 글로벌 조선·해운 환경의 구조적 변화로 귀결되고 있음
- 자율운항선박 기술은 공공인프라 연계, 실증 등 민간 역량 및 자본투입만으로는

기술 확보에 한계가 있는 부문으로 정부의 적기 지원 없이는 핵심기술 확보 지연 및 기술 추격국으로 전락할 위험이 높은 분야

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 완전자율운항선박 플랫폼 기술의 핵심 기술 기반으로 활용
 - 미래 조선산업 시장에서 한국형 자율운항선박 플랫폼 기술의 우위 유지에 활용
 - 다양한 형태의 자율운항선박 파생 시스템에 대한 개발 기준 플랫폼으로 활용
- 개발 기술의 안전성·효율성 검증으로 자율운항선박 기술 조기 상용화 실현
- 연안 해상운송에 적용하여 해양 물류·여객 운송의 위험 요인 해소에 활용

□ 기술적 기대효과

- 완전자율운항선박 핵심 기술 기반으로의 기여
 - 미래 자율운항 관련 기술 경쟁력 및 운항 안전성·효율성 확보
 - 해운산업과의 연계 기술 개발로의 확장 기반 마련
 - 완전자율운항선박 실현을 위한 파생 기술 개발의 기초로 활용

□ 경제적 기대효과

- 국내 조선업계의 산업 경쟁력 및 기술력 강화에 기여
- 자율운항선박 시장 선도를 통해 조선·해운 산업의 고부가가치화를 실현하고, 글로벌 시장 경쟁력을 강화하여 조선·해운 강국의 지위 **제고**
- 자율운항선박의 본격적인 도입과 관련 기술 개발을 통해 조선/해운/항만 산업뿐만 아니라 전기/전자/기계 등 후방산업에도 긍정적 파급효과를 기대할 수 있음

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 인적 과실(Human Error)로 인한 해양 사고를 예방하고, 선원의 승선 기피 현상 및 고령화에 따른 인력 부족 문제를 자율운항선박 기술로 보완하여 안정적인 해상 물류망 유지
- 자율운항선박 기술개발과 관련 산업 성장으로 새로운 일자리 창출 및 지속 가능한 산업 생태계 조성이 가능함

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 29.7억원 이내(총 정부지원연구개발비 421억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 비영리기관
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-02		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E	☒ S	☒ G ☐ 해당없음
R&D 자율성트랙	☐ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	완전자율운항선박용 항해 통합인지 기술 개발				
	(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
□ 개념 ○ 완전자율운항선박용 센싱 및 항통시스템은 복합 항해 환경(해양구조물, 주변선박, 해상환경 등) 물리적 변화 정보를 센싱하고 분석하여 자율운항선박이 안전한 항해를 위해 상황인지·판단용 유용한 정보로 변환·통합하는 기술을 의미 ○ 다채널 디지털 레이더 시스템과 멀티모달 융합형 센서 정보, 선박의 항해 시스템(ECDIS, AIS 등)을 통합하여 항만, 연안, 외해 등 다양한 운항 상황에서 객체 인식·상황 예측·항해 AI기반 판단 수행 □ 정의 ○ 센싱 및 항통시스템 기술은 해양항해 원천적 상황인지정보를 자율운항선박에게 제공하여 시변환경에서도 안정적인 자율운항(완전무인화)을 보장하는 기술 의미 ○ 이를 위해 완전자율운항선박용 센싱 및 항통시스템 기술은 5가지 기술로 정의 - (차세대 센서와 제어 인터페이스 기술) 다채널 디지털 레이더와 인터페이스 API를 통해 상황·인지판단을 위한 K-Band, X-Band, S-Band 대역 필요 정보를 즉시 연계 운용 기술 - (멀티모달 센서 융합 기반 능동형 상황인지 기술) 해양 특화 데이터 동기화와 보정기술을 가지는 멀티모달 센서 통합 시스템을 통해 시변 환경에서 안정적 상황인식 기술					

- (상황 예측 및 항해 의사 판단 기술) 멀티모달 센서 정보와 선박 운항 패턴, 항해 교신 정보기반 항해의도 추론을 융합한 해상 충돌 위험 예측과 항해 의사 판단 기술
- (시스템 운용 관리 플랫폼 및 실증 기술) 능동형 상황인지 판단 UI/UX 시각화, 멀티모달 센서 융합 시각화, AI 학습데이터 플랫폼과 연계한 실증을 위한 기술
- (다중 통신체계 기술) 데이터 우선순위 전송 다중통신환경(위성, LTE/5G, VDES 등)과 지능항해 통합 에이전트 연계 기술

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 완전자율운항선박이 다양한 상황을 스스로 인지·판단할 수 있는 차세대 센서와 멀티모달 센서 융합(항해(AIS, 차트 등), 영상, 음향 등) 기반 상황 인지·판단기술 개발
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고 수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	다채널 디지털 레이더 운용 주파수 대역 자동 전환	개	3개 대역 [X-band(9.2~9.5GHz)], [S-band(2.9~3.1GHz)], [K-band abt. 24GHz]	1개	2개 대역 (일본, Furuno)
2	멀티모달 구성 센서 수	종	5종 이상 (레이더·전방카메라·PTZ 카메라, AIS·음향 등)	4종	5종 (노르웨이, Kongsberg)
3	멀티모달 센서 시간 동기화 허용 범위	%	10% 이내 (센서별 업데이트 주기 기준)	15~20%	10% (노르웨이, Kongsberg)
4	멀티모달 식별 객체 종류	종	20종 이상 (선종 및 항로 표지 포함)	7종	10+종 (미국, Sea Machines Robotics)
5	동시 물표 추적수	개	100개 이상 (레이더, 멀티모달 센서 통합활용 위험물표 추적)	100개	100개 (노르웨이, Kongsberg)
6	운용 해상 환경 자동 식별 종류	종	3종 이상 (정상/저시정/악천후/ 해상상태 등)	2건	3건 (노르웨이, Kongsberg)
7	운용 해역 자동 식별 수	건	3건 (항만/연안/외해)	2건	3건 (일본, NYK Line)
8	상황인지·판단 정보 분류 수	종	3종 이상 (가항/불가항/중립/위험 영역)	2종	3종 (노르웨이, Kongsberg)
9	다중 통신망 이기종 환경 처리	종	3종 이상 (V-SAT, 저궤도 위성, LTE/5G, VDES 등)	2종	3+종 (미국, Inmarsat-Starlink)
10	통신 채널 자동 전환 지연	초	1초 이하	2~3초	1초 이하 (미국, Starlink-Iridium)
11	다중 망 통신 가용성	%	99% 이상	95~98%	99%+ (미국, Inmarsat-Iridium)

12	데이터 채널별 우선순위 전송 단계	단계	3단계 이상	2단계	3~5단계 (국제 표준 ISO/IEC)
13	지능항해 통합 에이전트 연계통신 프로토타입	식	1식	-	1식 (노르웨이, Kongsberg)
14	다채널 디지털 레이더 국제선급 M.E.D 인증 (K-Band 제외)	종	1건 이상	-	2종 (일본, Furuno,JRC, 노르웨이, kongsberg)
15	다채널 디지털 레이더 사이버시큐리티 인증 (IACS UR E27)	건	1건	-	1건 (일본, Furuno,JRC, 노르웨이, kongsberg,)
16	통신 데이터 표준 아키텍처 (포맷·메타데이터·식별 체계·품질 검증 규칙)	식	1식	-	1식 (국제, ISO/IEC 표준)
17	멀티모달 센서 성능 저하 식별 알고리즘 개발	건	-	-	1건 (Ocean Infinity - 카메라)

□ 개발 내용

- 차세대 센서와 제어 인터페이스 기술
 - 다채널(K-Band, X-Band, S-Band) 디지털 레이더 HW/SW 개발
 - 센서별 기능 구현 및 제어용 인터페이스 API 개발
 - 자동 파라미터 조정 기반 실시간 물표 탐지 및 추적 알고리즘 개발
 - S-10X 표준 기반 해양안전정보 처리 및 Overlay 기술 개발
- 멀티모달 센서 융합 기반 능동형 상황인지 기술
 - 플러그인/모듈러 타입 인터페이스 모듈 HW/SW 개발
 - 해양 환경 특화 멀티모달 센서 통합 시스템 개발
 - 멀티모달 센서 데이터 지연·동기화 제어기술 개발
 - 멀티모달 센서 융합 기반 객체 인식·식별·추적 기술 개발
 - 멀티모달 센서 간 연관관계 및 상호 보정 기법 개발
 - 센서 성능 저하 식별 알고리즘 개발
 - 멀티모달 센서 자동 캘리브레이션 알고리즘 개발
- 상황 예측 및 항해 의사 판단 기술
 - 선박 운항 패턴 학습 기반 상황 예측 기술개발
 - 해상 충돌 위험 예측 및 항해 의사 판단기술 개발
 - 항해 교신 정보 기반의 항행 의도 추론 기술 개발
 - Port to Port 지능항해 시스템 연계 테스트
- 시스템 운용 관리 플랫폼 및 실증 기술

- 능동형 상황인지 및 판단 시스템 관제 UI/UX 및 데이터 시각화 대시보드 개발
- 멀티모달 센서별 사용자 보정 및 관리용 대시보드 개발
- AI기반 알고리즘 개선용 학습 데이터 플랫폼 구축
- 능동형 멀티모달 상황인지 및 판단 시스템 실증 기술 개발
- 다중 통신체계 기술
 - 위성(Geo/LEO), LTE/5G, 연안 무선망 등 다중 통신체계 아키텍처 기술 개발
 - 통신 링크 상태 모니터링 및 자동 전환 기능, 데이터 채널별 우선순위 전송 기술 개발
 - 지능향해 통합 에이전트와 연계한 지능형 통합통신 프로토타입 구현 및 성능 검증
- 개발기술 분야와 관련된 국제 표준화 활동 지원
 - “자율운항을 위한 경보 및 알림체계 표준”, “자율운항선박 상황인식을 위한 카메라 시스템 표준”, “센서 기반 상황인식/객체탐지 기능 표준 개발”, “선-육간 발행 및 구독 통신구조의 상호운용성 및 보안 검증” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 및 기술문서 대응 등
 - 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	다채널 디지털 레이더 HW/SW	TRL 7	K-Band, X-Band, S-Band 통합 단일 다채널 디지털 레이더 1식	IEC 62288 IEC 62388
2	센서·항통장비 인터페이스 (제어 API + 플러그인/모듈러 모듈)	TRL 7	센서별 기능 구현·제어용 인터페이스 API 및 플러그인/모듈러 타입 인터페이스 모듈 시제품 1식 (5종 이상 센서·항통장비 지원)	IEC 61162
3	해상 환경 특화 멀티모달 센서 통합 시스템 (동기화·상호 보정 포함)	TRL 7	멀티모달 센서 통합 시스템 1식 (5종 이상 센서, 시간 동기화 허용 범위 10% 이내, 센서 간 연관관계 및 상호 보정 기법 적용)	IEC 62388 실해역 검증
4	멀티모달 융합 기반 객체 인식·식별·추적 기술	TRL 7	멀티모달 융합 객체 인식·식별·추적 SW 모듈 1식 (선종 및 항로 표시 포함 10종 이상 객체 인식)	실해역 검증
5	AI 기반 상황 예측 및 항해 의사 판단 기술 (운항 패턴·충돌 위험·항행 의도 추론 통합)	TRL 7	선박 운항 패턴 학습 기반 상황 예측·해상 충돌 위험 예측·항해 교신 정보 기반 항행 의도 추론을 통합한 항해 의사 판단 SW 1식	시뮬레이션 검증
6	시스템 운용관리 플랫폼 기술	TRL 7	능동형 상황인지·판단 시스템 관제 UI/UX 및 데이터 시각화 대시보드, 멀티모달 센서별 사용자 보정·관리 대시보드, AI 알고리즘 개선용 학습 데이터 플랫폼	육상모니터링 시스템
7	데이터 정의 아키텍처	TRL 7	자율운항선박 데이터 정의서 및 데이터 포맷·메타데이터·식별 체계·품질 검증 규칙 1식 (1,500종 이상 데이터)	시뮬레이션 검증

8	다중 통신망 아키텍처 및 통신 링크 자동 전환·우선순위 전송 기술	TRL 7	다중 통신 환경 통신체계 HW/SW 1식 (저궤도 위성·LTE/5G·VDES, GMDSS 등 3종 이상 이기종 통신, 채널 전환 지연 1초 이하, 가용성 99% 이상, 우선순위 3단계 이상)	실해역 통신 품질 측정
9	지능항해 통합 에이전트 연계 통신 프로토타입	TRL 7	지능항해 통합 에이전트와 연계한 지능형 심리스 통신 장치 프로토타입 1식 및 성능 검증 보고서	실해역 검증
10	멀티모달 센서 성능저하 식별 기술	TRL 7	멀티모달 센서 기반 성능저하 판단 SW 모듈 1식 (시정저하, 통신 저하 등 자동 판단)	시뮬레이션 검증

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 2020년부터 추진하였던 '자율운항선박 기술개발(IMO Lv.2.5)' 사업으로 자율운항이 필요한 센서 및 항통 장비들은 ISO 표준(19847, 19848) 기반 데이터 연동 체계 구축
 - 자율항해, 기관실 제어 통합 플랫폼 및 디지털 브릿지 개발('21~'25): 데이터 통합을 위한 디지털브릿지 시스템과 항해·기관·제어 계통 장치 연동 시스템 구현하고 실증
 - 자율운항선박 충돌 및 사고방지 상황인식 시스템 개발('20~'24): SAS(Intelligent Situational Awareness System)라는 자율운항 상황인식 시스템을 개발하고 해상 실증을 수행
- 다중 센서(레이더·라이다·카메라)를 활용한 AI 기반 해상 객체 자동 탐지·식별·추적 기술 상황인식시스템 기본 프레임워크를 개발하고 실증 단계에 진입
 - 아비커스 HiNAS (2022): AIS·레이더·카메라로부터 수집된 데이터를 융합하여 증강 현실(AR) 정보를 제공하는 AI·센서 융합 기반 항해보조 시스템을 개발하고 실증
 - 삼성중공업 SAS(Samsung Autonomous Ship) : 라이다·레이더·카메라·AIS로부터 수집한 정보를 융합하여 객체를 탐지·추적하고 장애물을 인식하는 시스템 개발·실증
- 국내는 센서·항통장비 연동체계와 다중센서 기반 객체식별 및 탐지시스템 개발하여 실증단계이나 완전 무인자율운항선박 달성을 위해 핵심기술 통합 검증 필요

□ 국외 기술 동향

- 일본은 미래 자율운항선박 원천기술인 항해통신장비 기술분야에 집중하고 선박내 데이터 표준화, 관리와 통합을 위한 서비스 플랫폼 기술 분야를 주도
 - 일본산 항통장비는 한국시장 90% 이상 선점하고 있으며 특히, 자율운항선박 근간 기술인 레이더, HCS(Heading Control System)/TCS(Track Control System) 원천 기술을 보유
 - 또한, 육해상 첨단 서비스 제공을 위해 서비스 플랫폼 개발에 집중하고 특히 데이터 통합을 위한 ISO 19848(데이터 교환 방법)과 ISO 19847(데이터 서버) 표준을 주도
- X-Band 대역 레이더는 고해상 소형물체 탐지에 유리하고 S-Band 대역 레이더는

- 장거리 탐지에 유리하여 통상 선박은 2개 레이더를 탑재중이나, 최근 통합화 추세
- 1개의 플랫폼에 2가지 대역 모두 사용할 수 있는 첨단 레이더 기술은 미국·유럽·일본이 주도하고 있으며, 최근 중국 및 러시아에서도 이 기술을 개발 상용화 추진
- 미국(레이시온, 노스롭 그루먼), 유럽(탈레스, 사브, BAE), 일본(미쓰비시, 후루노, JRC), 중국(GETC), 러시아(알마즈-안테이) 등 다채널 디지털 레이더 원천기술 보유
- 미국, 유럽의 글로벌 조선·해운 기업들은 데이터·AI 기반 정확한 충돌회피 판단을 위해 멀티모달 센서 융합 기반 상황인식 솔루션의 기술개발을 활발히 추진 중
- 미국 Sea Machines Robotics: 전자해도, 운항 데이터, 카메라·레이더 센서 정보를 통해 객체를 탐지하고 장애물 회피 경로를 생성하는 'SM300 System' 솔루션 개발
- 노르웨이 Kongsberg Maritime: 영상·레이더와 운항 데이터를 융합하여 실시간 해상 상황인식과 AI기반 충돌예측을 지원하는 'Intelligent Awareness (IA)' 솔루션 개발

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- 완전자율운항선박 구현을 위한 차세대 센서 및 항통장비 핵심 기술 확보 필요
- 다채널 디지털 레이더, 항통장비(GNSS, AIS, ECDIS 등) 핵심기술과 이중 항해통신장비간의 연계 및 통합 운용 기술은 완전자율운항선박의 핵심기술로써 확보 필수
- 특히, 전량 수입에 의존중인 선박용 레이더의 국산화를 통한 기술적 공백 해소 필요
- 자율운항 관련 기술 선점과 상용화, 국외 제조사와 경쟁, 사업화(신조 자율운항선박 및 기존 운항 중인 선박)를 위해 선박 탑재 필수 요건 국제선급 인증(MED)취득
- AI기반 멀티모달 센서 융합형 상황인지·판단 기술 기술적 공백 해소 시급
- 완전자율운항선박 구현을 위해서는 기존 항해사의 역할(항로 설정, 장애물 회피, 상황 분석 등)을 대체할 수 있는 지능형 인지·판단을 위한 원천 기술 확보가 필수
- 자율운항선박 기술적 난제로 제기되는 저시정(안개·비·눈)·야간 등 가시성 저하와 급작스러운 해양환경 변동성에 대한 안정적인 능동형 인지·판단 시스템 개발 필수

□ 경제적 지원필요성

- 수입 의존 첨단 센싱 및 항해통신장비 기자재 국산화를 통한 수입대체 효과
- 유독 국산화가 대단히 미진한 첨단 센싱 및 항해통신장비분야 기술개발을 통해 수입대체와 함께 후속 유지보수·업그레이드 시장까지 내재화 실현 필요
- 글로벌 완전자율운항선박 시장 선점을 통한 미래 신산업 창출
- 자율운항선박은 차세대 해운·물류 패러다임 전환의 핵심 기술로, AI·데이터·통신이 결합된 고부가가치 해양산업 생태계 창출 기대

□ 정부/정책적 지원필요성

- 국제 규제 대응 및 표준 선점을 위한 정책적 추진 시급

- IMO는 2026년 MASS Code 채택, 2028년 발효를 목표중이며, 발효 이후 자율운항 선박이 운항을 위해서는 인터페이스·통신·인증 체계 적합성 확보가 의무화될 전망
- 정부 선제적 R&D 없이는 IMO·IEC·ISO 표준화 과정에서 한국입지 확보 어려움 예상
- 해양 디지털 및 AI 전환(DX/AX) 및 K-조선/해양 정책과의 연계
- 한국형 자율운항선박(KASS) 기술개발사업의 후속 단계 핵심 기술로, 정부의 해양 디지털 전환 및 K-조선·해양 글로벌 경쟁력 강화 전략과 직접적 정합
- 자율운항선박 핵심 기술 국산화 및 국제 표준화 대응을 통해 국가 해양 산업 정책 목표(자율운항선박 세계 시장 점유, 친환경·디지털 선박 산업 육성 등) 달성에 기여

