

2500미터급 동력형 수중자율이동체 개발

- 해양복합연구단 -

2024. 09. 25(수요일)

발표자 이름 : 대양전기공업(주) 전한성 책임

주관기관: 대양전기공업(주)

위탁기관: 계명대학교, 한국로봇융합연구원

Contents

1 연구과제 개요

2 연구개발 결과 [2단계 1차년도]

3 연구개발 계획 [2단계 2차년도]

4 시험 및 검증방안

5 협의 및 건의사항

과제 개요

사업명	무인이동체 원천기술개발사업(내역사업 2 : 통합운용 기술실증기 개발)
과제명	무인수상선-수중자율이동체 복합체계 개발(해양복합연구단)
세부과제명	제2세부: 2500미터급 동력형 수중자율이동체 개발
연구목표	무인선-수중자율이동체 시스템을 위한 2,500미터급 동력형 수중자율이동체 개발
사업기간	총 연구기간 : 2020. 06. 01 ~ 2027. 05. 31(1, 2단계 총 84개월) 당해(5차)년도 연구기간 : 2024. 01. 01 ~ 2024. 12. 31(12개월)
연구사업비	총 95억(국비 73억원, 기업 22억원) / 당해 22억원
주관기관	제2세부 : 대양전기공업(주)
참여기관	제 1위탁 연구기관 : 계명대학교 제 2위탁 연구기관 : 한국로봇융합연구원

과제 연구목표

○ 최종 목표

- ◆ 무인선-수중자율이동체 시스템을 위한 2,500미터급 동력형 수중자율이동체 개발

○ 세부 목표

- ◆ 수심 2,500m 내압성능기술 개발(대양전기공업)
- ◆ 1회 충전 130km 수중 운용 기술 개발(대양전기공업)
- ◆ 최고 속도 3.5knots 수중 운용 기술 개발(대양전기공업)
- ◆ 자율제어 기술 개발(계명대)
- ◆ 해저지형 및 시각동기 음향측위 기반 복합항법기술 개발(KIRO)

과제 연차별 연구개발 목표

● 연차별 연구목표

단계	연차	연구목표	세부목표
1 단계	1차년	요구사항 분석 및 기본설계	① 요구사항 분석 ② 선체 기본 설계 ③ 관성항법시스템 개념정립 및 운영시나리오/평가방법 확정 ④ 소나영상 모자이크 기반의 해저지형 지도제작 기술 개념 정립 ⑤ 경로추종 및 자세제어 알고리즘 설계 ⑥ 수중 장애물 탐지 및 식별 알고리즘 설계 ⑦ 전역 경로계획 알고리즘 설계
	2차년	단위시스템 상세설계	① 선체 단위 부품 상세 설계 및 제작 ② 수중 관성항법시스템 내압용기 및 기구부 상세설계 ③ 수중 관성항법시스템 초기정렬 및 항법알고리즘 초안 구축 ④ 소나영상 모자이크 기반의 해저지형 지도제작 SW 초안 구현 ⑤ 경로추종 및 자세제어 알고리즘 구현 ⑥ 전역 경로계획 알고리즘 구현 ⑦ 수중 장애물 탐지 및 식별 알고리즘 구현 ⑧ 고장 진단 알고리즘 기본 설계 ⑨ 수상 무선 통신 시스템 기본 설계 ⑩ 성능 시험

과제 연차별 연구개발 목표

● 연차별 연구목표

단계	연차	연구목표	세부목표
1 단계	3차년	부시스템 제작(1차 시제품)	① 수중 관성항법시스템 항법알고리즘 컴퓨터 포팅 및 시스템 통합 ② 소나영상 모자이킹 기반의 해저지형 지도제작 SW 구현 및 실험데이터를 이용한 수정보완 ③ 경로추종 및 자세제어 알고리즘 개선 ④ 수중 장애물 탐지 및 식별 알고리즘 개선 ⑤ 충돌회피 국소 경로계획 알고리즘 설계 및 구현 ⑥ 관측 센서 연동 자율 제어 알고리즘 SW 구현 ⑦ 무선 충전 시스템 기본 설계 ⑧ 고장 진단 시스템 상세 설계 ⑨ 수상 무선 통신 시스템 상세 설계 ⑩ 수중 음향 무선 통신 시스템 상세 설계 ⑪ 선체 1차 시제 제작