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 국산화가 미진한 완전자율운항선박 센싱 및 항통장비 대외 신뢰성 증대 활용
- 고신뢰성 데이터 인터페이스 기능을 가지는 항통장비 개발을 통한 자율운항 선박 내 디지털화된 장비간 연계 안정성 및 자율운항 신뢰도 확보를 통한 기술 우위 선점
- 완전자율운항선박(MASS) 상업화 기반 기술로 직접 활용
- 다채널 디지털 레이더, 항통장비 인터페이스 모듈, 통합 관리 플랫폼은 완전자율 운항선박(IMO Lv.3 이상)의 인지·판단 계층에 직접 탑재되는 핵심 구성품으로 활용
- 국내 실증단계의 센싱 및 항통장비 상황인지 솔루션 완전 상업화
- 국내 주요 조선소(현대·삼성·한화 등)와 자율운항 솔루션 기업, 선박전자장비 기업 등 현재 실증단계 중인 센싱 및 항통장비 안정화 및 사업화 대외적 인식 활용
- OSV/PSV·터그선·해상풍력 SOV/CTV 등 특수 선종으로 적용 범위 확장 활용

□ 기술적 기대효과

- 자율운항선박 차세대 센싱 및 항통장비 인터페이스 분야 기술 우위 확보
- 저지연·고정밀·저전력 인터페이스 기술 확보를 통해 자율운항선박 내 디지털 장비·시스템 간 연계 안정성과 신뢰도를 동시 제고하여 글로벌 기술 우위 선점
- 해외 유수기업이 독점중인 핵심 기자재(레이더) 국산화에 따른 기술 자립도 향상
- 전량 수입에 의존하던 선박용 레이더 HW/SW의 국산화로 자율운항 기술 스택 '수직 통합(end-to-end)' 역량을 확보하고, 외산 장비 폐쇄형 인터페이스 통합 제약 해소
- AI기반 멀티모달 센서 융합형 상황인지·판단 기술 확보
- 선박 운항 패턴 학습 기반 상황 예측 및 항행 의도 추론 기술 확보로 항해사 부재 상황에서의 자율적 의사결정이 가능한 첨단 상황인지 판단 기술 확보

□ 경제적 기대효과

- 수입대체 및 외화 유출 절감 효과
- 100% 수입에 의존하던 선박용 레이더의 국산화로 직접적 수입대체 효과 발생, 후속

- 유지보수(MRO)·업그레이드 시장까지 내재화하여 누적 외화 유출 절감 효과 기대
- 글로벌 시장 진출 및 산업 경쟁력 강화
 - 센싱·항통장비 국산화를 통한 기술 자립도 확보와 글로벌 해양산업 경쟁력 강화로 고부가가치 선박 시장 진입 촉진하고 이를 통해 국제 표준화와 국제 협력 주도

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 고신뢰성 자율운항 기술 보급을 통해 인적 과실(Human Error)에 기인한 해상 충돌·좌초·전복 사고 저감에 기여(국내 해양사고 원인의 약 80%가 인적 과실)

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 54개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~3차년도 각 12개월, 2단계: 4~5차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 32.7억원 이내(총 정부지원연구개발비 299.3억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-03		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E ☒ S ☒ G ☐ 해당없음		
R&D 자율성트랙	☐ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	AI기반 Port2Port 전구간 대응 지능항해시스템 개발				
	(TRL : [시작] 5단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
☐ 개념 ○ 대양부터 복잡한 연안, 항계(Port limits), 그리고 항만 내 이접안에 이르기까지 선박 운항의 전 주기(End-to-End)를 안전하고 끊임없이(Seamless) 지원하는 'AI 기반 Port2Port 전구간 대응 지능항해시스템' 개발 - 전 구간(Port-to-Port) 완결형 자율항해 구현: 단순 대양 항해를 넘어, 해상 교통량이 밀집된 환경에서도 스스로 상황을 인지하고 물리적 제어까지 수행하는 피지컬 AI 기반 지능항해시스템 - 다중 운용 모드(Multi-operation Mode) 지원 유연성: 육상 원격운용센터(ROC)와의 연계 운항, 선박 단독 자율운항, 승무원이 개입하는 유·무인 복합 운용 등 다양한 실제 해상 운용 시나리오에 유연하게 대응하는 통합 운용 시스템 - 진화형 시스템 아키텍처: 고정된 알고리즘에 머물지 않고 지속적인 데이터 수집·학습을 통해 점진적으로 성능이 향상되며, 미래 해상 환경 및 규제 변화에도 높은 신뢰성을 유지하는 데이터 주도형(Data-driven) 개방형 아키텍처					
☐ 정의 ○ Port-to-Port 전 구간 대상 피지컬 AI 기반 지능항해시스템의 개발 및 이를 구현하기 위한 필수 3대 핵심 요소 기술 및 알고리즘의 개발					

- 다중 운용 모드 대응 통합 제어 및 인터페이스 기술: 육상 원격운용센터(ROC) 연계, 자율운항(MASS), 승무원 개입 등 복합적인 운항 모드 전환을 제어하는 아키텍처 개발. 항해 장비 및 선내 시스템 간의 실시간 데이터 교환을 위한 개방형 아키텍처 체계 구축
- 광범위 운용 시나리오 대응 및 전 구간 안전항해 제어 기술: 고도의 정밀 제어가 요구되는 이·접안, 항만 도착후 지정위치에 정선시키는 물리적 제어 기술 및 항만 도착 후 앵커링위치에서 자동으로 앵커를 내려 표류를 방지하고, 출항 시 자동으로 앵커를 회수하는 자동 앵커링 기술, 항만 이·접안을 위한 도선사/선원 등의 승하선을 지원하는 자동 승하선 기술, VTS 및 항만관제센터로 부터의 ETA 공지, 앵커링, 도선사 승하선 관련 교신 응답을 위한 자동교신기술, 통신 두절이나 센서 이상 등 성능 저하(Fallback) 발생 시 최소 위험 상태(MRC)로 유도하여 위험을 최소화하는 대응 체계 확보
- 가상 환경 기반 AI 학습 시스템 및 지능항해 알고리즘 기술: 실제 해상에서 검증하기 어려운 극한 조건 및 운용 시나리오를 모사하여 AI를 학습시키는 디지털 트윈(Digital Twin) 가상 환경 구축. 이를 기반으로 상황 인지, 충돌 회피, 최적 경로 생성 등을 실시간으로 수행하는 지능형 알고리즘 개발 및 고도화

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- (통합 제어) 광역항해, 이·접안, 정선 등 다양한 항해 모드와 원격/자율/유·무인 복합 등 다중 운용 모드에 유연하게 대응하는 지능항해 통합 제어 시스템 및 항만 구역내 앵커링 및 도선사 승하선 지원을 위한 자동앵커링, 자동승하선, 자동교신 시스템 개발
- (전 구간 운용) 모드별 전환 및 예외 상황(Fallback)에 끊김 없이(Seamless) 대응하여, 대양에서 항만까지 End-to-End (Port-to-Port) 전 구간 자율·복합 운항 구현
- (진화형 AI) 해상 실운항 데이터의 지속적인 수집 및 학습을 통해, 점진적으로 상황 인지 및 제어 성능이 향상되는 데이터 주도형(Data-driven) AI 알고리즘 확보
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	운용 영역	영역	대양/연안: 자율 항만/항계: 반자율 (원격운용 or 항해 보조)	대양: 자율항해 연안 원격제어 (소형선)	특정 노선 대상 Port-to-Port 자율항해 (노르웨이, Kongsberg Maritime)
2	통항 복잡도 (통상 통항)	척	구역 내 안전항해 대응 선박 척수 10척 이상	2-3척 수준	5척(500여척 대상 107회 회피) 이스라엘, Orca AI
3	통항 복잡도 (제한 통항)	척	구역 내 안전항해 대응 선박 척수 5척 이상	1척 수준	3척 노르웨이, Kongsberg Maritime(AUTOSHIP)
4	외부 위험상황 대응	모드	원격-자율-수동모드	3종 수준	3종 수준

			대응, Fallback 모드 대응 등 4종 모드 이상	(원격/자율/수동)	(원격/자율/수동)
5	성능저하시 대응 제어 모드	종	3종 이상	1종 수준 (알람 발생 및 수 동 전환)	2종 수준 (수동 전환, 단순 정선)
6	통항 제어 변수	종	2종 조타/속도 제어	1종 조타제어	1종 (일본, FURUNO, 조타제어)
7	Port to Port 안전/경제 항해 계획 자동화 및 ECDIS 연계	종	UKC, 선박운동, 통항규칙 등 5종 이상 규칙 적용	-	노르웨이, StormGeo (5종 수준)
8	S-10X (6X) 기반 좌초회피	종	4종 이상 (S-101, Bathymetry 등)	1종 (S-101)	5+ 종 (일본, FURUNO)
9	시스템(센서) 5종이상 연계	종	5종 이상 (레이더·전방카메라·PTZ 카메라, AIS·음향 등)	3종 (ECDIS, S-Band, X-Band Radar)	4+ 종 (일본, MEGURI)

□ 개발 내용

o Port2Port 전구간 대응 지능항해 통합시스템 개발

- 지능항해시스템 요구사항 분석 및 아키텍처 설계

- * 운용 구간(대양/연안/항계/항만)별 항해 시나리오 및 운용 요구사항 분석
- * 다중 운용 모드(원격·자율·유무인 복합·Fallback 등 4종 이상) 전환 제어 아키텍처 설계
- * 항해 장비 및 연계 시스템(ROC, 추진·조타·센서 등) 간 개방형 데이터 인터페이스(API) 설계
- * IMO MASS Code 및 COLREGs 기반 안전 요구사항 분석 및 설계 반영

- 구간별 지능항해 핵심 기능 개발

- * 광역 안전항해 기능: 대양·연안 구간 자율 항로 계획·추종 및 ECDIS 연계, COLREGs 기반 충돌 회피(통상 통항 10척 이상 대응)
- * 연안·항계 구간 안전항해 기능: 협수로·제한 수역 통항, 교통 밀집 환경 대응(제한 통항 5척 이상 대응)
- * S-10X, (6X) 기반 좌초 회피 기능 개발
- * 시스템(센서) 5종 이상 연계 지능항해 시스템 개발
- * 이·접안 및 정선 자동화 기능: 항만 내 자동 기동 및 정밀 위치 제어
- * 자동앵커링, 자동승하선, 자동교신 기능 : 항만 구역내 앵커링 및 도선사 승하선 지원
- * 안전항해 보조 시스템: 멀티모달 센서 융합 기반 상황 인지·위험 경보 및 BAMS연계

- 성능저하(Fallback) 대응 제어 기능 개발

- * 시스템 고장·통신 두절·센서 이상 등 이상 상황 실시간 탐지 및 진단
- * 안전 정선(Safe Stop)·대피 기동(Evasive Maneuver)·귀항 기동 등 3종 이상 최소위험상태(MRC) 자율 제어 기능 개발
- * 이상 상황별 운용 모드 자동 전환 및 승무원·ROC 통보 프로토콜 구축

- 지능항해 통합시스템 통합·검증 및 실증

- * 지능항해 통합시스템 개발 및 육상 시뮬레이터 기반 기능 통합 검증
- * 실선 탑재 및 항해 시험을 통한 성능 검증·고도화
- * 운용 모드 전환 및 Fallback 시나리오 실행역 실증

o AI 학습 시스템 및 학습 기반 지능항해 알고리즘 개발

- AI 기반 지능항해 알고리즘 개발

- * 다중 선박 상황 인지 및 의도 예측 알고리즘 개발(딥러닝/강화학습 기반)
- * 실시간 충돌 위험 평가 및 최적 회피 경로 생성 알고리즘 개발
- * 구간별(대양/연안/항계/항만) 맞춤형 경로 계획 및 추종 제어 알고리즘 개발
- * 실운항 데이터 기반 알고리즘 지속 학습·고도화 체계 구축

- AI 가상환경(디지털 트윈) 학습 시스템 구축

- * 실해역 환경(기상·해류·선박 조우 상황 등) 고충실도 시뮬레이션 환경 구축
- * 극한 조건·희귀 시나리오(악천후, 밀집 통항, 비상 상황 등) 학습 데이터 생성
- * 합성 데이터와 실선 데이터를 결합한 혼합 학습(Hybrid Training) 파이프라인 구축
- * AI 학습 시스템 실증 및 알고리즘 성능 검증·고도화

○ 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원

- “자율운항 충돌회피 기능 모델검증 표준”, “자율운항 하위기능 시험절차 표준-자동 접안” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 및 기술문서 대응 등
- 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	지능항해 통합시스템	TRL 7	4종 이상 운용 모드 대응 지능항해 통합시스템 1조	실선 실증 환경
2	전 구간 안전항해 및 Fallback 제어 SW	TRL 7	구간별(대양/연안/항계/항만) 안전항해 제어 SW 및 MRC 대응 Fallback SW(3종 이상) 각 1식	실선 실증 및 시뮬레이터 환경
3	AI학습 기반 지능항해 알고리즘	TRL 7	충돌 회피 · 경로 계획 · 상황 인지 통합 AI 알고리즘 SW 1식	실선 및 시뮬레이터 환경
4	AI 가상환경 학습 시스템	TRL 7	실해역 모사 디지털 트윈 학습 환경 및 학습 데이터베이스 각 1식	육상 시험 환경

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 국내 대형 조선사 중심으로 자율운항선박 기술개발이 활발히 진행 중이며, 자율항해 기능의 실선 적용 및 시험 결과 다수 발표
- 삼성중공업: SAS(Samsung Autonomous Ship) 개발, 예인선·목포해양대 실습선 등 적용. 2022년 목포-독도간 자율항해 시험 수행, 2024년 자율항해 전용 시험선 SHIFT-AUTO 건조
- HD현대중공업(아비커스) : 항해보조시스템 HiNAS 2.0 개발, 소형 크루즈선· LNG 운반선 등 적용. 2022년 SK해운 LNG선에 탑재하여 태평양 횡단(약 10,000 km) 자율항해 실증 수행. 2024년 레저보트용 스마트 내비게이션·도킹 솔루션 NeuBoat 발표
- 한화오션: 자체 시험선 한비(HAN-V)호를 활용하여 원격제어·경로추종·충돌회피 등

기술 시험 결과 발표(2022), 자율운항 핵심 기술 내재화 추진

- 정부 주도 '자율운항선박 기술개발사업'(산업부·해수부 공동, 2020~2025): 지능형 항해시스템·기관 자동화·통합 성능 실증·육상 운용 지원·국제 표준화 5개 분야 기술 개발 및 성능 검증

□ 국외 기술 동향

- AI 기반 자율항해 시스템 개발이 센서 융합, 자율항해 알고리즘, 접·이안, 자동화, 데이터 플랫폼, 제어·관제, 검증 체계, 통신·원격제어, 안전·복원성 등 전 영역에서 균형 있게 진척
- 북유럽(노르웨이·스웨덴): AIS·레이더·LiDAR·카메라 등 멀티모달 센서 360° 융합 고정밀 상황인식 기술을 연근해 물류선·페리선에 적용
 - * Yara Birkeland(세계 최초 전기추진 자율 컨테이너선), ASKO Maritime(Horten-Moss 구간 자율 전기 화물 운항) 등에서 원격관제와 자율항해를 병행하며 항만·항계 구간까지 범위 확장
- MF Bastø Electric(노르웨이) : 대형 전기추진 Ro-Ro 카페리, Kongsberg Maritime과 공동 개발(18~), Auto Crossing·Auto Docking 기능 구현 및 Oslofjord 정기 운항 적용
- 일본 MEGURI2040 프로젝트·DFFAS 컨소시엄: Port-Coast-Ocean 전 구간 통합 기술 지향. 2022년 MOL 주도로 대형 카페리 'SUNFLOWER SHIRETOKO'의 도쿄만~쓰루가 항 간 약 790km 자율 대양항해 실증 수행, 충돌 회피·자율 접·이안 자동화 포함 성능 검증
- Orca AI(이스라엘): 딥러닝 기반 선박 탐지·추적 및 충돌 회피 AI 솔루션, 전 세계 500여 척 상업 선박에 적용. 단일 항법 AI로 500척 대상 107회 충돌 회피 수행 실적 보유, 실운항 데이터 기반 성능 고도화 입증
- EU AUTOSHIP 프로젝트(EU Horizon 2020, 2019~2023): Kongsberg Maritime · SINTEF 등 유럽 컨소시엄 주도, 노르웨이·벨기에 연안 내항 자율 화물 운항 실증 완료. 안전 인증·법·제도 정비와 연계한 자율운항 상용화 경로 제시

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- 국제 표준 선도를 위한 적기 기술개발 지원 필요
- IMO MASS Code 강제화 일정(2032년 제정 논의)에 따라, 아국 기술개발이 자율 운항 신시장의 국제 표준을 주도할 수 있는 결정적 시기에 진입
- 북유럽·일본 등 선진국은 실해역 검증 및 상용화 단계에 근접한 반면, 국내는 원천 기술 및 통합 실증 기반이 부족하여 기술 격차 해소를 위한 집중 지원이 시급
- '자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률' 시행(2025.1)에 따라 핵심 기술 개발 로드맵과 연계된 선제적 R&D 추진 필요
- 유·무인 혼재 환경에 대응하는 실용적 기술 개발 필요
- 유인선과 자율운항선박이 혼재된 복잡한 통항 환경에서도 전 항해 구간에 적용 가능한 신뢰성 높은 지능항해시스템 개발이 필수

- ROC 연계 운용, 자율운항선박 단독·유인 복합 등 다양한 운용 형태에 유연하게 대응 가능한 AI 기반 지능항해 기술 확보가 시급

□ 경제적 지원필요성

- 자율운항 기술 기반 신시장 선점 및 조선·해운 산업 고부가가치화
 - 글로벌 자율운항선박 시장은 2030년대 본격 성장이 전망되며, AI 기반 지능항해 솔루션은 선박 건조에서 운항·관제까지 연결되는 고부가가치 소프트웨어·서비스 시장의 핵심 경쟁 요소로 부상
 - 국내 조선업은 세계 1위 수주 경쟁력을 보유하고 있으나, 자율운항·지능항해 소프트웨어 분야는 노르웨이 등에 의존하는 구조. 기술 내재화 시 선박당 부가가치 및 수익성 대폭 향상 가능
- 선박 운항 비용 절감 및 선원 인력난 해소 기여
 - AI 기반 지능항해를 통한 최적 경로 운항으로 연료비 절감, 운항 오류 감소에 따른 유지보수 비용 저감 등 실질적 운항 비용 절감 효과 기대
 - 전 세계적 선원 부족 및 인건비 상승 추세 속에서, 원격·자율 운용 기술 도입은 인력 의존도 완화와 함께 운항 경제성 향상의 핵심 수단으로 대두
- 산업 생태계 파급 효과 및 일자리 창출
 - 지능항해 기술은 센서·통신·SW·데이터 플랫폼 등 ICT 연관 산업과의 융합을 촉진 하여 조선·해운 산업의 디지털 전환 및 신규 일자리 창출에 기여

□ 정부/정책적 지원필요성

- 고위험·고비용 실증 특성으로 인한 정부 투자 필요성
 - 자율운항선박 기술은 실해역 환경에서의 대규모 실선 실증이 필수이며, 이는 민간 단독 투자의 위험 감수 한계를 초과. 국가 R&D를 통한 리스크 분담과 공공 실증 기반 구축이 불가결
 - 실해역 실증에는 선박·항만·해상교통관제(VTS) 등 다수 공공 인프라와의 연계가 필수적으로, 정부 주도의 통합 조율 없이는 실증 환경 구축이 사실상 어려움
- 국제 표준화 대응 및 국내 법·제도 연계 기술개발 필요
 - IMO MASS Code 국내 수용을 위한 해사법령 정비, 자율운항 등급별 인증체계 구축 등 기술개발과 정책이 긴밀히 연동되는 특성상 정부 주도의 통합 추진이 필수
 - 국제 표준화 논의에서 아국 기술을 기반으로 한 입장 개진 및 선도적 역할 수행을 위해 정부 차원의 전략적 지원 필요
- 해양안전·공공안전 확보를 위한 국가적 책무
 - 해양사고의 약 70~80%가 인적 과실에 기인하는 만큼, 신뢰성 높은 지능항해 기술 확보는 국가 해양안전 제고 측면에서 공공재적 성격 가지며, 정부의 선제적 기술 지원이 정당화됨
 - 조선·해운·ICT 산업 간 융합 기술 개발 촉진 및 글로벌 경쟁력 강화를 위한 국가 차원의 산업 정책적 지원 필요

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 기술 경쟁력 및 글로벌 표준화 확보
 - Port-to-Port 전 구간 대응 지능항해 통합시스템 기술 개발을 통해 세계적 기술 경쟁력 확보 및 IMO MASS Code 기반 국제 표준화 논의 선도
 - 선진국과의 기술 격차 해소 및 피지컬 AI 기반 지능항해 기술력을 통한 글로벌 시장 경쟁력 강화
- 자율항해 적용 영역 확장
 - 개발된 지능항해 시스템·플랫폼을 다양한 선종 및 운항 환경에 적용하여 선박 항해 안전성 및 운항 효율 향상에 기여
 - 선박·해운·해양 환경 관측 등 민간 분야 외에 국방 분야에서도 활용 가능한 자율항해 솔루션 기반 마련

□ 기술적 기대효과

- 피지컬 AI 기반 지능항해 핵심 기술 독자 확보
 - Port-to-Port 전 구간 자율항해 알고리즘, 디지털 트윈 AI 학습 시스템 등 원천 기술 확보를 통해 선진국 기술 의존 구조 탈피
 - 국내 독자 지능항해 소프트웨어 기술력 확립으로 조선·해양 산업의 고부가가치 전환 선도
- 요소 기술 파급 및 국내 기술 생태계 구축
 - 센서 융합·강화학습·디지털 트윈 등 개발 기술의 항공·철도·물류 등 타 산업 파급 가능
 - 중소·중견 기업 기술 이전 및 참여 확대를 통한 자율운항 기술 생태계 저변 확장

□ 경제적 기대효과

- 선박 운항 비용 절감
 - AI 기반 최적 경로 운항으로 연료비 절감, 인력 의존도 감소에 따른 운항 비용 절감 효과
 - 원격·자율 운용 확대로 선원 인건비 및 운항 리소스 감소
- 신산업 창출 및 경제적 파급효과
 - 지능항해 솔루션·ROC 운용 플랫폼·데이터 서비스 등 고부가가치 ICT 신산업 창출 기여
 - 글로벌 자율운항 시장 선점을 통한 기술 수출 및 일자리 창출

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 해양 안전 수준 향상 및 사고 위험 감소
 - 전체 해양사고의 70~80%를 차지하는 인적 과실 기인 사고를 저감하여 인명·재산 피해 감소에 기여
 - 악천후·야간 등 고위험 상황에서의 자율 대응으로 항해 안전성 강화
- 선원 인력난 완화 및 친환경 해운 기여
 - 원격·자율 운용 확산으로 심화되는 선원 인력 부족 문제 완화에 기여

- 최적 항로·속력 제어를 통한 연료 소비 및 탄소 배출 저감으로 친환경 해운 환경 구현 지원

□ 규제개선 요구사항

- '자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률' 시행에 따른 실효역 실증 관련 규제 완화 및 인허가 절차 간소화 필요
- IMO MASS Code 국내 수용을 위한 관련 해사법령 정비 및 자율운항 등급별 인증 체계 구축 필요
- 육상 원격운용센터(ROC) 운용 관련 법적 지위·책임 소재·운용 기준 등 제도적 근거 마련 필요

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 54개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~3차년도 각 12개월, 2단계: 4~5차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 18.3억원 이내(총 정부지원연구개발비 216억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-04		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E	☒ S	☒ G ☐ 해당없음
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	AI 자율운항선박 실증 협업 지원 기술 개발				
	(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
☐ 개념 ○ AI기반 자율운항선박 핵심기술의 실선 적용성과 안전성, 신뢰성을 검증하기 위하여 가상해사환경, 실험역 시험환경, 시험평가 지원선, 스마트부표, 다목적 부유식 테스트베드 등 시험·평가·실증 인프라를 개발·구축하고, 원격운항센터(ROC)와 연계하여 협업 실증 기술 개발					
☐ 정의 ○ AI 자율운항선박 실증 협업 지원 기술은 자율운항 관련 기술을 가상환경과 실험역에서 적용하여 성능·안전성·신뢰성을 입증하는 절차와 이를 수행하기 위한 종합적 시험·평가 체계를 의미함 - 시험평가 지원선, 스마트부표, 다목적 부유식 테스트베드 등 해상 실증 장비와 가상해사환경 시뮬레이션 플랫폼을 연계하여 ODD 기반 시나리오를 반복·재현 가능하도록 구성 - 가상해사환경-실험역 시험환경 고도화 및 시나리오 기반 V&V 검증 인프라 확보					

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- AI 완전자율운항선박 핵심기술의 신뢰성·안전성 검증을 위한 가상해사환경-실해역 시험 육·해상 통합 실증환경 구축
 - ODD 시나리오 기반 실해역 시험환경(시험지원선, 스마트부표, 다목적 부유식 테스트베드) 개발 및 구축
 - 가상해사환경 시뮬레이션 플랫폼 기반 자율운항 알고리즘 검증 환경 구축
 - 실해역 시험환경 연계 통합 검증체계 구축
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	실해역 시험환경 구축	척/기	시험평가 지원선 3척, 스마트부표 3기 이상	60% (자율운항선박 기술개발사업 실증 인프라 해양누리호 등)	100% (노르웨이/일본, Massterly / MEGURI 2040)
2	가상해사환경 시뮬레이션 플랫폼	식	1식	VDGS S-TAS	VDGS (대한민국/KASS)
3	다목적 부유식 테스트베드 구축	식	테스트베드 1식	-	-
4	지능항해 통합 에이전트 시스템 실해역 실증 지원	건	6건 이상	-	-
5	다중 선박 원격운항 실증 지원	건	5건 이상	-	일본, MTI (MEGURI2040)

□ 개발 내용

- 가상해사환경 개발
 - 가상해사환경 시뮬레이션 플랫폼을 구축하여 지능항해시스템 실해역 검증에 활용하기 위한 가상 데이터를 생성하고, 다양한 항해 시나리오 DB를 구성
 - 이후 단계적으로 복합 가상 환경 데이터 생성 기능을 추가하여 현실성을 높임
 - AI 학습 가상 데이터 생성 및 검증용 시뮬레이션 인프라 구축과 가상 통항 시나리오 매니저 개발
 - 자율운항선박 AI 데이터 플랫폼과 연계하여 AI 학습용 데이터 호환성 확보
- 물리적 시험환경 구축
 - 다중 선박을 이용한 ODD 시나리오 구현을 위한 시험지원선(자율운항 인터페이스, 다중 통신망) 건조 및 시스템 구축
 - 스마트부표(해상환경 계측센서+통신 중계) 제작 및 해상 배치로, 시험 시 환경 정보 수집과 통신 지원

- 시험선 및 시험지원선을 활용한 항만 접근·계류 상황 시험용 자율이접안 테스트 베드 구축
- 실험해역-가상환경 연계 시험(V&V) 수행하여 시뮬레이션과 실증을 통합
- 실증 및 성능 검증
 - 지능항해 통합 에이전트 시스템의 실험해역 검증 기반 제공 및 연계 실증 지원
 - 다수의 시험지원선과 스마트부표를 활용한 다중 선박 협력 운용 시험 수행
 - 원격운항센터와 연계하여 다중 선박 원격운항 실증 지원
 - 가상해사환경 시뮬레이션 플랫폼 구축으로 고도화된 시나리오 기반 V&V 검증이 가능한 인프라 구축
 - 자율운항선박 육·해상 테스트베드 및 자율운항선박 운항해역*을 활용하여, 안전관리 체계가 확보된 해역에서 ODD 기반 자율운항선박 시험·실증이 가능한 실증체계 구축
- * 「자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률 제9조」에 따라 지정·고시된 운항해역
- 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원
 - 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	실험해역 실증 인프라 구축·운용 기술	7	시험평가 지원선 3척 및 스마트부표 3기 이상	실험해역 시험구역 (자율운항선박 운항해역 내)
2	가상해사환경 시뮬레이션 기술	7	가상해사환경 시뮬레이션 SW	시뮬레이션 /테스트베드
3	다목적 부유식 테스트베드 구축·운용 기술	7	다목적 부유식 테스트베드 1식	항만·연안 시험환경 (자율운항선박 운항해역 내)

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 국내 조선·해양 산업은 세계적인 경쟁력을 보유하고 있으나, 친환경·고효율 선박 개발을 위한 성능실증 인프라 부족이 한계로 지적됨
- 특히 실험해역 기반의 성능 검증 체계가 미비하여, 국내 조선소 및 기자재 업체의 신기술 실증·상용화 지연 문제가 발생. 이를 해결하기 위해 성능실증센터, 해상 테스트베드 구축 사업이 단계적으로 추진 중
- 조선기자재 중소기업은 기술은 보유하고 있으나 국제 인증·실증 시험 인프라가 없어 해외 진출에 제약을 받고 있으며, 이에 따라 국내 통합 실증 인프라 구축의 필요성이 커지고 있음

□ 국외 기술 동향

- 노르웨이, 일본, 유럽 등은 자율운항선박 실증과 원격운항센터 운영을 연계하여 실제 해역 기반 시험·검증 체계 확대 중

- 노르웨이는 MASTERLY 등 자율운항선박 실증을 통해 원격관제, 자동항해, 친환경 추진 기술을 결합한 실증 추진
- 일본은 MEGURI 2040 프로젝트 등을 통해 선대운영센터(FOC) 기반 자율운항, 원격 모니터링, 장거리 자율운항 실증 추진
- 유럽은 AUTOSHIP, MAAT 등 프로젝트를 통해 자율운항선박 실증, 시험평가, 성능 검증 및 데이터 기반 검증 체계 구축을 추진 중
- 해외 선도국은 단순 기술 개발을 넘어 실증 데이터, 시험평가 절차, 운용 안전성 검증 결과를 국제 표준화 및 인증 체계와 연계하는 방향으로 발전 중
- 이에 대응하기 위해 국내에서도 실험역 기반 검증 결과를 체계적으로 축적하고, MASS Code, ISO, IEC 등 국제 논의에 반영 가능한 시험평가 근거자료 확보가 필요

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- AI 자율운항선박 기술은 해상환경, 교통상황, 통신상태, 센서 성능, 운항모드 전환 등 다양한 변수에 영향을 받으므로 단일 장비 시험이나 실험실 검증만으로는 성능·안전성 확인에 한계
- Port-to-Port 운항, 다중선박 조우, 항만 접근, 이접안, 원격운항 전환, 비정상 상황 대응 등 실제 운항환경과 유사한 조건에서 단계적 검증 필요
- AI 자율운항 기술의 신뢰성 확보를 위해 실제 해상교통 조건에서 생성되는 운항 데이터와 시나리오 기반 검증 데이터 확보 필요
- 공용 실증 인프라를 통해 기업·연구기관이 개별적으로 확보하기 어려운 실증 데이터의 체계적 확보 필요

□ 경제적 지원필요성

- 자율운항선박 실증 인프라는 시험평가 지원선, 스마트부표, 다목적 부유식 테스트 베드, ROC, 시뮬레이션 플랫폼 등 대규모 투자가 필요한 기반시설로 개별 기업의 독자 구축에 한계
- 공용 인프라 기반 실증 지원체계 구축을 통해 중소·중견기업의 시험비용 부담 완화 및 기술개발 결과의 사업화 가능성 제고
- AI 자율운항선박 기술은 조선, 해운, 기자재, 통신, 데이터, 항만 서비스 등 다양한 산업과 연계되는 고부가가치 분야
- 시험평가 지원선, 스마트부표, 다목적 부유식 테스트베드 등 공용 인프라 활용을 통한 산·학·연 공동활용 효과 확보

□ 정부/정책적 지원필요성

- 자율운항선박은 국가 차원의 전략기술로, 기술개발뿐만 아니라 실증, 안전성 평가, 표준화, 제도 대응이 병행되어야 상용화 가능
- MASS Code 및 ISO 등 국제 표준화 논의 대응을 위해 국내 실험역 실증 결과와 시험평가 데이터를 기반으로 한 객관적 근거자료 확보 필요
- 본 과제는 민간이 단독으로 수행하기 어려운 공공성 높은 실증 인프라 구축 과제

로서 정부 지원 필요성 높음

- 시험해역, 시험평가 지원선, 스마트부표, 다목적 부유식 테스트베드, ROC 및 가상 환경을 연계 운영하는 공용 시험평가 체계 마련 필요

5. 활용방안 및 기대효과

☐ 활용방안

- 자율운항선박 핵심기술 검증 인프라로 활용
- ROC 기반 원격운항 및 실증에 활용
- 자율운항선박 표준화·시험평가·정책 지원에 활용
- IMO MASS Code의 EBP 대응을 위한 실증 트랙 레코드 축적

☐ 기술적 기대효과

- 가상환경과 실험해역을 연계한 자율운항선박 검증 체계 확보
- 자율운항 시스템의 실선 적용성 및 신뢰성 향상
- 실증 결과 기반 시험평가 기준 및 성능검증 가이드라인 개발

☐ 경제적 기대효과

- 기업의 실증 비용 절감 및 상용화 기간 단축
- 국내 조선·해양 ICT 산업 경쟁력 강화
- 자율운항선박 산업 국제적 기술 선도

☐ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 해양사고 예방 및 운항 안전성 향상
- 실증 인프라를 중심 산·학·연 협업 생태계 조성
- 지역 기반 해양모빌리티 실증 허브 구축

☐ 규제개선 요구사항

- 실험해역 자율운항 실증 확대를 위해 운항승인, 시험해역 지정, 원격운항 절차, 실증 데이터 활용 등에 대한 관계기관 협의 및 제도 연계 필요

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 42개월 이내(1차년도 개발기간 : 6개월, 2~4차년도 : 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 35억원 이내(총 정부지원연구개발비 300억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 비영리기관
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-05		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E ☒ S ☒ G ☐ 해당없음		
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	완전자율운항선박 전선(Ship-wide) 자율안전관리 통합 대응플랫폼 개발				
	(TRL : [시작] 2단계 ~ [종료] 6단계)				
1. 개념 및 정의					
☐ 개념 - 완전자율운항선박(IMO Lv.4)의 지속가능한 운항 안정성을 보장하기 위해, 선내 전 영역(갑판, 화물창, 거주구, 기관실 등)에 발생하는 복합적인 물리적 사고를 전선 단위에서 대응하기 위하여 선내 각종 안전시스템을 통합하고 자율적으로 제어하는 안전대응 플랫폼 ☐ 정의 (통합형 선박 안전시스템 자율운영 기술) 선내 고정식 방재 설비 및 안전자산을 유기적으로 통합 지휘하여 전선 단위에서 AI 기반 자율적 대응으로 선박 생존성을 보장하는 기술 (능동형 자율대응 기술) 선박 전반의 물리적 사고 인지 시, 확산규모와 경로를 예측하여 격벽 폐쇄, 소화제 방출, 배수시스템 가동 등 초동대응을 자율적으로 수행하는 능동형 대응 기술					

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 완전자율운항선박의 생존성과 직결된 전선(Ship-wide) 영역의 복합적 사고를 AI 기반으로 감지·판단하여 선내 안전 시스템을 통합제어하여 선박 생존성을 보장하는 자율 안전관리 통합 프레임워크 및 플랫폼 개발
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	AI 사고 탐지 정확도	%	96% 이상	90% 이상	96% 이상 (미국, Northrop Grumman)
2	AI 사고 탐지 오탐율	건/1,000hrs	1.0 이하	5.0 내외	0.5 이하 (노르웨이, DNV)
3	물리적 비상상황 자율대응 시나리오	건	3건 이상	-	3건 (화재, 침수, 가스누출) (미국, 해군 USV)
4	비상상황 자율대응 성공율	%	90% 이상	-	95% (미국, 해군 USV)
5	선내 안전시스템 연동	종	5종 이상	-	10종 이상 (노르웨이, Kongsberg)
6	실선 환경 모사 정합성	%	90% 이상	-	95% (노르웨이, SINTEF)

□ 개발 내용

- 완전자율운항선박 사고대응시스템 요구조건 분석 및 최적 시스템 설계
 - 무인운항선박 환경에서의 사고 시나리오 도출 및 상황 확산 예측모델링 기술개발
 - 이기종 센서 융합기반의 고신뢰 사고인지 멀티모달 AI 모델 및 아키텍처 설계
 - 선내 격벽 및 소화 설비의 원격·자율 제어를 위한 Fail-safety 로직 개발
- 이종 안전시스템 통합 기술 개발
 - AI 기반 사고 지점 정밀식별 및 자동격리·소화 등 통합 의사결정 알고리즘 개발
 - AI 기반 복합사고 발생 시 선내 안전시스템 최적 운용/분배 알고리즘 개발
 - 사고상황 데이터 체계 표준화 및 5종 이상 선내 안전시스템 인터페이스 구축
- 테스트베드 기반 자율대응 플랫폼 구축 및 성능 실증
 - 자율적 AI 시스템 오탐/미탐율 개선 및 평가기반 시제품 수준의 성능고도화
 - 완전자율운항선박의 비상상황 고려 구동성능 평가 테스트베드 구축
 - 물리적 비상상황에서의 시스템 이중화 시스템 및 독립적 가용성 시험평가
- 개발기술 분야와 관련된 국제 표준화 활동 지원
 - “자율운항을 위한 경보 및 알림체계 표준” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 및 기술문서 대응 등
 - 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	AI 기반 사고 인지/판단/대응 알고리즘	7	소프트웨어 (알고리즘)	시뮬레이션 및 테스트베드
2	AI 기반 통합 안전운영 플랫폼	6	시제품 수준 제어 SW	시뮬레이션 및 테스트베드