과제 연차별 연구개발 목표

연차별 연구목표

단계	연차	연구목표	세부목표
2단계	1차년	단위 시스템 개발 및 시험	① 선체 2차 시제 요구사항 분석 ② 선체 2차 시제 상세 설계 ③ 수중 관성항법시스템 시스템 통합 및 실험해역에서 성능검증 ④ 실험해역 소나영상 데이터를 이용한 소나영상 모자이크 기반 해저지형 ⑤ 지도제작 SW 성능검증 ⑥ 자율 판단 충돌회피 알고리즘 통합 구현 ⑦ 자율 판단 충돌회피 통합 알고리즘 실험해역 성능 평가 ⑧ 선체 기술: 선체 2차 시제 제작 ⑨ 무선 충전 시스템 상세 설계 및 제작 ⑩ 고장 진단 시스템 제작 ⑪ 수상 무선 통신 시스템 상세 설계 및 제작 ⑫ 수중 음향 무선 통신 시스템 제작 ⑬ 단독 임무 실험해역 성능 검증
	2차년	복합체계 연동 시험	① 선체 2차 시제 개선 ② 복합 체계 연동 시험 ③ 실험해역 소나영상 및 항법데이터 통합 소나영상 모자이크 기반의 해저지형 지도제작 SW 실험해역 단독 성능 검증 ④ 복합 체계 시나리오에서의 자율 판단 충돌회피 알고리즘 실험해역 성능 평가 ⑤ 자율 판단 충돌회피 통합 알고리즘의 개선 및 고도화
	3차년	복합체계 실험해역 시험	① 복합 체계 연동 해상 시험
	4차년 ~ 5차년	복합체계 실증 및 원천기술 적용 시험	① 복합 체계 해상 임무수행 실증 시험

연구개발 결과

● PCA 1차 시제 제작 및 시험

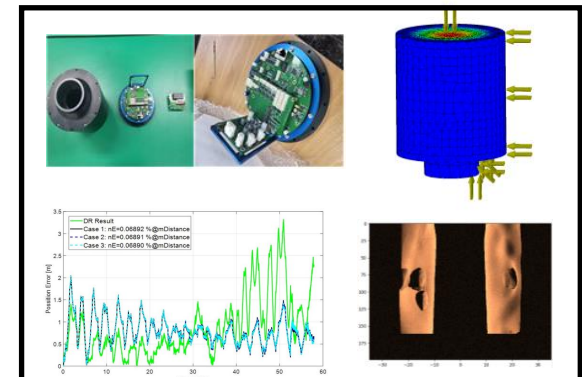
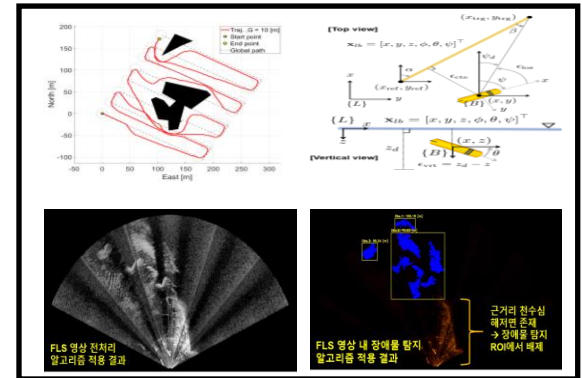
- ① 시제 상세설계 및 제작
- ② 수조 및 실험역 성능시험
- ③ 도킹장치 통합연동 수조시험

● 자율주행제어기술 개발

- ① 경로추종 / 자세제어 / 충돌회피 알고리즘 설계
- ② 알고리즘 시뮬레이션 및 구현

● 항법모듈 개발 및 해저지도 작성

- ① 항법통합모듈 제작 단독 실험역 시험 성능 검증
(0.2% x 이동거리)
- ② 해저지도 작성 sw 구현



연구개발 결과

● PCA 실험역 주행 및 도킹시험



당해 연구개발 목표 및 내용

● 연구개발 목표

- ① PC-AUV (No1.) 자율주행 알고리즘 실험역 성능 검증 (주관 : 대양전기공업(주))
- ② 자율제어 알고리즘 성능 검증 및 고도화 (1위탁 : 계명대학교)
- ③ 항법 시스템 통합 실험역 성능 검증 및 모자이킹 기반의 해저지형 지도제작 sw 단독 성능 검증 (2위탁 : 한국로봇융합연구원)