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 『자율운항선박』 선행사업 성과
 - ‘21~’26년 기간에 선행된 『자율운항선박 기술개발 사업』을 통해 화재·침수 대응 콘솔 및 UI 시제품, 시나리오 DB, 센서연동 및 이중화 기술 등을 개발하여 기초 인프라를 확보함
 - 장비간 이중화 및 표준화 검증 기술 등 하드웨어적 안정성을 일부 확보했으나, 선원 부재 상황에서 AI가 사고를 스스로 인지하고 소화·격리 설비를 직접 제어하는 완전 자율화 수준의 신뢰성은 확보하지 못함

□ 국외 기술 동향

- 무인함정(NASV) 안전·보안 체계 확보
 - 미 해군 무인수상정(NASV) 전용 화재 보호 요구사항을 정의하고 감지 이중화, 구획화 기술 및 통신 단절 상황에서도 작동하는 Fail-Safe 자율소화 제어기술 실증
 - Ghost Fleet Overload 프로젝트 등 생존성 향상을 위한 지능형 손상통제 시스템 및 선체 무결성 실시간 모니터링 기술을 실선 함정에 탑재·운용

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- (완전자율운항선박의 생존성 확보) 인적 대응이 원천적으로 불가능한 상황에서 시스템 스스로 비상상황을 진압하고 무결성을 유지하는 기술로 자율운항 상용화를 위한 핵심기술력 확보 필요
- (AI 기반 자율적 사고대응) 인간의 인지능력을 초월하는 AI 융합센서 기술을 통해 사고 징후를 사전에 식별하고 즉각적인 자율 대응을 수행하여 대형해양사고를 근본적으로 예방
- (선행사업 성과 연계) ‘21~’26년에 선행된 『자율운항선박 기술개발 사업』을 통해 선원 및 육상 제어사의 원격 개입을 전제한 대응 방안은 확보되었으나, 선원이 부재한 상황에서 AI가 선박 안전시스템을 통합 제어/운영하는 완전 자율화 수준의 대응기술은 전무함
- (국소구획 중심 대응기술) 선내 특정 단일구역(기관실, 화물창 등)을 대상으로 사

고상항(화재, 침수 등)의 대응 기술은 확보하였으나 전선 단위의 소화/배수, 격벽 차단, 환기댐퍼 등 안전시스템과 연동하여 다구역 위험을 통제하는 기술은 미비

□ 경제적 지원필요성

- (글로벌 자율운항 시장 경쟁력 강화) 세계 최고수준의 안전·보안 플랫폼을 확보함으로써 글로벌 자율운항 시장에서의 K-조선 고부가가치 선박 수주 지배력 유지
- (조선 기자재 후방산업 기술 고도화) 외산 의존도가 높은 지능형 소화·안전 센서 및 하드웨어 보안 모듈 국산화 개발을 지원하여 국내 중소·중견 기자재 업체의 글로벌 경쟁력 강화 및 수출 촉진 가능
- (해사보험 및 OPEX 절감) 신뢰성이 확보된 자율사고 대응시스템 구축을 통해 해상 보험료를 낮추고 인적 과실에 의한 손실을 최소화 하여 경제적 편익 극대화

□ 정부/정책적 지원필요성

- (IMO MASS Code 선제적 대응) '32년 시행예정인 IMO 강제규범에서 요구하는 고도의 안전시스템 요건을 국산 표준기술로 충족하여 기술 무역장벽을 해소
- (K-조선 초격차 전략 및 해양안전 확보) 『자율운항선박법』 및 『K-조선 초격차 비전 2040』에 명시도니 국가 전략기술 육성 및 해양 안전을 확보하기 위한 국가 주도의 적극적인 투자지원 필요

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- (완전자율운항선박 안전패키지 적용) AI완전자율운항선박의 화재·폭발·침수 대응을 위한 표준통합 안전 시스템으로 탑재하고 기존 선박의 무인화 개조 시 핵심 보안 솔루션으로 적용 가능
- (IMO 및 표준화 기술근거 확보) 실증결과 및 검증절차 등을 IMO MASS Code 및 ISO/IEC 국제표준 제안의 핵심 근거자료로 활용하여 글로벌 표준화 주도권 확보

□ 기술적 기대효과

- (고신뢰성 독립형 생존기술 국산화) 인적 대응이 불가능한 상황에서 AI가 자율적으로 사고를 인지/판단하여 물리적 제어를 수행하는 고난도 사고대응 기술 내재화로 선박 생존선 극대화 기대
- (의사결정 알고리즘 정밀도 향상) 이기종 센서 기반 정밀인지로 사고위치와 규모를 오차없이 식별하여 최적 대응 프로토콜을 능동적으로 가동하는 지능형 안전체계 확보

□ 경제적 기대효과

- (글로벌 자율운항 시장 수주 경쟁력 제고) 세계 최고수준의 안전·보안 패키지 기술 우위를 선점하여 K-조선의 고부가가치 선박 수주 점유율을 확대하고 핵심 부품 국산화에 따른 부가가치를 증대
- (선대 운영효율 최적화) 신뢰성 높은 사고대응 체계구축을 통해 인적과실에 의한 손실을 방지하고 해상 보험료 인하를 통한 선주 경제적 편익 증대

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- (해양사고 및 환경오염 방지) 선박의 화재·폭발·침수의 조기 진압을 통해 선박 침몰 및 대규모 오일유출 등 심각한 해양 생태계 오염방지를 적극적으로 차단하여 환경 보호에 기여
- (고부가가치 일자리 창출) 사고대응 업무를 시스템으로 대체하고 육상 관제 및 시스템 검증 전문가 일자리를 창출하는 산업기반을 마련하여 해양 인력구조 전환 기대

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 5.3억원 이내(총 정부지원연구개발비 200억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-06		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제				
	ESG ☐ E ☒ S ☒ G ☐ 해당없음				
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	완전자율운항선박 지능형 통합 사이버 보안 및 복원 체계 개발				
	(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 8단계)				
1. 개념 및 정의					
□ 개념 ○ 완전자율운항선박(IMO Lv.4)은 인공지능이 사람을 대신해 운항을 수행하는 선박으로, 항해·기관·통신 등 주요 기능이 소프트웨어와 통신망으로 연결되어 동작하며, 이로 인해 선박을 노린 사이버 공격은 곧 운항 안전 문제로 이어짐. 본 체계는 이러한 완전자율운항선박이 안전하게 항해를 이어갈 수 있도록 사이버 위협을 선박이 직접 방어하고 사고 발생 시 자율적으로 복구하는 통합 보안·복원 체계임 ○ 완전자율운항선박은 사이버 공격 발생 시 즉각적인 인적 대응이 어려워, 한 번의 침해사고가 충돌·좌초 등 해상 사고로 이어질 수 있음. 이에 본 체계는 거버넌스·식별·보호·탐지·대응·복구의 과정을 인공지능 기반 단일 프로세스로 통합하여, 사이버 공격 상황에서 선박이 위협을 스스로 판단하고 회복하는 사이버 복원력(Cyber Resilience) 구현함 □ 정의 ○ 완전자율운항선박 지능형 통합 사이버 보안 및 복원 체계란, 선내 시스템·통신망·육상 원격관제센터에 걸쳐 발생하는 사이버 위협에 선박이 자율적으로 대응하는 통합 기술. 인공지능이 사람을 대신해 운항을 수행하는 완전자율운항선박은 항해·					

- 기관·통신 기능이 소프트웨어와 통신망으로 연결되어 사이버 공격에 상시 노출되나, 위협 발생 시 즉각적인 인적 대응이 어려운 특성을 가짐. 이에 본 체계는 거버넌스·식별·보호·탐지·대응·복구 기능을 단일 체계로 연결하여, 국제 규제 대응과 위협의 사전 식별·예방, 다층 방어 기반 실시간 탐지·차단, 사고 발생 시 자율 복구를 수행
- 개별 보안 제품의 단순 결합이 아닌, 사이버 공격 상황에서 선박이 스스로 판단·회복하는 사이버 복원력(Cyber Resilience)을 구현하는 완전자율운항선박 특화 통합 사이버 보안 솔루션임

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- (최종목표) 완전자율운항선박(IMO Lv.4)이 사이버 위협 상황에서도 항해를 안전하게 이어갈 수 있도록, 거버넌스·식별·보호·탐지·대응·복구 전 과정을 인공지능 기반 단일 프로세스로 통합한 지능형 통합 사이버 보안 및 복원 체계를 개발하고, 실증선 기반으로 검증
- (거버넌스) 소프트웨어 자재명세서(SBOM) 기반 공급망 리스크 관리, 국제 표준 대응 정책 수립 및 사이버 보안 리스크 관리 전략 체계 수립
- (식별) 선박 탑재 소프트웨어·펌웨어·AI 모델 등 전주기 자산 식별 및 위성통신·5G·V-SAT 통신망 취약점 분석과 선박 위협 평가 체계 구축
- (보호) 제로트러스트 아키텍처 기반 양자내성암호(하이브리드)·접근제어·암호키 관리 시스템·역공학 방지(안티템퍼링) 보호기술 개발 및 랜섬웨어 대응
- (탐지) AI 기반 실시간 이상행위 탐지(IDS/IPS·EDR 및 기타 시스템 로그 분석 연계) 통합 모니터링과 선박 환경 위협 탐지 체계 구현
- (대응) 자율 대응·복구 기반 무중단 정책 전환, 소프트웨어 자동 패치·취약점 복구 및 디지털 트윈 기반 침해사고 대응 시나리오 실증
- (복구) 하드웨어 이중화·자동 백업 및 복원 체계 구축, 선박 - 육상 관제센터 연계 실시간 위협 정보 공유와 운영 연속성 확보
- 주요 성과물
- 딥러닝 기반 AI 실시간 이상행위 탐지 기술 개발
- AI 기반 네트워크 접근제어 시스템 개발(제로트러스트, 마이크로세그멘테이션)
- 이기종 선박 운영환경 지원 엔드포인트 보안 기술 개발(바이러스·악성코드·랜섬웨어 대응 등)
- 암호화 체계 및 검증 시스템 개발(양자내성암호, 암호키 관리, 역공학 방지, 무결성 검증 기술)
- 선박 위험도 분석, SBOM 기반 공급망 보안·취약점 분석 및 디지털 서명·자동 패치 기술 개발
- 디지털 트윈 연동 기반 공격 경로 분석·공격 예측 및 선박 - 육상 위협 정보 공유 체계를 갖춘 통합 보안 관제 기술 개발(차세대 암호 기반 AI 로그 분석 및 실시간

관제 데이터 처리)

- 무중단 운항 연속성 확보를 위한 비상 운항 모드 및 자동 복구 체계 개발(하드웨어 이중화·자동 전환, 백업·복원 기능)
- 실증선 기반 종단간 통합 테스트, 국제 사이버 보안 인증 획득 및 글로벌 협력 네트워크 확보(UR E27 인증 및 사이버 대응체계 수립)

○ 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	AI 기반 네트워크 위협 실시간 탐지 기술 (위협 탐지 정확도, F1 Score)	%	95 이상	93~95	98% (영국 / Darktrace)
2	자율 대응·복구 시스템 (탐지 후 자율 대응 시간)	초(sec)	10 이내	10~15초	1~5초 (미국 / CrowdStrike)
3	엔드포인트 보안 모듈 (랜섬웨어·악성코드 탐지·차단율)	%	98 이상	96~98	99~100% (미국 / CrowdStrike)
4	양자내성암호 보안 모듈 (PQC 키 교환 처리 시간)	ms	50 이하	50~100	1ms (미국 / NIST)
5	보안부팅·코드서명 기반 펌웨어·SW 역공학 방지 (무결성 검증 시간)	초(sec)	10 이내	10~20	1~3초(육상) (미국 / Google)
6	SW 공급망 보안 관리 (SW 구성요소 자동 식별률)	%	92 이상	80~85	90~95% (미국 / Synopsys)
7	취약점 위험도 분석 기반 SW 자동 패치 검증 (자동 패치 적용 시간)	분(min)	50 이내	수 시간 (수동 패치)	15~30분 (미국 / Rapid7)
8	디지털 트윈·차세대암호 기반 실시간 분석·관제 (분석 시간)	초(sec)	10 이내	수 분	5~15초 (미국 / Dragos)
9	이중화·자동 전환 기반 사이버 사고 후 무중단 운항 복구 (복구 시간)	분(min)	30 이내	기준 없음	15~30분 (노르웨이 / Kongsberg Maritime)

□ 개발 내용

- 인공지능 기반 위협 탐지·자율 대응 및 제로트러스트 네트워크 접근제어 기술 개발
 - 제로트러스트 아키텍처 기반 소프트웨어 정의 경계·마이크로세그멘테이션·최소권한 제어 및 다중요소 인증 체계 개발
 - 인공지능 기반 네트워크 트래픽 이상징후 탐지 모델, 행위 기반 랜섬웨어 탐지, 머신러닝 기반 악성코드 탐지 및 공격 전술·기법·절차 탐지 를 자동 생성
 - 보안 정보·이벤트 관리(SIEM) 플랫폼 기반 통합 모니터링, 사이버 위협 인텔리전스 연동 및 보안 자동화 연계 자율 대응·복구 엔진 개발
- 이기종 선박 운영환경 지원 엔드포인트 보안 및 통신 인프라 보호 기술 개발
 - 이기종 선박 운영환경 지원 보안 에이전트, 엔드포인트 탐지·대응 및 악성코드·랜섬웨어 대응 플랫폼 개발

- 위성통신·V-SAT 저대역폭 환경 특화 네트워크 트래픽 이상 패턴 실시간 탐지·차단 기술 개발
- 위성항법(GNSS) 스푸핑·전자파 재밍 위협 식별, 신호 무결성 검증 및 대체 항법 체계 분석·통신망 이중화 채널 구성
- 양자내성암호·암호키관리·위변조·역공학 방지 기반 기술 개발
 - 양자내성암호 기반 암호화 체계, 암호키관리시스템 기반 키 생성·배포·갱신·폐기 자동화 및 하드웨어 보안 모듈 연계 기술 개발
 - 보안 부팅·코드 서명·신뢰 플랫폼 모듈(TPM) 기반 런타임 무결성 검증, 바이너리 난독화·역공학 방지 및 물리 개조 감지·자동 키 관리 기술 개발
 - 백업 데이터 무결성 보장·암호화 저장, 파일·폴더 단위 버전 백업 및 시점 백업 기반 복원 시스템 개발
- 소프트웨어 자재명세서(SBOM) 기반 공급망 거버넌스·자산 식별·취약점 관리 및 자동 패치 기술 개발
 - 선박 탑재 소프트웨어·펌웨어·AI 모델 전주기 자산 식별 체계, 선박 특화 SBOM 스키마·자동 생성·디지털 서명 체계 및 공급망 리스크 관리 기술 개발
 - 소프트웨어 취약점 자동 탐지 도구(메모리 취약점 포함) 개발, 자율운항선박 특화 취약점 데이터베이스 구축 및 취약점 위험도 분석
 - SBOM 기반 패치 추천·영향도 분석, 취약점 자동 패치 적용·복구 기술 및 공급망 무결성 검증 체계 개발
- 디지털 트윈 기반 통합 보안 관제 및 침해사고 대응 플랫폼 개발
 - 디지털 트윈과 연동하여 공격 경로 분석·공격 예측 및 패킷 재생(리플레이) 기반 위협 검증을 수행하는 통합 보안 관제 기능 개발
 - 차세대 암호 기반으로 암호문을 복호화하지 않고 분석하는 AI 이벤트 로그 분석·실시간 관제 처리 플랫폼 개발
 - 선박-육상 위협 정보 실시간 공유 및 비상상황 시 육상 관제센터 연계 공동 대응 체계 구축, 디지털 트윈 기반 사전 보안 위협 시뮬레이션 검증 체계 구축
- 무중단 운항 연속성 확보를 위한 자동 복구 및 비상 운항 체계 개발
 - 하드웨어 이중화 기반 자동 전환·서비스 정상화 및 운영환경 자동 복원 체계 구축
 - 대체 운영 모드·최소 기능 비상 운항 모드 정의 및 육상 원격 지원 연계 재해복구·업무 연속성 체계 구축
 - 사이버 사고 후 복구 시간 단축을 위한 솔루션 고도화(정확도 향상·오버헤드 감소·실선 적용 안정화) 및 글로벌 사이버보안 협력 네트워크 확보
- 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원
 - “자율운항을 위한 경보 및 알림체계 표준”, “무인 지능형 시스템 사이버 대응 및 복구 솔루션 개발” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 및 기술문서 대응 등
 - 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	딥러닝 기반 선박 위협 실시간 탐지·자율 대응	TRL 7	시작품 / AI 기반 통합 사이버위협 탐지·대응 솔루션 (SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
2	제로트러스트 네트워크 접근제어 (SDP·마이크로세그멘테이션·다중 요소 인증)	TRL 7	시작품 / 제로트러스트 접근제어 시스템 (SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
3	이기종 선박 운영환경 지원 엔드포인트 보안 및 통신·항법 인프라 보호	TRL 7	시작품 / 엔드포인트 보안 에이전트 및 통신·항법 보호 모듈 (SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
4	양자내성암호·암호키관리 기반 데이터 암호화	TRL 7	시작품 / 양자내성암호·키관리 보안 모듈 (SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
5	신뢰 플랫폼 모듈 기반 위변조·역공학 방지 및 무결성 보호	TRL 7	시작품 / 위변조·역공학 방지 보안 플랫폼 (HW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
6	소프트웨어 자재명세서(SBOM) 기반 공급망 취약점 관리	TRL 7	시작품 / SBOM 생성·취약점 관리(SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
7	디지털 트윈 기반 통합 보안 관제 및 침해사고 대응	TRL 7	시작품 / 디지털 트윈 연계 통합 관제 플랫폼 및 관제센터 연계 API (SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
8	무중단 운항 연속성 확보를 위한 자동 복구 및 비상 운항 체계	TRL 7	시작품 / 자동 복원·복구 기반 사이버 복원 솔루션 (SW)	실증선 및 시뮬레이터 환경
9	하드웨어 이중화·자동 전환 기반 무중단 운항 연속성 확보	TRL 7	시작품 / 이중화·자동 전환 기반 무중단 운항 솔루션 (HW)	실증선 및 시뮬레이터 환경

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 국내 해양 사이버보안 분야는 한국해양대학교 해양 사이버보안 센터를 중심으로 자율운항선박 및 해양 관련 시스템 사이버 위협 분석과 보안 솔루션 개발 연구가 수행되고 있으나, 탐지 중심의 초기 단계에 머물러 있음
- 해양수산부는 2023년 4월 「해사 사이버안전 관리지침」을 교통 분야 최초로 제정·시행하고, 같은 해 10월 '해사 사이버안전 종합대책'을 수립하는 등 제도적 기반을 마련하였으나, 선박 특화 복구·복원력 기술 개발은 미흡한 수준
- 방위산업 분야에서는 방위사업청 및 국방기술진흥연구소지원 하에 소프트웨어 플랫폼 보호, 역공학 방지, TPM(Trusted Platform Module) 기반 안티탐퍼링 솔루션 연구가 진행 중이나, 민간 선박 분야로의 전이·적용은 미흡
- * 주요 조선사 및 IT기업이 협력하여 운항 데이터 보안, 원격제어 시스템 안전성 검증, 디지털 복원력 강화 기술 연구를 수행 중이나, AI 기반 자동화 대응 및 독자적 복구 알고리즘 개발은 초기 단계에 불과

□ 국외 기술 동향

- (영국) Cyberowl은 MEDULLA 플랫폼을 통해 2019년부터 유럽 및 아시아 선주사 소속 약 2,000척 선박의 사이버 리스크를 관리하고 있으며, 선박 특화 사이버 위협 모니터링 분야의 선도적 위치를 점하고 있음
 - * 한화 약 70억 원(US\$5.1M) 규모의 투자 유치에 성공하며 선박 사이버보안 전문 플랫폼으로서의 상업성을 입증
- (미국) Claroty는 CTD(Continuous Threat Detection) 솔루션을 통해 선박 내부 OT(운영기술) 네트워크 모니터링 및 보안 솔루션을 제공하고 있으며, 현재 산업 제어시스템(ICS) 사이버보안 시장에서 세계 1위를 기록 중
 - * GPS 스푸핑, 데이터 위·변조, 원격제어 해킹 등 다양한 사이버 공격 벡터에 대응하는 실시간 위협 탐지 기술을 상용화 단계로 발전시킴
- 미 해군은 무인수상함(USV)에 대한 사이버 공격 및 무단 조작 방지를 위한 안티 탬퍼링 기술을 도입 중이며, 위성·LEO 기반 해양통신망 보안 강화와 연계한 다중 통신 환경의 사이버 대응 실험을 확대 수행 중
- (노르웨이) DNV는 자사 선급 인증 요건과 연계한 선박 사이버보안 시험·평가 서비스를 제공하고 있으며, IMO·IEC 국제 표준화 논의를 주도하며 기술·인증 양면에서 글로벌 주도권을 확보 중
 - * 노르웨이의 DNV는 2024년 9월 선박 사이버 위협 모니터링 전문기업 CyberOwl을 인수하고, 기존 Nixu·Applied Risk 인수로 설립한 DNV Cyber와 결합하여 세계 최대 수준의 해양 사이버보안 전문 서비스 기업으로 부상하였으며, Medulla 플랫폼을 통해 수백 척의 선박을 대상으로 사이버 위협 모니터링·규제 대응 서비스를 제공 중
- (일본) K-Line(해운사)은 2022년 AI 기반 사이버보안 플랫폼 'Cybereason'을 도입하여 NGAV·EDR·24시간 MDR 서비스를 통한 선육간 통신 보안 및 실시간 위협 대응 체계를 구축하는 등, 일본 주요 해운사들은 AI를 활용한 선박 사이버 위협 탐지·대응 기술을 실선에 적용하는 단계로 진입하고 있음

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- AI완전자율운항선박의 자동제어·디지털화 확산에 따라 GPS 스푸핑, 데이터 위·변조, 원격제어 해킹 등 다양한 사이버 공격 벡터에 대한 노출이 급격히 증가하고 있으며, 기존 유인선박과 달리 인적 즉각 대응이 불가하여 사이버 위협 발생 시 제어권 상실, 운항 중단, 안전사고 등 치명적 결과로 이어질 수 있음
- 자율운항선박은 IT와 OT 시스템이 기존 선박보다 훨씬 긴밀하게 연계되어 공격 표면이 더 크고, 측위 시스템·센서·펌웨어·선박 통신망·원격 운용 시스템 등이 모두 사이버 공격 벡터로 식별되는 만큼, 이 중 단 하나라도 침해될 경우 인간의 즉각적 개입이 불가능한 완전 무인 환경에서는 선박 전체의 제어권 상실로 이어질 수 있어 사이버보안은 레벨4 운항의 필수 전제 조건임
- 현행 보안기술은 침입 방지·사전 차단 중심이며, 사고 발생 이후의 신속한 자동 복구 체계는 미흡하여 완전 무인 환경에 적합한 탐지-대응-복구 통합 솔루션 개

발이 필수적

- 딥러닝 기반 이상행위 탐지(IDS), 실시간 사이버 공격 패턴 분석, Fallback 모드 자동 전환, 디지털 트윈 기반 위협 시뮬레이션 등 AI 융합 사이버 복원력 기술의 선제적 확보가 요구됨
- 위성통신, 5G, V-SAT 등 다중 통신망을 기반으로 선박-육상-관제 간 복잡한 데이터 흐름이 형성되는 자율운항 환경에서, 통신망 전 구간에 걸친 보안 취약점 분석 및 End-to-End 보안 프레임워크 구축이 기술적으로 시급
- 항법 데이터 무결성 검증 및 위·변조 대응 알고리즘은 자율운항의 안전성을 직접적으로 좌우하는 핵심 기반 기술로, 국내 독자 기술 확보 없이는 글로벌 자율운항 기술 경쟁에서의 종속 심화가 우려됨

□ 경제적 지원필요성

- 글로벌 선박 사이버보안 시장은 자율운항선박 상용화와 함께 급속히 성장하고 있으며, 국내 조선·해운산업의 경쟁력 유지를 위해 사이버 대응·복구 원천기술의 국산화가 경제적으로 긴요함
- 무인선박의 사이버 침해로 인한 운항 중단은 해운사에 막대한 경제적 손실을 유발하고, 사고 발생 시 해양 안전 위협과 환경 오염으로 이어져 사회·경제적 피해가 광범위하게 확산될 수 있음
 - * 해운 업계의 사이버 공격 1건당 평균 피해액은 이미 55만 달러(약 7.5억 원)를 초과하였고(HFW·CyberOwl·Thetius, 2023), 완전 무인 자율운항 환경에서는 피해 규모가 더욱 확대될 수 있어, 본 과제를 통한 선제적 사이버 대응·복구 기술 확보는 국내 선사·선박의 사이버 사고 피해를 방지하고 해운 운영의 경제적 안정성 제고에 직접적으로 기여할 것으로 기대됨
- 국내 기업들이 선박 사이버보안 핵심 기술을 독자 확보할 경우, 영국·미국·노르웨이 등 선도국의 고가 솔루션 수입 대체 효과와 함께 글로벌 시장 진출을 통한 신규 수익 창출이 가능
- IMO MASS Code(2032년 시행 예정) 대응을 위한 국제 인증·표준 기반의 사이버 보안 솔루션 패키지를 선제적으로 확보함으로써, 자율운항선박 관련 고부가가치 기자재 및 소프트웨어 수출 시장 선점이 기대됨

□ 정부/정책적 지원필요성

- IMO MASS Code의 2032년 강제화 일정과 국내 「자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률」(‘25.1 시행)에 근거하여, 완전자율운항선박의 안전 운항을 보장하는 사이버 대응·복구 기술개발에 대한 정부의 적극적 지원이 정책적으로 요구됨
- 민간 기업 단독으로는 자율운항 및 무인 선박에 대한 실증 인프라 구축 및 국제 표준 대응을 위한 장기 투자가 어려운 분야로, 공공 주도의 기술개발 지원을 통해 중소 보안기업 및 조선 기자재 업체의 기술 역량 제고 효과가 기대됨
 - * K-조선 초격차 비전 2040 및 스마트 자율운항선박 로드맵과의 연계 하에, 자율운항선박의 사이버 안전성 확보는 국가 해양 안보 및 해운 물류 인프라 보호 차원에서도 정부의 선제적 기술 지원이 필수적인 영역

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 개발된 AI 기반 사이버 위협 탐지·대응·복구 솔루션을 상용 자율운항선박 및 원격 관제센터(ROC)와 연계하여, 실시간 위협 탐지 및 안정적 운항 보장 체계로 직접 활용
- 선박 건조 단계에서부터 통합 보안 아키텍처를 적용하여, AI완전자율운항선박의 기본 안전 인프라로 상용화 추진
- 완전 무인 환경에서 사이버 위협 발생 시에도 선박이 스스로 탐지·대응·복구하여 목적지까지 안전하게 운항을 지속할 수 있도록 함으로써, 자율운항선박 상용화의 핵심 전제 조건인 무중단 안전 운항 신뢰성 확보에 기여 및 활용함
- 가상 해상환경(Digital Twin) 기반 보안 위협 시뮬레이션 플랫폼을 국내 조선소, 해운사, AI 스타트업과도 연계하여, 다양한 사이버 시나리오 기반 기술 검증 환경으로도 활용
- * 해양 에너지 설비, 자율 해양 드론, 연구선 등 다양한 무인 해양 플랫폼에 적용하여 운영 연속성과 데이터 보호 강화에 활용 가능

□ 기술적 기대효과

- 딥러닝 기반 이상행위 탐지(IDS) 및 실시간 사이버 공격 패턴 분석 기술 확보를 통해, 완전 무인 환경에서의 사이버 위협에 자율적으로 대응할 수 있는 국산 AI 보안 원천기술 확립
- Fallback 모드 자동 전환 및 공격 유형별 복구 알고리즘 개발로, 사이버 침해 발생 후에도 완전자율운항선박의 안전 운항 연속성을 보장하는 복원력(Resilience) 기술 체계 구현
- 선박 특화 IDS/IPS, End-to-End 보안 프레임워크, 항법 데이터 무결성 검증 알고리즘 등 자율운항선박 사이버보안 전주기 기술을 국내 독자적으로 확보하여, 외산 솔루션 의존도 해소 및 기술 자립도 강화

□ 경제적 기대효과

- AI완전자율운항선박 사이버 위협 대응 능력 확보를 통해 사이버 침해로 인한 운항 중단, 화물 손실, 해양사고 등 경제적 피해를 예방하고, 선박 운항의 신뢰성·안전성 강화로 해운사의 보험료 절감 및 운항 효율화 기대
- AI 기반 탐지·차단·복구 기술의 패키지화를 통해 국내외 선박 사이버보안 솔루션 시장(선박, 항만, 물류) 진출 기반 마련 및 신시장 창출 기여
- 국산 사이버보안 솔루션의 조선·해운 산업 보급 확산으로 고가의 해외 솔루션 수입 대체 효과 발생과 함께, 관련 보안 전문기업 및 IT/OT 기자재 업체의 동반 성장 견인
- * 글로벌 해양 사이버보안 시장은 2024년 약 31.9억 달러(약 4.3조 원) 규모로 평가되며, 연평균 12.5%의 고성장세를 유지하여 2033년에는 약 90.1억 달러(약 12.2조 원)에 달할 것으로 전망(Grand View Research, 2024)되는데, 국산 사이버 대응·복구 솔루션의 조기 상용화를 통해 글로벌 신시장 선점 및 수출 경쟁력 확보가 기대됨

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 완전자율운항선박의 사이버 안전성 확보를 통해 해양사고 발생 위험을 감소시키고, 이를 통한 인명 피해 및 해양 환경오염 예방 등 사회적 안전망 강화에 기여
 - 사이버 대응 종사자 대상 교육·모의훈련 체계 구축을 통해 전문 보안 인력 양성 및 해양 ICT 융합 분야 신규 일자리 창출 기대
- AI 완전자율운항선박과 같은 퍼지컬 AI 기술의 급격한 확산이 가져오는 사회 안전망 공백을 사이버보안 기술 개발로 선제적으로 보완함으로써, 기술 전환의 사회적 수용성 확보에 기여
 - 본 과제를 통한 AI 기반 사이버 대응·복구 기술의 확보는 단순한 보안 기술 개발을 넘어, 완전자율운항선박이라는 파격적 기술 혁신이 사회적으로 안전하게 수용될 수 있도록 하는 기술적 사회 안전망의 핵심 요소로서, 기술 전환에 대한 사회적 신뢰 기반 구축에 기여

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 66개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~6차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 8.5억원 이내(총 정부지원연구개발비 107.7억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 중소·중견 기업
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-07		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인기관 자동화 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E ☒ S ☒ G ☐ 해당없음		
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	기관실 안전관리 AI 시스템 개발				
	(TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)				
1. 개념 및 정의					
개념 ○ 무인화 선박 환경에서 기관실 내 발생 가능한 위험 요소를 실시간으로 감지·분석·예측하고, AI 기반 자율 안전관리 기술을 통해 무인·원격 환경에서도 선박 안전성과 운항 신뢰성을 확보할 수 있는 “기관실 안전관리 AI 시스템” 개발에 목적이 있음 - 선박 내 기존 안전설비 및 감시 시스템과 연계하거나, 필요시 이동형·고정형 플랫폼을 활용하여 기관실 데이터를 수집·통합하고, AI 기반 위험 판단·대응 알고리즘을 통해 이상 상황을 조기 감지 및 자율 대응하는 통합 안전관리 프레임워크 구현 정의 ○ 기관실 내 기존 안전설비, 감시 시스템 등 다양한 데이터 수집 체계를 연계하여 위험 상황을 실시간으로 감지·예측·대응하는 AI 기반 기관실 안전관리 기술 개발 - 온도, 압력, 가스농도, 진동, 영상 등 기관실 데이터를 기반으로 화재, 폭발, 누출 및 설비 이상을 조기 탐지·진단·예측하는 AI 분석 및 위험 예측 알고리즘 개발 - 위험 상황 발생 시 경보 발령, 소화설비 연동, 비상 차단 및 원격 대응이 가능한 AI 기반 통합 안전관리 SW 개발 - 기존 플랫폼을 활용한 위험 지역 모니터링, 현장 확인 및 추가 데이터 수집 기술 개발					

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 무인화 선박 환경에서 기존 안전설비, 감시 시스템과 AI 기술을 연계하여 기관실 내 위험 상황을 실시간으로 감지·예측하고, 원격 모니터링 및 자율 대응이 가능한 AI 기반 기관실 안전관리 시스템 개발
 - 실시간 위험 상황 감지 및 예측 정확도 향상을 통한 선박 안전성 및 운항 신뢰성 제고
 - 기관실 위험 요소에 대한 AI 기반 통합 감시·판단·대응 체계 구축
 - 기존 선박 안전설비 및 기관제어시스템과 연계가 가능한 AI 기반 자율 안전관리 플랫폼 구현
 - 기관실 비상상황 안전관리 플랫폼 검증 및 기술 표준 가이드라인 제정
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	위험 상황 감지 정확도	%	95% 이상	-	- (노르웨이, Kongsberg)
2	실시간 데이터 처리 및 분석 속도	sec	1초 이내	-	- (노르웨이, Kongsberg)
3	AI 기반 기관실 통합 안전관리 SW	건	1 (SW)	-	-
4	실시간 모니터링·경보·이력관리 기능을 포함한 감시통제 서버 SW	건	1 (SW)	-	-
5	이상 징후 발생 시 알람 발령 소요 시간	sec	30초 이내	-	- (노르웨이, Kongsberg)
6	기관실 안전관리 플랫폼 기술표준 가이드라인	건	1	-	-

□ 개발 내용

- 기관실 안전관리 시스템 요구사항 정의 및 설계·개발
 - 기관실 환경 데이터(가스·온도·압력·진동·영상 등) 통합 수집 및 데이터 연계 모듈 설계·개발
 - 유·무선 기반 실시간 데이터 통신 및 통합 인터페이스 기술 개발
- AI 기반 안전관리 서비스 정의 및 SW 개발
 - 위험 상황(화재·누출·과열 등) 감지·판단 알고리즘 요구사항 정의
 - 위험 예측 및 진단 AI 모델 설계·학습·최적화
 - 기존 선박 안전설비와 연계 가능한 AI 기반 자율 대응 및 통합 제어 SW 개발
 - 실시간 모니터링·경보·이력관리 기능을 포함한 통합 관제 서버 SW 개발
 - 완전 무인화 선박 환경을 고려한 안전관리 서비스 통합 실증 및 최적화 지원

○ 기관실 비상상황 안전관리 플랫폼 기반 통합 거버넌스 구축

- 선내 안전 프로토콜 운용/제어 및 시스템간 연동 등을 포함한 통합 거버넌스 프레임워크 개발
- 기존 선내 소방·안전 설비 및 시스템과의 유기적 연동 및 통합운영을 위한 표준 가이드라인 및 시험평가 절차서 개발
- IMO, ISO, IEC 등 국제기구 대상 MASS 안전시스템 인터페이스 및 운용 표준제안

○ 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원

- “자율운항을 위한 정보 및 알림체계 표준” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 및 기술문서 대응 등
- 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	다중 센서 및 통신 기반 기술을 활용한 안전 모니터링 시스템	6	통합 데이터 수집·모니터링 시스템 시제품	육상 테스트베드
2	AI 기반 기관실 위험 상황 감지·예측 및 진단 기술	6	위험 감지·예측 AI 모델	시뮬레이션/테스트베드
3	AI 기반 기관실 자율 대응 및 통합 안전관리 기술	6	통합 안전관리 및 관제 SW	시뮬레이션/테스트베드

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 정부는 2030년까지 자율운항선박 상용화를 목표로 AI·센서·통신 융합 기반 핵심 기술 개발과 실증사업을 추진 중이며, 기관실 자동화·원격제어 기술의 고도화를 통해 무인화 운항 안전성 확보를 가속화하고 있음

□ 국외 기술 동향

- 영국 Rolls-Royce는 구글·인마센과 협력해 AI 기반 원격조종·자동피항 기술을 개발, 2030년 원양 완전자율운항을 목표로 단계별 로드맵 추진 중
- 노르웨이 Kongsberg는 Wilhelmsen과 합작해 세계 최초 AI 자율운송 전문사 Massterly를 설립, 기관실 예지보전·안전관리 실증 프로젝트 수행
- 핀란드 Wartsila는 해양 디지털 전문사 인수로 AI 기반 스마트마린·DP 시스템, 에너지 최적화 솔루션을 통합 제공
- 일본 NYK는 AI·ICT 융합으로 추진계통·항해 시스템을 고도화하고 SSR 자동피항 기술을 개발
- 중국 HNA는 중국선급과 ‘Unmanned Cargo Ship Development Alliance’를 구성, AI·빅데이터·통신 융합 무인화 선박 개발 추진

4. 지원필요성

☐ 기술적 지원필요성

- 해양 분야 AI 기술 적용의 시급성
 - 자율운항선박의 보급 확대와 더불어, 기관실 내 화재·폭발·가스누출 등 안전사고는 여전히 주요 리스크로 존재함
 - 기존의 센서 기반 감시 시스템은 단일 기능 위주로 동작하며, 복합 위험 상황 인지·판단·대응 능력이 제한적임
 - 기관실 내 다양한 안전설비 및 감시 시스템 데이터를 AI 기반으로 통합 분석하여 위험 상황을 사전 감지·예측하고 자율 대응할 수 있는 통합 안전관리 기술 확보 필요

☐ 경제적 지원필요성

- 해양·조선산업의 고부가가치 창출 기반 마련
 - AI 기반 기관실 안전관리 기술은 자율운항선박, LNG·암모니아·수소 연료 추진선, 해양플랜트 등 차세대 고부가가치 선박 시장에 적용 가능
 - 선박 사고 예방, 유지보수 비용 절감 및 운항 효율 향상을 통해 선사 운영비 절감 및 글로벌 경쟁력 강화 가능
 - AI 기반 기관실 통합 안전관리 기술의 국제 경쟁 심화가 예상되며, 국내 독자 기술 확보를 통한 수출 경쟁력 강화 필요