● 연구개발 내용

- ① 경로추종 및 자세제어 알고리즘 실험역 성능 검증 및 개선
- ② 수중 장애물 탐지 및 식별 알고리즘 실험역 성능 검증 및 개선
- ③ 충돌회피 국소 경로계획 알고리즘 실험역 성능 검증 및 개선
- ④ 항법 모듈 2차 시제 제작 및 실험역 성능 검증
- ⑤ 해저지도 sw 실험역 성능 검증
- ⑥ PC-AUV (No2.) 제작(~ 2025.05)

시제 시험 계획

● PCA 시제 시험/검증 방안

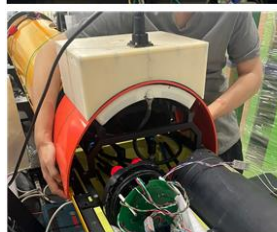
2단계 개발 항목	시험 기준/내용	시험/검증 방안	시험예상일자
무선충전 통합연동시험	20시간 충전	단위성능시험을 통한 충전 시간 및 효율성 확인	2024.11월 초 [완료 예정일]
복합체계연동 사전시험	무인수상선 MCS 간 통신 프로토콜 연동시험	PCAMCS <-> USVMCS 간 통신 프로토콜 성능 검증	2022.10월 중순 [완료 예정일]
		PCARCS <-> USVRCS 간 통신 프로토콜 성능 검증	2022.10월 말 [완료 예정일]
PCA 실해역 시험	자율주행 알고리즘 탑재 및 시험	1. 원점 복귀 Way Point 시험 2. 전역 경로 주행 시험 - 항법 데이터 취득 - 자율주행 알고리즘 코드 성능 검증	2024.12월 중순 [완료 예정일]
수중 정밀 관성항법 및 해저지도 작성	위치 오차 0.1% x 이동거리	실해역 시험을 통한 최대 오차 크기 확인	단독 성능시험 완료
	해저지도 SW 작성	상용 해저지도 SW와의 비교를 통한 성능 검증	2024.12월 말 [완료 예정일]

시제 시험 계획

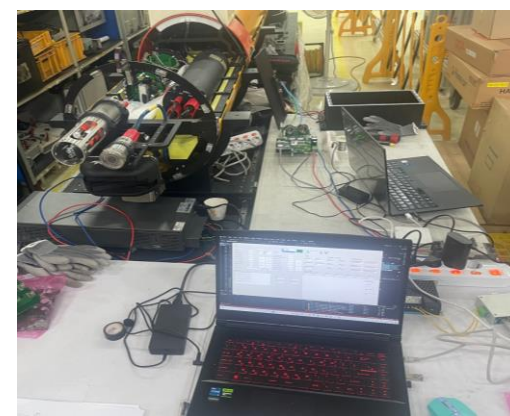
● 무선충전 통합연동시험[정량적 목표 : 20시간 내 충전 및 효율 85%]



CFRP 페어링(기준)



ABS 재질의 페어링
(1차 시험 / 2024.08.13)



ABS 재질의 페어링
(2차 시험 / 2024.09.11)

➤ 시험 결과

1. 기존 조립된 CFRP(탄소섬유강화플라스틱)의 경우 송신패드의 전력이 수신패드로 전달되지 않음.
2. 페어링을 ABS(플라스틱)로 교체후 1차 및 2차 시험 진행
3. 1시간 30분 충전결과 정상임을 확인(충전효율 90%)

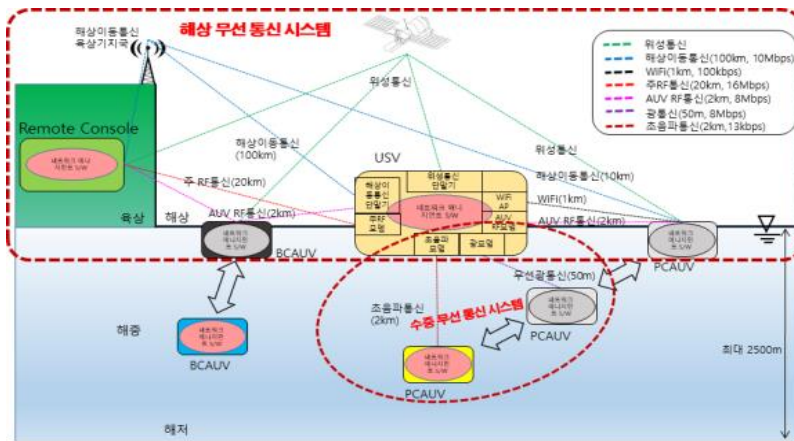
시간	SOC (State Of Charge)
17시 21분	73.0 %
17시 31분	74.0 %
:	
18시 41분	78.4 %
18시 51분	78.9 %