☐ 정부/정책적 지원필요성

- 고위험·밀폐 환경에서의 원격·무인 안전관리 수요 증가
 - 기관실은 고온·고습·소음·진동이 높은 환경으로, 인력의 장시간 상주가 곤란하며 사고 발생 시 진입이 어려움
 - 원격·무인 순찰과 AI 기반 분석 시스템은 상시 모니터링과 비상 대응을 가능하게 하여, 선박 안전관리 패러다임을 변화시킬 핵심 기술로 부상
- 글로벌 기술경쟁 및 표준 선점 필요
 - 유럽, 일본, 중국 등 주요 해양기술 선도국은 자율운항선박용 기관실 로봇 및 AI 기반 상태진단 기술에 대한 실증 연구를 진행 중
 - IMO(국제해사기구) 차원의 MASS(Maritime Autonomous Surface Ship) 안전기준 논의가 활발하며, 기관실 안전관리 기술 표준화가 경쟁적으로 추진되고 있음
 - 국내 독자기술 확보와 조기 표준 반영을 위해 선제적 R&D 투자가 필수

5. 활용방안 및 기대효과

☐ 활용방안

- 자율운항선박 기관실 안전관리 체계의 표준모델로 활용
 - 상선, LNG·암모니아·수소 추진선, 해양플랜트, 특수목적선 등 다양한 선종에 적용 가능한 통합 안전관리 시스템으로 확장 가능
 - 자율운항선박 통합 관제 시스템 및 디지털트윈 기반 선박 운영 플랫폼과 연계하여

스마트 선박 핵심 안전관리 기술로 활용 가능

□ 기술/경제적 기대효과

- 기관실 내 위험요소의 실시간 감지·예측 및 즉각 대응을 통해 사고 예방
 - 비상상황 대응 시간 단축 및 장비 고장으로 인한 운항 중단 최소화
 - 유지보수 주기 최적화로 운용 비용 절감 및 선박 가동률 향상
 - 환경 규제 대응 및 연료 효율 개선을 통한 배출가스 저감
 - 자율운항선박 분야에서의 기술 선도와 글로벌 경쟁력 확보

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 3.1억원 이내(총 정부지원연구개발비 48.5억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-08		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인기관 자동화 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E	☒ S	☒ G ☐ 해당없음
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	기관장비 수명예측 AI 모델 개발을 위한 빅 데이터 플랫폼 구축 및 신뢰성 평가 기술 개발				
	(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 6단계)				
1. 개념 및 정의					
□ 개념 ○ 완전자율운항선박의 기관실 무인화 운용 및 기관장비 수명예측 AI 모델 개발을 위해, 선박 기관실 주요 장비(엔진, 발전기, 펌프 등)의 운용·환경·정비 이력 데이터를 체계적으로 수집함 ○ 이에 더불어 기관 장비의 AI 생성 데이터와 가속수명시험 데이터 확보하여 빅데이터 플랫폼을 구축함 ○ 가속수명시험 및 AI 생성 데이터의 정합성을 검증하고, 기관 장비의 신뢰성 평가 기술을 개발함 □ 정의 ○ 기관 장비의 다원(多源) 데이터 파이프라인 및 빅데이터 플랫폼 구축 ○ 기관 장비의 선박 운항·환경·정비 이력 데이터 수집·정제·라벨링 ○ 기관 장비의 AI 합성·증강 데이터 및 가속수명시험 데이터 확보 ○ 기관 장비 혹은 빅데이터 기반 알고리즘 모델의 신뢰성 평가 기술 개발					

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

○ 최종목표

- 선박 기관 장비의 운항·육상시험·가속수명시험·정비 이력 데이터와 AI 기반 합성·증강 데이터를 통합 및 표준화하여 고품질 빅데이터 플랫폼 구축
- AI 기반 기관 장비 혹은 알고리즘 모델의 신뢰성 평가 기술 개발
- 구축된 빅데이터 플랫폼을 “AI기반 기관시스템 수명예측(CBM+) 및 무인제어/운용 기술 개발” 과제와 연계

○ 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	빅데이터 플랫폼 데이터베이스 유형	종	5	2종	5~10종 (미국, PCoE)
2	데이터 품질 검증 통과율	%	95 이상	-	약 90~95% (노르웨이, Kongsberg)
3	합성 및 증강 데이터의 실측 데이터 대비 분포 유사도	%	95 이상	-	약 90~95% (미국, MOSTLY AI)
4	기관장비 신뢰성 평가용 테스트베드 구축	종	2 이상	2종	5~10종 (독일, MTU Aero Engines)
5	기관장비 신뢰성 평가 기법 개발	종	2 이상	-	-

□ 개발 내용

○ 기관장비 다원 데이터의 수집·정제 및 빅데이터 플랫폼 구축

- 데이터 파이프라인 및 빅데이터 플랫폼 구축
- 선박 운항·육상시험·정비 이력 데이터 구축
- 센서 및 비전 데이터를 융합한 다중 모달 데이터 구축

○ 다원 데이터의 처리 및 정합성 평가 모델 개발

- 데이터 품질 기준 정의 및 자동 검증 체계 구축
- 결측·이상치 처리, 표준화·정규화 등 데이터 전처리 자동화 기술 적용
- AI 기반 합성·증강 데이터 생성 및 자동 정합도 평가 모델 개발

○ 기관 장비의 신뢰성 지표 산출 및 평가 기술 개발

- 다중 기관장비 평가용 시험 설비 운용 및 장비 내 주요 부품 가속 수명 데이터 확보
- 장비별 신뢰성 지표 산출 및 평가 기술 개발
- 다원 빅데이터 기반 AI 수명예측 기반 이상진단모델 검증 및 고도화

○ 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원

- 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	기관 장비 다원 데이터 수집·전처리 자동화 및 빅데이터 플랫폼 기술	6	빅데이터 플랫폼 1식 (데이터 유형 4종 이상, 품질 검증 통과율 95% 이상)	실선·육상시험 데이터 적용 검증
2	AI 기반 기관장비 데이터 합성 및 증강 기술	6	합성 데이터 생성 알고리즘 및 분포 유사도 검증 도구(유사도 95% 이상)	실측 데이터 대비 통계적 분포 검증
3	기관 장비 가속수명시험 설비 및 신뢰성 평가 기술	6	가속수명시험 설비 및 신뢰성 지표 산출 기술	시험설비 실증

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 정부는 2032년 IMO 레벨4 상용화를 목표로 자율운항선박 기술개발사업에서 기관 자동화·상태 모니터링 기술을 확보하고 후속 AI 완전자율운항선박 기술개발 사업을 통해 기관장비 수명예측·예지보전 기술과 실증 사업을 추진 중
- 국내 조선·해양기자재 기업과 연구기관은 주요 추진·보조기기의 운항·센서 데이터를 활용한 AI 수명예측 모델 개발과 선박 실증을 병행, 장비별 예지정비 적용 사례를 확대 중이나 다원 데이터 통합·표준화 기반의 빅데이터 플랫폼 구축은 초기 단계

□ 국외 기술 동향

- 영국 Rolls-Royce는 항공·해양 분야에서 디지털 트윈 기반 IntelligentEngine 플랫폼을 운영, 실시간 운항 데이터와 AI 분석을 결합한 엔진·발전기 수명예측 및 정비 최적화 솔루션을 상용화
- 노르웨이 Kongsberg는 선박 데이터 수집·분석 플랫폼과 통합 자동화시스템을 기반으로 디지털 트윈·AI 예측모델을 결합한 기관실 장비 실시간 상태 감시·고장 예방 서비스를 상용화
- 핀란드 Wärtsilä는 Smart Marine Ecosystem 기반 Expert Insight 예지보전 서비스를 통해 연료·엔진·추진장치 데이터를 통합 분석, 장비 고장률 예측과 연료 효율 최적화를 구현
- 일본 NYK는 자회사 MTI(Monohakobi Technology Institute)와 함께 LNG선 등 자사 선대에 Wärtsilä 예지보전 서비스를 도입·실증하고, 운항 데이터 기반의 예지정비 운용체계를 구축 중
- 중국 CSSC는 자국 조선소·해운사와 협력해 AI 수명예측 알고리즘을 기관실 핵심 장비에 적용, 대형 컨테이너선·LNG선 대상 실증사업을 추진하며 자국 표준화 주도

4. 지원필요성

☐ 기술적 지원필요성

- 완전자율운항선박의 무인 기관실 운용에서는 정비 인력의 현장 개입이 불가하므로, 기관장비의 예기치 못한 고장·성능 저하가 운항 안전성·경제성에 직결되며, 자가 진단·예지보전을 가능케 하는 AI 기반 수명예측 기술 확보가 필수
- 기존 진단 방식은 제한된 운항 데이터와 경험 기반 판단에 의존, 장비별·운항조건별 열화 특성을 충분히 반영하지 못해 무인 환경에서의 신뢰성 확보에 한계
- 다원 데이터 통합·표준화 기반 빅데이터 플랫폼과 가속수명시험 기반 신뢰성 평가를 결합해야 무인 기관실의 자율 의사결정 신뢰도 확보 가능

☐ 경제적 지원필요성

- 자율운항선박 글로벌 시장은 2032년 약 1,805억 달러 규모로 성장 전망, 기관장비 수명예측·예지보전 기술은 선박 디지털 솔루션 시장의 핵심 영역으로 선점 가치가 큼
- 장기간·다조건 선박 운항 데이터 기반 빅데이터 구축과 신뢰성 평가 기술 결합을 통해 유지보수 주기 최적화, 비가동 시간 최소화, 정비 인력 비용 절감등 무인 운항 환경 특화 경제 효과 창출

☐ 정부/정책적 지원필요성

- IMO는 2032년 자율운항선박 국제표준 강제화를 예고, 유럽·일본·중국 등은 기관장비 상태 모니터링과 AI 예측 알고리즘을 융합한 PHM·예지보전 체계 실증에 착수해 기술 표준화 선점 경쟁 심화
- 다선박·다항해 선박 운항 데이터 확보 및 가속수명시험 인프라 구축은 민간 단독 추진이 어려운 영역으로, 정부 주도의 컨소시엄 협력과 공공 데이터 표준 확보 필요
- 기관장비 신뢰성 시험설비는 장기간 축적된 운용 경험과 도메인 전문성을 요하는 영역으로, 사전 보유 인프라 활용 시 과제 효율성·성공 가능성이 극대화

5. 활용방안 및 기대효과

☐ 활용방안

- 빅데이터 플랫폼의 선박 기관장비 고장예지 및 건전성 관리(PHM) 체계 구축에 적용
- 빅데이터 플랫폼과 수명예측 AI 모델을 활용한 장비별 잔여수명(RUL)·고장확률 예측 및 정비 시점 최적화
- 주요 기관장비(엔진, 발전기, 펌프 등)의 무인 운항 환경에서도 안정적인 운용 보장
- 기관장비 신뢰성 평가 표준 및 데이터 자산으로 활용
- 가속수명시험 기반 장비별 신뢰성 지표 산출 방법론을 국내 선급·해양기자재 산업 평가 기준으로 활용
- 표준화된 빅데이터·메타데이터 체계를 후속 자율운항선박 R&D·실증사업의 공통 인프라로 활용

□ 기술적·경제적 기대효과

- 선박 운항 신뢰성 및 안전성 향상
 - 장비 돌발 고장으로 인한 운항 중단·해상사고 위험 최소화 및 무인 기관실 운용의 신뢰성 확보
 - 장비 수명주기 기반 정밀 관리로 유지보수 비용 절감 및 부품 교체 주기 최적화
- 국내 AI 기반 해양 엔지니어링 기술 경쟁력 강화
 - 독자 개발 수명예측 알고리즘과 표준화된 빅데이터 자산확보로 IMO MASS Code 등 국제 표준 대응 및 조선·해양기자재 수출 경쟁력 강화
 - 해양 디지털 전환 가속화 및 자율운항선박 디지털 솔루션 시장 선점 기반 확보

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 4.65억원 이내(총 정부지원연구개발비 105억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-09		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인기관 자동화 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E	☒ S	☒ G ☐ 해당없음
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	AI기반 기관시스템 수명예측(CBM+) 및 무인제어/운용 기술 개발				
	(TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
□ 개념 ○ 기관시스템의 주요 장비(추진계통, 발전계통, 보조기기 등)에 대한 운용·상태·환경 데이터를 AI 기반으로 분석하여, 장비의 상태진단·고장예측·수명예측·운용 최적화를 동시에 수행하는 'AI 기반 기관시스템 수명예측 및 무인 제어·운용 기술'을 개발하는 데 목적이 있음 ○ AI 기반 PHM(예측·건전성관리) 기술과 CBM+ 운용 기술을 융합하여 기관시스템의 고장 징후 및 성능 저하를 조기에 예측하고, 예측 결과를 기반으로 기관시스템 무인 제어·운용 등의 의사결정을 수행하는 체계 구현 □ 정의 ○ 추진계통, 발전계통, 보조기기를 포함한 선박 기관시스템의 상태진단·고장예측·수명예측을 기반으로 CBM+ 및 무인 운용을 구현하기 위한 AI 기반 PHM·제어 기술 개발 ○ 예측 결과와 운항·부하 조건을 고려한 무인 제어·운용 의사결정 로직 및 제어 알고리즘 개발 ○ SIL/HIL 시험 및 실선 환경에서의 통합 검증을 통한 자율 운항 기관시스템 구현 ○ 해양환경·운항조건 변화에 대응 가능한 AI 모델 적응학습·고도화 기술 개발					

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 선박 기관시스템의 운항·환경·정비 이력 데이터*를 기반으로 수명예측 및 고장확률 산출이 가능한 AI 모델과 이를 활용한 CBM+ 기반 무인 제어운용 기술 개발
 - 물리모델과 데이터기반모델 융합을 통한 예측 정확도 향상
 - 잔여수명(RUL)·고장확률 기반의 예방 정비 및 운항 최적화 기술 확보
 - SIL/HIL 및 실선 적용을 통한 신뢰성·경제성 검증 및 성능 최적화
- 정량적 목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	실시간 기관시스템 상태 데이터 기반 이상 상황 대응(SIL/HIL기반)	sec	10	15	5 (노르웨이, Kongsberg)
2	기관 시스템 이상 상황 판단 정확도(SIL/HIL기반)	%	95	90	98 (핀란드, Wärtsilä)
3	기관시스템 잔여 유효 수명 예측 오차(RMSE 기준)(SIL/HIL기반)	%	10	15	5 (독일, MAN)
4	비상 상황 대응 시나리오 검증(SIL/HIL기반)	건	30	-	-
5	실선 성능검증 보고서	건	1	-	-
6	CBM+ 적용 대상 장비	종	5	3	10종 이상 (핀란드, Wärtsilä)
7	AI 기반 기관시스템 무인 운영 의사결정 지원 플랫폼	건	1	-	1 (노르웨이, Kongsberg)
8	국제표준 개발	건	1	-	-

□ 개발 내용

- 물리모델·데이터모델 기반 융합형 수명예측 AI 알고리즘 개발
 - 장비별 열화 메커니즘 기반 PHM(예측·건전성관리) 모델 설계·구현
 - LSTM, Transformer 등 시계열 분석 및 이상 탐지 AI 학습모델 개발
 - 물리모델·데이터모델 융합을 통한 예측 정확도 향상 및 모델 경량화
- 예측결과 기반 CBM+ 운용기술 개발
 - CBM+ 적용 대상 장비 5종* 이상 선정
 - * 주기관, 보조기관, 연료공급시스템, 보조기기, 전력변환장치 등
 - 잔여수명(RUL)·고장확률 기반 부품 교체·정비 시점 최적화 알고리즘 개발
 - 이상 징후 발생 시 부하 재분배·출력 제한·예비장비 전환 등 예방 제어 로직 설계
 - 비상 상황 대응을 위한 운항·정비 지휘체계 자동 경보 및 제어 시나리오 구현
- 운항·정비 지원체계 통합 및 실증
 - 운항 모니터링 시스템과 연동한 AI 기반 실시간 상태진단·정비 의사결정 지원 플랫폼 개발

- SIL/HIL 시험 및 실선 검증을 통한 성능 검증 및 신뢰성 확보
- 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원
 - “자율운항을 위한 경보 및 알림체계 표준” 등 국내 COSD 활동과 관련된 데이터 제공 및 기술문서 대응 등
 - 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	예측결과 기반 CBM+ 운용기술	7	CBM+ SW	SIL/HIL
2	융합형 수명예측 AI 알고리즘	7	AI 모델	SIL/HIL
3	운항·정비 지원 (최적 기관 운용) 체계 통합 및 실증	7	의사결정 지원 플랫폼	SIL/HIL 및 실선

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 정부는 스마트 자율운항(레벨4) 선박 구현을 위해 무인기관 자동화, 자율유지보수, 디지털트윈, 통합관제·제어 기술을 중점 지원 중으로, 기관시스템 원격·무인 운용과 예지보전 기술을 자율운항선박 핵심기술로 확대하고 있음
- 기관시스템 CBM+ 기술은 기존 상태감시 중심에서 운항·환경·정비 데이터 기반 수명예측, 이상진단, 잔여수명예측(RUL) 중심으로 고도화되고 있으며, 시계열 AI, 빅 데이터 플랫폼, 물리모델 융합을 통해 예측 정확도와 신뢰성을 높이는 방향으로 개발 중임
- 무인기관 제어·운용 기술은 예측결과를 기반으로 정비시점 최적화, 부하분산, 출력 제한, 예비장비 전환, 비상운전 대응까지 확장되고 있음
- 국내 조선·기자재 기업은 스마트십 플랫폼을 기반으로 주기관·발전기·보조기기의 상태감시, 이상진단, 예지보전 기능을 통합하는 방향으로 기술을 고도화하고 있으며, 대형 조선사 중심으로 선박 데이터 플랫폼, 원격 모니터링, AI 진단, 디지털 트윈 기술을 결합하여 무인기관 운용 및 자율운항선박 실증 적용을 확대 중임
 - (HD현대) ISS, Hi4S, HiCBM 등 스마트십 솔루션을 통해 선박 운항·주요장비 데이터를 실시간 수집·분석하고, 장비 이상징후 탐지, 상태기반정비 기능을 고도화 중
 - (삼성중공업) SCBM 및 SMHMS 기반으로 주기관, 발전기, 압축기, 펌프, 팬 베어링 등 주요 기관장비의 상태감시·이상진단·예지보전 기술을 스마트십 플랫폼에 통합 중
 - (HD현대마린솔루션) 선박 주기관·발전기 대상 AI 기반 CBM 기술 협력을 추진하며, 선박 유지보수 체계를 기존 정기정비에서 데이터 기반 예지정비로 전환하는 프로젝트를 진행 중임
 - (한화오션/한화엔진) 한화오션은 HS4 기반 스마트십·탄소집약도 모니터링 기술을 적용 중이며, 한화엔진은 대형 저속엔진의 빅 데이터 기반 맞춤형 정비 및 생애주기 서비스 역량을 확대 중임

□ 국외 기술 동향

- 선박 데이터를 클라우드로 수집·분석하고, AI 기반 이상탐지와 예측정비 결과를 운항·정비 의사결정에 연계하는 방향으로 발전 중이며, 엔진·회전기계·전력계통 등 핵심 기관장비를 대상으로 실시간 상태진단, 원격 모니터링, 디지털 유지보수 서비스가 확대되고 있음
- 유럽, 일본 등은 자율운항 실증선과 스마트십 플랫폼을 기반으로 기관시스템 상태 감시·예지보전·원격진단 기술을 확대 중이며, 특히 기관시스템은 단순 알람·모니터링에서 고장 조기탐지, 잔여수명예측(RUL), 정비시점 최적화, 원격 전문가 지원 중심으로 전환되고 있음
 - (영국) Rolls-Royce는 Ship Intelligence 및 autonomous ship 기술을 통해 원격·자율 운항 선박의 기관상태 모니터링, 고장예측, 육상 기반 원격제어 기술을 개발하고 있음
 - (핀란드) Wärtsilä는 Expert Insight 기반으로 선박 기관시스템 데이터를 실시간 분석하여 이상징후 탐지, 예측정비, 원격진단 서비스를 제공하고 있음
 - (스위스) ABB Marine은 원격진단시스템(RDS)을 통해 선박 전기·기계시스템 상태 감시, 원격진단, 운항 안전·효율 최적화 기술을 제공하고 있음
 - (일본) NYK와 MTI는 AI·빅 데이터를 활용한 엔진·발전기 수명예측 및 고장 경보 시스템을 개발, 장기 운항 안전성 확보와 선박 무인화 기반 마련에 주력
 - (중국) Hudong-Zhonghua는 AI 분석 플랫폼을 활용한 기관설비 상태진단 기술을 자국 건조 스마트십에 적용하여, 국제 경쟁력을 강화하고 있음

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- 자율운항선박 레벨4 구현을 위해서는 추진·발전·보조기기 등 기관시스템의 AI 기반 수명예측, 이상진단, 무인제어 기술 확보가 필수이며, 현재 국내 기술은 상태감시 중심에 머물러 있어, 복합 고장 징후 분석과 예측 기반 자동 대응 기술 개발이 필요
 - 기존 기관 모니터링은 개별 센서·장비 단위 감시에 집중되어, 장비 간 상관관계 기반의 고장예측과 통합 진단에 한계가 있음
 - AI·빅 데이터·디지털트윈 기반의 CBM+ 기술을 통해 잔여수명예측, 정비시점 최적화, 고장회피 운전 기술 확보가 필요
- 무인기관 운용을 위해서는 AI 예측결과를 실제 제어·운용 의사결정으로 연계하는 통합 자동화 기술이 필요
 - 예측결과 기반 무인 부하분산, 출력제한, 예비장비 전환, 비상운전 모드 전환 등 기관시스템 자동제어 기술 개발이 필요
 - SIL/HIL 시험 및 실선 등을 활용한 검증 체계 구축으로 신뢰성과 안전성을 확보해야 함

□ 경제적 지원필요성

- AI 기반 CBM+ 및 무인기관 운용 기술은 선박의 고장정지 시간을 줄이고, 정비 비용과 운항손실을 절감할 수 있는 고부가가치 기술로 예측정비와 운용 최적화를

통해 선박 생애주기 비용 절감 및 운항 효율 향상이 가능

- 기존 정기정비 방식에서 상태기반·예측기반 정비로 전환하면 불필요한 부품교체와 긴급수리 비용을 줄일 수 있음
- 기관시스템 장비 효율 최적화, 정비 비용 및 운항 손실 절감으로 선박의 운항비 절감과 선박 경쟁력 향상에 기여
- 자율운항선박 시장 확대에 따라 무인기관 자동화 기술은 조선·기자재 산업의 핵심 수출 경쟁력으로 부상하고 있으며, 기자재의 고부가가치화를 위해 정부 차원의 초기 기술개발 지원이 필요
- 기관장비, 센서, 제어시스템, 데이터 플랫폼 등 관련 기자재 산업 전반의 신시장 창출 효과가 기대됨
- 해외 선진기업 중심의 예지보전·원격진단 시장에 대응하기 위해 국내 기업의 기술 자립과 실증 실적 확보가 필요

□ 정부/정책적 지원필요성

- IMO MASS 안전·운용 기준 논의가 자율운항뿐 아니라 기관시스템의 무인 운용, 원격감시, 예지보전 요건까지 확대되고 있으며, 국제기준 선점과 국내 조선산업 경쟁력 유지를 위해 정부 주도의 선제적 기술개발이 필요
- MASS Code 대응을 위해 무인기관 운용 안전성, 고장대응, 원격제어, 데이터 신뢰성 관련 기술기준 확보 필요
- 국내 개발기술을 국제표준·선급인증 체계와 연계하여 향후 자율운항선박 상용화 기반을 마련해야 함
- 실선 데이터 확보, 장기간 운항 검증, 안전성 인증, 육상 데이터설비 구축 등이 필요해 민간 단독 개발에 한계가 큼
- AI 수명예측 모델은 충분한 운항·고장·정비 데이터가 필요하므로 공공 기반의 데이터 수집·공유·검증 체계 구축이 요구
- 무인 기관 자동화 기술은 안전사고와 직결되는 고위험 기술로, 정부 지원을 통한 실증 및 제도적 검증 체계 마련 필요

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 자율운항선박 및 유인선박의 기관시스템 예지보전(CBM+) 운용체계 구축에 적용
- AI 기반 수명예측 결과를 운항·정비 의사결정 시스템과 연동하여 예방정비 및 운항 효율 극대화에 적용
- 실시간 상태진단과 고장확률 예측을 통해 긴급정비, 부품교체, 정비시점 최적화에 활용
- 무인기관 자동화 시스템의 핵심 기능으로 적용하여 레벨4 자율운항선박의 기관 운용 신뢰성을 확보할 수 있음
- 예측결과 기반 부하분산, 출력제한, 예비장비 전환, 비상운전 대응 등 무인 운용 의사결정에 활용
- 원격 모니터링, 원격진단, 유지보수 지원 서비스로 확장 가능

- 해양플랜트, 발전소, 산업설비, 철도·항공 등 고위험·연속운전 설비의 예지보전 및 무인운용 체계에 적용 가능

□ 기술적 기대효과

- 선박 기관시스템의 상태진단, 이상탐지, 잔여수명예측(RUL) 기술 고도화를 통해 고장예측 정확도 향상이 기대됨
 - 운항·환경·정비 데이터를 통합 분석하여 기존 센서 기반 모니터링의 한계를 보완할 수 있음
 - AI·빅 데이터 기반 신뢰성 평가 기술 확보로 기관시스템 운용 안전성을 높일 수 있음
- 무인기관 운용을 위한 예측 기반 자동제어 및 의사결정 기술 확보가 가능함
 - 고장 징후 발생 시 출력제한, 부하분산, 예비장비 전환, 비상운전 모드 전환 등 자동 대응 기술을 구현할 수 있음
 - HIL/SIL 시험 및 실선 기반 검증을 통해 레벨4 자율운항선박 대응 기술 신뢰성을 확보할 수 있음

□ 경제적 기대효과

- 고장 예방과 정비시점 최적화를 통해 선박의 비가동 시간과 유지보수 비용 절감이 가능함
 - 기존 정기정비 중심에서 상태기반·예측기반 정비로 전환하여 불필요한 부품교체와 긴급수리 비용을 줄일 수 있음
 - 기관시스템 운용 최적화를 통해 연료소모, 장비부하, 운항손실을 저감할 수 있음
- 국내 조선·기자재 산업의 스마트 유지보수 솔루션 경쟁력 강화에 기여함
 - AI 기반 CBM+ 플랫폼, 센서, 제어기, 데이터 분석 솔루션 등 관련 기자재·서비스 시장 창출이 가능함
 - 글로벌 자율운항선박 시장에서 국산 무인기관 자동화 기술의 수출 경쟁력 확보가 기대됨

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 선박 기관 고장에 따른 해양사고 위험을 줄이고, 운항 안전성과 신뢰성을 향상시킬 수 있음
 - 실시간 상태진단과 고장 조기경보를 통해 인명사고, 환경오염, 운항 중단 리스크를 사전에 저감할 수 있음
 - 무인·원격 운용 기반을 마련하여 고위험 기관실 작업 부담을 줄이고 선원 안전성을 높일 수 있음
- 조선·해운산업의 디지털 전환과 친환경·스마트 운항 문화 확산에 기여
 - 데이터 기반 운항·정비 체계 도입으로 선박 운영의 투명성, 효율성, 신뢰성 제고
 - 선박용 AI·빅 데이터 기술 표준화와 전문인력 양성을 통해 국내 해양산업의 기술 생태계 확장이 기대됨

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 7.7억원 이내(총 정부지원연구개발비 138억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-10		산업기술 분류	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형			조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인기관 자동화 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 컨소시엄 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E ☒ S ☒ G ☐ 해당없음		
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	AI기반 전기추진 제어관리 및 전력변환장치 개발				
	(TRL : [시작] 4단계 ~ [종료] 8단계)				
1. 개념 및 정의					
☐ 개념 ○ 완전자율운항선박은 선박의 운항, 추진, 발전 및 에너지관리를 사람의 개입 없이 자동으로 수행해야 하므로, 기계적인 장비가 최소화 된 고신뢰·고효율 기반의 전기 추진시스템 적용 필요 ○ 완전자율운항선박의 전기추진시스템에서 전력변환장치는 다양한 발전원을 직류 전원으로 변환하고, 선내 전력 및 추진기에 공급할 수 있는 전력으로 변환하는 역할을 함 ○ 개별 발전원 및 부하장치를 단일 전력변환장치로 구성할 경우, 전력변환장치 고장 발생 시 해당 발전원 및 부하장치 전체의 기능상실로 이어질 수 있으므로 완전 자율운항에서는 시스템 신뢰성과 가용성 확보에 한계로 작용 ○ 사람의 개입이 최소화된 전기추진 기반 자율운항선박의 신뢰성 및 가용성 확보를 위해 병렬형 모듈 전력변환장치와 협조운전 제어기술을 개발하여 전력변환장치의 자율 전환, 출력 확장, 부하분담 및 운전 효율 향상을 구현할 필요가 있음 ○ 이를 위해 모듈 간 상태감시, 모듈 투입·분리, 고장 모듈 자동 분리·재구성, 전류 분담, 순환전류 억제 등을 통해 잔여 모듈 기반의 연속 운전 기술 개발이 필요함					

□ 정의

- 지능형 모듈 전력변환장치는 발전원과 선내 전력부하가 연계되는 전력변환 기능을 모듈 단위로 구성하여 집적하여 운용할 수 있는 전력변환시스템
- 병렬 구성된 각 전력변환 모듈은 독립적인 제어 및 상태 감시가 가능하며, 동시에 통합 제어기를 통해 전체 시스템의 출력 분담, 운전 모드 전환 및 전력 흐름을 통합적으로 제어할 수 있음
- 운항 조건 및 부하 변화에 따라 병렬 모듈의 투입·분리, 고장 대응 운전 및 출력 최적화가 가능하여 전기추진시스템의 운전 신뢰성, 연속성 및 유연성을 향상시킬 수 있는 특징을 가짐

2. 연구목표 및 내용

□ 최종목표

- 전기추진 기반 완전자율운항선박 적용을 위한 다중 기능 집적 지능형 모듈 전력 변환장치(iMFIC) 및 병렬형 통합제어기 개발
- 병렬 집적 기반 전력변환모듈 설계·제작 및 독립 제어/통합 운전 기술 확보
- 병렬 운전 기반 출력 분담, 순환전류 억제 및 운전관리 기술 개발
- 상위 전력·에너지관리시스템(PEMS) 연계형 통합 제어 소프트웨어 및 인터페이스 기술개발
- 병렬 지능형 전력변환장치 시제품 제작 및 HIL 기반 성능검증 기술 확보
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	전력변환모듈 효율	%	97 이상	96	98
2	모듈 협조 운전 통신 주기	us	500 이하	-	- (스위스, ABB / 독일 Siemens)
3	고장 모듈 분리 및 제어 재구성 시간	ms	20 이하	-	- (덴마크, Danfoss / 스위스, ABB)
4	병렬 운전 시 DC-Link 전압리플	%	10 이내 (선급기준)	-	10 이내
5	전력변환모듈 DC 전압	Vdc	750이상	-	-
6	전력변환장치 용량 (단위 모듈 100kW 이상)	MW	1 이상	-	6.8MVA (덴마크, Danfoss)
7	냉각방식	-	수냉식	-	-
8	시제품(절연형, 비절연형) 제작 건수 (국제선급 형식승인 인증서 포함)	건	2 이상	-	-
9	성능 검증 결과보고서 (공인시험기관 시험성적서 포함)	건	1 이상	-	-

□ 개발 내용

- 다중 기능 집적 지능형 모듈 전력변환장치(iMFIC, intelligence Multi Function Integrated Converter) 개발
 - 전력변환모듈 회로 및 구조 설계 기술 개발
 - 병렬 집적 운전을 고려한 전력반도체 구동, 보호 및 출력 인터페이스 기술 개발
 - 전력반도체 및 주요 발열부품의 안정적 운전을 위한 수냉시스템 및 열관리 기술 개발
 - 선내 전력공급 시 다양한 에너지원 활용을 위한 절연형/비절연형 전력변환장치 개발
- 병렬 지능형 전력변환장치 통합제어 시스템 및 소프트웨어 개발
 - 병렬 운전 시 모듈 간 출력 분담 및 순환전류 억제를 위한 병렬 제어 알고리즘 개발
 - 전력변환모듈의 독립 제어, 상태 감시 및 고장 대응을 위한 통합 제어 소프트웨어 개발
 - 상위 제어시스템(PEMS, Power & Energy Management System) 연계 및 모듈 간 협조운전을 지원하는 제어 소프트웨어 및 인터페이스 기술 개발
 - 전력변환 모듈 상태 감시, 이상 진단 및 고장 발생 시 운전 지속 기능을 위한 상태 기반 운전관리 기술 개발
 - 다중 기능 집적 지능형 모듈 전력변환장치 모듈 시제품 개발
 - 다중 기능 집적 지능형 모듈 전력변환장치 성능평가
- 병렬 지능형 전력변환장치 시제품 제작 및 성능 검증 기술 개발
 - 병렬형 전력변환모듈 기반 시제품 제작 및 자율운항선박 연계 기술 개발
 - 실시간 시뮬레이터 기반 HIL(Hardware-in-the-Loop) 연계 성능검증
 - 부하변동, 모듈 고장 및 운전 모드 전환 상황을 고려한 통합 운전 신뢰성 검증 기술 개발
- 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원
 - 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	병렬 집적형 지능형 전력변환모듈(iMFIC) 설계 및 제작 기술	TRL 8	전력변환모듈 시제품 2건 이상	단위모듈 시험
2	병렬형 전력변환모듈 통합제어 및 상태기반 운전관리 기술	TRL 8	전력변환모듈 패키징 SW 및 제어기 시제품	HIL 기반 실시간 제어시험
3	병렬형 지능형 전력변환장치 통합 시제품 및 성능검증 기술	TRL 8	성능평가 결과서	자율운항선박 조건 반영한 시험 환경

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 국내에서는 「자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률」 제정과 함께 자율 운항선박 핵심기술 및 실증 기반 구축을 위한 기술개발이 활발히 추진되고 있음

- 자율운항선박 기술개발사업 및 스마트항만-자율운항선박 연계 기술개발사업 등을 통해 전기추진, 통합제어 및 에너지관리 기술 확보 추진
- 민관 합동 한국형 자율운항선박 건조 및 국제항로 기반 실증 추진
- 친환경 선박 및 차세대 모빌리티 산업 확대에 따라 배터리, 전력변환장치 및 전기 추진 핵심기술 확보를 위한 정부 투자 및 산업 생태계 조성이 확대되고 있음
- 배터리 산업 경쟁력 강화 정책 기반의 민·관 협력형 기술개발 추진
- 소재·부품·장비 기업 및 학·연 협력 기반 차세대 전력변환·배터리 기술개발 확대
- 국내 조선·해양 산업에서는 자율운항선박 기술에 필요한 병렬형 모듈 전력변환장치 및 통합제어 기술에 대한 연구개발 수요가 증가하고 있음
- 전기추진시스템의 고효율화, 고신뢰성 및 유지보수성 향상을 위한 모듈형 전력변환 기술 개발 추진
- 에너지관리시스템(EMS) 및 통합 전력제어 기반 기술 확보 요구 증가

□ 국외 기술 동향

- 국제해사기구(IMO)는 MASS Code 제정을 추진 중이며, 자율운항선박의 국제 안전 기준 및 운용 체계 마련을 위한 정책을 강화하고 있음
- 2030년 강제 MASS Code 채택을 목표로 단계적 제도화 추진
- 자율운항선박 적용 확대에 따른 핵심기자재 및 전기추진 기술 수요 증가
- 유럽, 일본, 중국 등 주요 선진국에서는 배터리 기반 전기추진시스템 및 자율운항선박용 전력변환 기술개발과 해상 실증을 활발히 추진 중
- 노르웨이 Yara Birkeland 프로젝트 등 전기추진 기반 자율운항선박 실증 확대
- 원격운항·무인운항 기반 추진 및 에너지 통합제어 기술 고도화 진행
- 글로벌 기업들은 병렬형 모듈 구조 기반의 지능형 전력변환장치 기술 개발을 추진중
- ABB OMD880 모듈형 전력변환 기술을 통해 시스템 확장성, 유지보수성 및 운전 신뢰성 향상 추진
- 고장 모듈 분리 및 운전 지속이 가능한 전기추진 플랫폼 기술 개발 확대

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- 완전무인 자율운항선박 구현을 위해서는 자율항해 기술뿐만 아니라 고신뢰 전기 추진 및 통합제어 기술 확보가 필수
- 기존 엔진 기반 추진시스템은 무인 환경에서 유지보수 및 고장 대응에 한계 존재
- 병렬형 지능형 모듈 전력변환장치 기반 추진시스템 기술 확보 필요
- 지능형 모듈 전력변환장치는 모듈 독립 제어 및 통합 운전이 가능하여 무인 환경에 적합한 추진 플랫폼 기술임
- 고장 모듈 분리 및 운전 지속이 가능하여 추진시스템 신뢰성 향상 가능
- 병렬 운전 기반 출력 확장 및 유지보수성 확보 가능

□ 경제적 지원필요성

- 자율운항 및 친환경 선박 시장 확대에 따라 전기추진 핵심기자재 시장의 성장 전망
 - 전력변환장치 및 통합제어 플랫폼 국산화를 통한 수입 대체 효과 기대
 - 국내 조선·해양 및 전력전자 산업 경쟁력 강화 가능
- 모듈형 전력변환 기술 적용 시 유지보수 효율 및 시스템 운용 효율 향상 가능
 - 모듈 단위 교체 및 병렬 운전을 통한 운항 중단 최소화 가능
 - 선박 운용 비용 절감 및 경제성 향상 기대

□ 정부/정책적 지원필요성

- 자율운항선박 및 친환경 선박은 국가 전략산업으로 핵심기술 확보를 위한 정부 주도 지원 필요
 - 자율운항선박 상용화 및 핵심기자재 국산화 정책과 연계 추진 필요
 - 미래 조선산업 경쟁력 확보를 위한 선제적 기술개발 요구
- 지능형 모듈 전력변환장치 기술은 고신뢰성 검증이 필요한 분야
 - 육상·해상 실증 및 HIL 기반 통합 검증 인프라 구축 필요
 - 민간 단독 추진이 어려운 대규모 융합형 기술개발 분야임

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 완전자율운항선박용 전기추진시스템의 핵심기자재로 적용하여 추진·발전·에너지저장 장치 간 통합 전력변환 및 제어에 활용
- 자율운항선박 실증선 및 친환경 전기추진선박에 적용하여 운항 신뢰성 및 에너지 효율 향상에 활용
- 향후 하이브리드 추진선박, 배터리 추진선박 및 스마트 선박용 전력변환 플랫폼으로 확대 적용 가능