(배터리 충전 상태)

시제 시험 계획

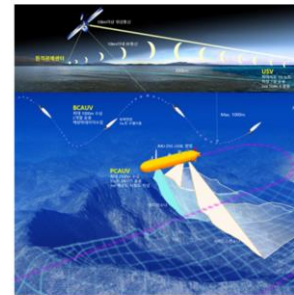
복합체계연동 사전시험(PCA - PCAMCS <-> USVMCS 통신시험)

- 장소 : 선박해양플랜트연구소(대전)
- 시험 일정 : 2024.09.26 ~ 09.27
- 시험 내역 : PCAMCS<->USVMCS 프로토콜 연동시험



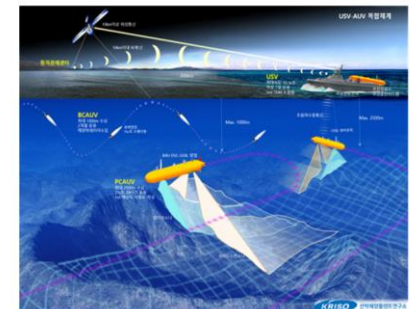
UAS 복합 체계 개발
연동 통제 문서
(Interface Control Document)

MCS <-> PCA Controller

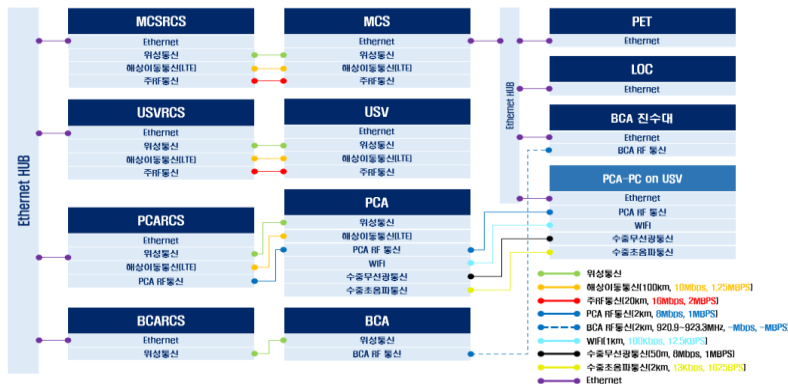


UAS 복합 체계 개발
연동 통제 문서
(Interface Control Document)

MCSRCS <-> PCARCS



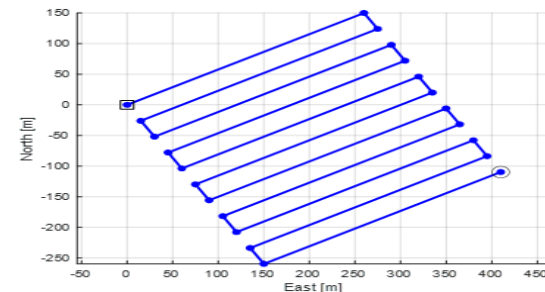
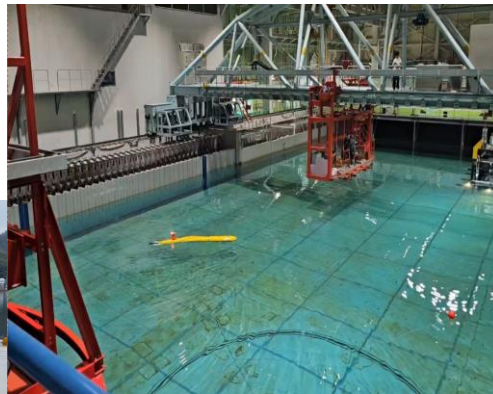
(MCS 및 RCS 연동시험)



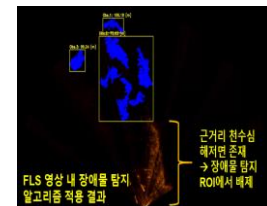
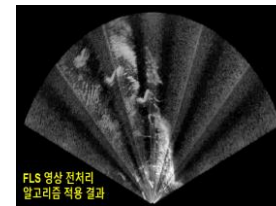
시제 시험 계획

● PCA 실험역 시험[자율주행 알고리즘 탑재 및 성능검증]

- 장소 : 한국해양과학기술원 남해연구소(거제 장목)
- 시험일정 : 12월 초
- 시험 내역
 - : 도킹 제어알고리즘 개선
 - : 원점 복귀 Way Point 시험
 - : 전역 경로 주행 시험(항법 및 영상 데이터 취득)