□ 기술적 기대효과

- 병렬형 지능형 모듈 전력변환장치 및 통합제어 핵심기술 확보를 통해 완전자율운항 선박용 전기추진시스템 국산화 기반 마련
- 모듈 독립 제어 및 통합 운전 기술 확보를 통해 추진시스템의 신뢰성, 유지보수성 및 운전 연속성 향상
- 자율항해시스템과 연계 가능한 전기추진 통합제어 기술 확보를 통해 미래 자율운항 선박 핵심 원천기술 경쟁력 강화

□ 경제적 기대효과

- 자율운항선박용 전력변환 핵심기자재 국산화를 통한 수입 대체 및 관련 산업 매출 확대 기대
 - 국내 조선·해양 및 전력전자 산업 경쟁력 강화

- 핵심기자재 공급망 안정성 확보 및 수출 기반 확대 가능
- 모듈형 전력변환 기술 적용을 통한 유지보수 효율 향상 및 운용 비용 절감
 - 모듈 단위 교체 및 병렬 운전을 통한 선박 가동률 향상
 - 운항 중단 최소화에 따른 경제성 확보

□ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 완전자율운항선박 핵심기술 확보를 통한 미래 친환경 해운산업 전환 기반 마련
 - 디지털·친환경 중심 해양산업 생태계 활성화
 - 미래 조선·해양 분야 기술 선도 이미지 제고
- 자율운항 및 친환경 선박 분야 전문인력 양성과 산업 저변 확대 기대
 - 산·학·연 연계 기반 기술개발 및 실증 확대
 - 지역 산업 활성화 및 신규 일자리 창출 기대

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 4.65억원 이내(총 정부지원연구개발비 95억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-11		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인기관 자동화 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 권소사업 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E ☒ S ☒ G ☐ 해당없음		
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	친환경 하이브리드 추진시스템(암모니아, 배터리) 무인 원격제어 및 고정밀 PMS 기술 개발				
	(TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
☐ 개념 친환경 연료(암모니아) 및 배터리 기반 추진시스템을 무인·원격 환경에서도 안정적으로 운전·제어하고, 에너지 관리·안전 모니터링을 통합 수행하는 ‘무인 원격 운전/제어 및 PMS(Power Management System)’ 기술					
☐ 정의 - 선박 친환경 추진시스템(암모니아·배터리)의 운전·제어, 에너지 관리, 안전 모니터링 기능을 원격·무인 환경에서 통합 수행하는 기술 개발 - 암모니아 추진 엔진 및 연료공급 계통, 배터리 전기추진 계통의 운전·제어 로직을 원격 환경에 최적화하고, 실시간 상태진단·비상 대응·에너지 최적화 기능을 포함한 통합 제어 프레임워크 구현 - PMS와 연계된 실시간 상태 모니터링·이력 관리·비상 대응 프로세스 설계					
2. 연구목표 및 내용					
☐ 최종목표 암모니아·배터리 기반 친환경 추진시스템의 무인·원격 자율제어 플랫폼 및 고정밀 전력관리시스템(PMS) 개발					

- 친환경 하이브리드 추진시스템 통합 제어·운용 플랫폼 구축
 - 해양환경 대응 안전운전 및 비상 대응 알고리즘 개발
 - 실선 및 육상 시험환경에서의 실증을 통한 성능·신뢰성 검증 및 최적화
- 정량적목표

연번	핵심 기술/제품 성능지표	단위	달성목표	국내최고수준	세계최고수준 (보유국, 기업/기관명)
1	하이브리드 정밀 제어 알고리즘	건	1건 이상	-	1건 (Yara Birkeland) (노르웨이, 콩스버그)
2	다원 전력원 부하전력 분배 정밀도	%	±3% 이하	±5% 이내	±2% 이내 (핀란드, 바르질라)
3	동적 부하추종 응답시간	ms	500ms 이하	1,000ms 내외	150ms 이하 (독일, MAN E&S)
4	전압/주파수 과도 변동 복구시간	sec	2초 이하	-	0.5초 이하 (스위스, ABB)
5	비상상황 동시 제어	개	5개 이상	-	10개 이상 (노르웨이, 콩스버그)
6	운용/제어기술 표준화 문서 개발	건	1건 이상	-	3건 이상 (노르웨이, DNV)

□ 개발 내용

○친환경 추진시스템 무인·원격 운전/제어 기술 개발

- 암모니아 추진 엔진 및 연료공급 계통의 원격·무인 운전 로직 설계·개발
 - * 연료공급 압력·온도·유량 제어 및 안전밸브·차단밸브 자동화 제어 기술
 - * 누출·화재·폭발 위험 상황에 대한 센서 기반 감지 및 즉각 대응 로직 구현
 - * 실선 환경에서의 제어 신뢰성 검증 및 운전 데이터 수집
 - * 선박 종류/크기에 따른 부하 특성을 반영한 친환경 연료(암모니아) 기반 엔진 또는 터빈을 탑재한 하이브리드 선박 시스템 설계(장비 설치 수량 및 용량 설계)
 - * 친환경 연료(암모니아) 기반 하이브리드 추진/발전시스템 및 관련 연료·유탄유·냉각수 계통의 원격·무인 운전 로직 설계·개발
 - * 추진기, 다원 발전기 등 주요 설비 수량 및 용량에 따른 다중화 수준·복잡도에 따라 PMS 이원화 설계 (중소형 선박 : 관공선, 여객선, 내수면 운항선 / 대형선박 : 컨테이너선, LNG선 등)

○PMS(Power Management System) 및 통합 제어 플랫폼 구축

- 친환경 추진시스템(Power, Propulsion)과 연계된 PMS 설계 및 SW 개발
 - * 실시간 다원 전력원 간 에너지 흐름 모니터링·분석·제어 기능 구현
 - * 발전기·추진기·보조기기 간 운전 시퀀스 최적화
 - * 에너지 사용량·효율 지표 기반 운항 전략수립
 - * 원격 제어·모니터링을 위한 HMI(Human-Machine Interface) 설계
 - * 직관적 계기판 UI, 상태 경보·로그 관리 기능 포함
 - * 통신 지연·패킷 손실 대응 알고리즘 및 보안 프로토콜 적용
 - * 배터리 기반 ESS의 통합 효율 관리·제어 기능 설계 및 개발

○ 육상 테스트 기반 성능평가 및 신뢰성 검증

- 육상 시험설비 환경에서의 통합 실증 수행

* 비상상황(누출·화재·전력고장 등) 시뮬레이션 기반 안전성 시험

* 데이터 기반 성능·효율 분석 및 제어 로직 최적화

* S/W(MATLAB 등) 기반 시뮬레이션을 통한 다원 발전기 거버너, AVR, 배전반 등의 수학적 모델링 및 PMS 연동을 통한 과도 상태 응답 특성 검증

* 친환경 연료(암모니아) 공급시스템(FGSS, Fuel Gas Supply System) 모니터링·비상상황 대응 로직 설계 및 검증

* 친환경 다원 발전원 Trip/EM'CY 등에 대한 Fail-Safe/Redundancy 설계 및 신뢰성 검증

* 선급 규정에 따른 다원 발전원 간 부하분담, 전압·주파수 안정도 검증

○ 개발기술 분야와 관련된 국제표준화 활동 지원

- 기타 사업 수행 중 도출되는 국제 표준 안전에 대한 데이터 제공, 기술지원 등

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

연번	핵심 기술요소	최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	무인/원격 운전·제어 알고리즘	7단계	통합운영 소프트웨어	시뮬레이션 및 육상 테스트베드
2	친환경 하이브리드 시스템 PMS 통합제어 플랫폼	7단계	임베디드 전력제어 플랫폼 (제어기 H/W 포함)	시뮬레이션 및 육상 테스트베드

3. 국내외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 정부는 2030년 자율·친환경 선박 상용화를 목표로 암모니아·배터리 추진 실증과 무인·원격 운전/제어, PMS 국산화 R&D를 추진 중이며, 실선·육상시험 기반의 안전·운용 가이드 마련을 병행 중
- 조선 3사(HD현대·삼성·한화오션)는 암모니아 연료공급·배기후처리·연소제어 로직과 차세대 PMS 연동 무인 운전 시나리오를 개발·검증 중
- 한국선급(KR)·KIOST 등은 암모니아 독성·누출 대응, 배터리 열폭주 대응 알고리즘, 사이버보안·통신 지연 보상 등 무인 운전 안전기준과 시험평가 체계를 정립 중

□ 국외 기술 동향

- 엔진·시스템 메이커(WinGD, MAN ES, Wärtsilä)는 암모니아 엔진/연료공급 계통의 자동 점검·Purging·비상 차단 로직과 원격 운전 인터페이스를 고도화하며, 디지털 트윈 기반 제어 튜닝과 실증 확대 중
- 전력·추진업체(ABB, Kongsberg, Siemens, Danfoss)는 친환경 추진시스템용 PMS와 부하예측·에너지 최적화·고장 격리(SSPC) 기능을 포함한 무인 운전 패키지를 제공
- 선급·국제기구(DNV, ABS, LR, IMO)는 암모니아 연료 안전 가이드, 배터리 ESS 설치·방재, 원격·자율 운전 평가 기준을 단계적으로 제정 중이며, MASS·사이버 보안 규정과의 정합성 검증이 진행 중

- 선사·실증 프로젝트(노르웨이·일본·싱가포르)는 연안 전기페리·하이브리드 예인선에서 원격 운전과 PMS 연동 무인 운항을 검증, 실험 데이터 기반의 안전 한계·페일세이프 조건을 업데이트 중

4. 지원필요성

□ 기술적 지원필요성

- 친환경 선박 추진시스템 자율화 필요성
 - 국제해사기구(IMO)의 온실가스 감축 규제 강화 및 탄소중립 정책 확산에 따라, 암모니아·배터리 기반 친환경 추진시스템의 상용화가 가속화되고 있음
 - 친환경 연료 특성상 연소·저장·공급 과정에서의 안전 확보와 효율적인 제어가 필수이나, 기존의 인력 중심 운전·제어 방식은 고위험 환경에서의 대응 한계와 운영비용 부담이 큼
- 무인·원격 운전·제어 수요 증가
 - 암모니아 추진기관은 독성·부식성, 배터리 추진기관은 열폭주·화재 등 잠재 위험 요소가 있어, 비상 상황 시 신속한 대응이 가능한 무인·원격 운전·제어 기술이 필요
 - PMS(Power Management System)와 연계한 지능형 에너지·출력 최적화 및 상태 모니터링을 통해 인력 개입 최소화, 연료 효율 개선, 안전 운항 지원 가능

□ 경제적 지원필요성

- 산업적 파급효과
 - 개발 기술은 암모니아·배터리 추진선뿐만 아니라 수소·LNG 등 차세대 친환경 선박, 해양플랜트, 발전설비 등으로 확장 적용 가능
 - 친환경 선박의 무인화·지능화를 통한 안전성·효율성 확보로, 글로벌 친환경 선박 시장에서 경쟁력 강화 및 수출 확대 기여

□ 정부/정책적 지원필요성

- 기술 경쟁 및 표준 선점 필요
 - 유럽, 일본 등 주요 조선·해운 선진국은 친환경 추진시스템의 무인·자율 운전 기술 개발 및 실증 프로젝트를 진행 중이며, 선박 전력·에너지 관리 표준화도 병행 추진
 - 국내 기술력 확보와 국제 표준 반영을 위해, 연료 특성에 대응한 제어·안전 알고리즘 기술 개발이 시급

5. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 친환경 연료(암모니아)와 배터리 기반 추진시스템의 무인·원격 운전제어 및 PMS 기술을 상용선박에 적용하여, 탄소중립 목표 달성과 국제환경규제 대응에 기여
- 자율운항선박 및 스마트십 통합제어 플랫폼과 연계, 선박 전체 에너지·추진·전력 시스템의 최적화 운용 실현
- 극지·원양 등 인력 접근이 제한된 해역에서의 장기 무인 운항 지원 및 선박 운영비 절감

- 국내 조선·해양 기자재 산업의 친환경·지능형 제품 포트폴리오 확대와 해외 시장 진출 기반 마련

☐ 기술적 기대효과

- IMO 환경규제(탄소배출·황산화물·질소산화물) 강화에 선제 대응 가능한 친환경 추진시스템 핵심기술 확보

☐ 경제적 기대효과

- 국내 조선·기자재 기업의 기술경쟁력 강화 및 고부가가치 친환경·스마트십 시장 선점

☐ 기타 사회·문화적 측면의 기대효과 및 파급효과

- 무인화·자동화 기반 선박 운항으로 안전사고·인적 오류를 최소화하고, 운항 효율성 극대화
- 국제 표준화 기구(IEC, ISO 등)에 기술 반영을 통한 글로벌 표준화 리더십 확보

6. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : '26년 3.9억원 이내(총 정부지원연구개발비 49억원 이내)
- 주관연구개발기관 : 제한없음
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 징수

관리번호	2026-3차-AI완전자율운항-12		산업기술	중분류 I	중분류 II
개발형태	☐ 원천기술형 ☒ 혁신제품형		분류	조선/해양시스템	-
혁신도전형	☐ 세계최초 ☐ 세계최고 ☒ 해당없음				
AI 연계	☒ AI 응용 및 활용 ☐ AI 기반 ☐ 기타 AI 연계 기술 ☐ 해당없음				
지역(비수도권) 연계	☐ 지역 산업 연계 ☐ 지역 기업 성장 ☐ 지역 인재 및 일자 ☒ 해당없음				
초격차프로젝트 (해당 or 해당없음)	분야	미래모빌리티(조선)			
	미션	조선산업디지털·스마트 전환			
	프로젝트	스마트 자율운항(레벨4) 선박 핵심기술(자율운항시스템 자율유지보수 등) 개발 및 실증			
	제품·기술	무인 서비스			
	세부기술	무인항해 시스템, 무인기관 자동화 시스템			
연계유형	☐ IP R&D연계 ☐ 표준연계 ☐ 적합성인증연계 ☒ 해당없음				
특성분류	☐ 경쟁형과제 ☐ 복수형과제 ☐ 국가핵심기술 ☐ 국제공동				
	☐ 대형통합형 ☐ 민간투자연계형 ☐ 서비스형 ☐ 안전관리형				
	☐ 윈스톱형 ☐ 유연 컨소시엄 ☐ 초고난도 과제 ☐ 탄소중립				
	☐ 보안과제	ESG	☐ E	☒ S	☒ G ☐ 해당없음
R&D 자율성트랙	☒ R&D 자율성트랙(일반) ☐ R&D 자율성트랙(지정)				
과제명	AI 완전자율운항선박 기술개발 총괄관리				
	(TRL : [시작] 2단계 ~ [종료] 7단계)				
1. 개념 및 정의					
☐ 개념 자율운항선박의 핵심기술인 무인항해, 기관자동화, 운격운용, 검인증 기술 등 IMO Level 4.0 달성 및 국제표준을 선도할 수 있는 수준의 자율운항선박 기술개발					
☐ 정의 산업부-해수부 다부처 사업인 'AI 완전자율운항선박기술개발'을 통해 지원되는 모든 연구개발과제의 기술 연계 총괄 및 다부처 통합사업단 운영 등					
2. 연구목표 및 내용					
☐ 최종목표 - AI 완전자율운항선박 기술개발사업 총괄관리·운영 및 통합사업단 운영 - 정량적목표					
연번	핵심 기술/제품 성능지표	달성목표		비고	
1	사업단 운영내규 제·개정	제정 1회, 요청·필요 시 개정		운영내규 제정 및 홈페이지 개설은 착수 후 2개월 이내 운영위원회 결과 보고	
2	홈페이지 개설 및 운영	자율운항선박 통합사업단 홈페이지 개설			
3	세부과제별 진도관리	반기별 1회 이상 실시 (연차종료 후 전문기관과 진도점검을 실시하고 연차 성과 및 예산 배분(안) 보고)			

4	학술대회·전시회·성과홍보	국내·외 학술대회 및 전시회, 기술·성과교류회 등 개최	
5	국내·외 표준화 활동 지원	국내·외 표준화 활동	
6	정책지원	AI자율운항선박 관련 부처 예산확보·정책수립·행사·홍보 등 지원	

□ 개발 내용

- (사업총괄관리) ‘AI 완전자율운항선박기술개발’ 다부처 사업 내 산업부, 해수부가 지원하는 모든 R&D 과제의 목표, 진도, 성과, 실증 등 계획 및 실적 관리
 - (진도점검) 반기별 R&D 과제의 실적을 점검하고, 매년 연차가 끝난 후 전문기관과 함께 진도점검을 실시하여 연차별 R&D 과제의 성과(최종성과 포함)와 차년도 예산 배분(안)을 운영위원회를 통해 보고
 - (과제연계) 성공적인 자율운항선박 통합 실증을 위한 무인항해, 기관자동화, 원격 운용, 검인증 기술개발 과제 간 기술 및 성과 연계
 - (성과관리) 산업부-해수부 R&D 과제의 표준화, 논문특허, 기술이전, 사업화매출, 성능목표 달성도, 홍보 등 성과 DB 구축 및 관리
- (사업단 운영) 다부처(산업부-해수부) 사업 통합사업단 운영
 - (통합사업단) 효율적인 과제관리와 세부과제 간 역할 분담 및 연계 강화를 위해 산업부·해수부가 공동으로 운영하는 ‘AI완전자율운항선박기술개발 통합사업단’ 운영
 - (운영관리지침) 통합사업단의 효과적인 운영을 위해 ‘통합사업단 운영내규 제·개정’
 - (홈페이지) 세부과제 간 기술·성과 교류 및 연계를 위한 홈페이지 개설·운영
- (표준화) 국내 조선업의 국제표준 선도를 위한 ISO, IEC, IMO(국제해사기구) MASS Code 대응 및 기술 지원 등
- (전시·홍보) 자율운항선박 R&D 과제 국내외 학술대회 및 전시회 개최, 성과 홍보
- (정책지원) AI자율운항선박 관련 부처 예산확보·정책수립·행사·홍보 등 지원

3. 지원기간/예산/추진체계

- 연구개발기간 : 78개월 이내
(1단계: 1차년도 개발기간 6개월, 2~4차년도 각 12개월, 2단계: 5~7차년도 개발기간 각 12개월)
- 정부지원연구개발비 : ‘26년 5억원 이내(총 정부지원연구개발비 41억원 이내)
 - * 해수부 ‘26년 5억원 이내(총 41억원 이내) 별도 지원
- 주관연구개발기관 : 비영리기관
- 정부납부기술료 납부대상 여부 : 비징수
- 기타 조건
 - 총괄과제는 부처별(산업부, 해수부) 공고된 과제 모두 신청·접수·협약해야 함
 - 선정평가는 양 부처 공동의 선정평가위원회를 통해 진행 예정
 - * 다부처 통합 총괄과제의 선정기준(우대·감점 기준 포함)은 산업통상부 “2026년도 제3차 조선해양 산업기술개발사업 신규지원 대상과제 공고”를 따름
 - 통합사업단은 각 부처의 R&D 규정 및 통합사업단 운영관리지침을 따름
 - 동 과제는 국가연구개발혁신법 시행령 제62조에 따라 ‘연구개발 과제 수의 제한’을 받지 않음