(전역 경로)

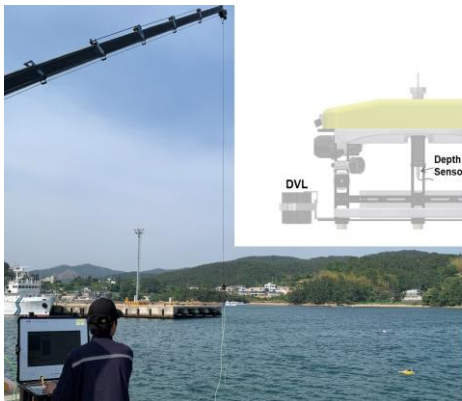


(장애물 탐지)

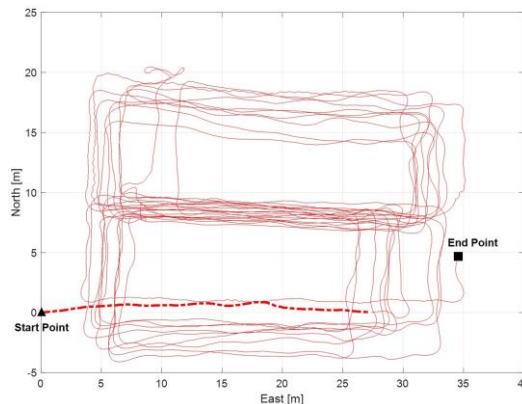
시제 시험 계획

● 수중정밀 관성항법(정량적 목표 : 위치 오차 0.1% x 이동거리)

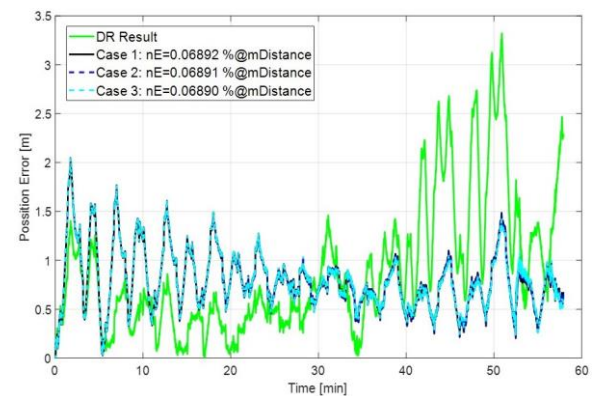
- 한국해양과학기술원 남해연구소(거제 장목)에서 실험역 시험 수행
- 알고리즘 성능 보안을 통한 단독 시험 수행
: 정량적 목표인 위치 정밀도 0.1% 달성
- 6차년도 PCA 탑재 및 정량적 목표 위치 오차 성능 검증 예정



(항법 실험 사진)



(표준 궤적)

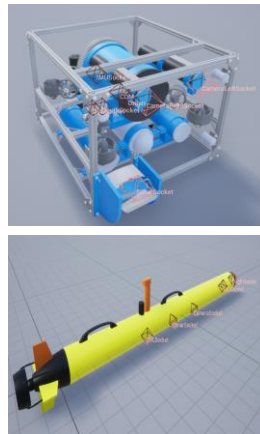
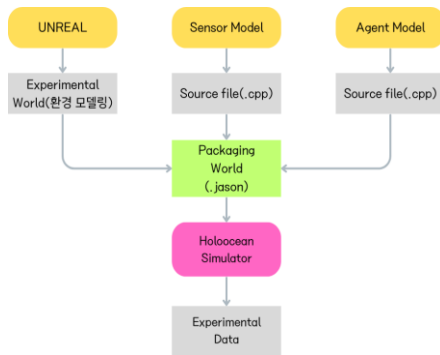


(항법 결과)

시제 시험 계획

● 해저지도 SW작성

- 알고리즘 개발 및 시뮬레이터를 활용한 성능 보완
- 실험역 해저맵핑 소나 데이터 확보 후 해저지도 SW 성능 검증 예정
- 시험 장소 : 한국해양과학기술원 남해연구소(거제 장목)
- 시험 일정 : 2024.12월 말



(AUV 모델 시뮬레이션 구성)



(시뮬레이션 환경 모델 구성)

건의사항

❖ 건의사항

① 1위탁 기관 과제 참여기한 연장[5차년도 -> 8차년도]

- 자율주행 알고리즘 성능 고도화 개선 작업 진행을 위한 참여기한 연장 필요

2024년도 해양복합연구단[통합기술워크숍]

감사합니다.