

프로젝트 배경

- 정치 및 기술 관점의 분석 결과, 국방혁신 4.0의 현재 추진단계인 유·무인 복합전투체계 (MUM-T) 기술로의 확장을 위한 AI 기반 무인화 중심의 방산 R&D 연구의 가속화
- 경제 및 사회 관점은 저출산으로 인한 병력 감소와 더불어, 우크라이나-러시아 전쟁, 이스라엘-하마스 분쟁으로 인한 AI 드론 기술의 효용성 입증, 튀르키예 바이라타르 등의 글로벌 방산 기술의 경쟁이 심화되고 있는 추세

PEST 분석 결과

해양경계의 음영지역 보안을 위한 음향 AI 기반 선박 탐지 및 분류 시스템



그림 1. PEST 분석 프레임워크를 활용한 기술개발의 타당성 검토

프로젝트 아이디어

- 영상 기반 감시정찰 기술의 음영지역 보안을 위한 Audio 활용 탐지/분류 기술
- 야간 및 해무 환경을 보완하기 위해 TOD/RADAR 장치를 추가 운영하는 방안이 활용
- 그러나 렌즈의 오염, 악천후, 음영지역 등에 의해 탐지 성능이 열화되는 한계를 지님
- 이에 본 연구에서는 Audio를 활용하여 물리적 제약에 강건한 탐지/분류 기술을 제안

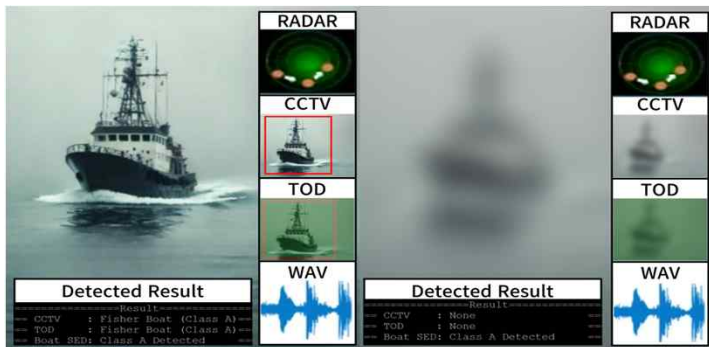


그림 2. 해안경계의 음영지역 보안을 위한 음향 AI 기반 선박 탐지 및 분류 시스템 기술

- 기존 감시정찰 자산과의 호환성 및 데이터 기밀성을 고려한 On-Device AI 활용 방안
- 음향 AI 모델의 학습 및 예측은 보안 및 기밀성을 유지하기 위해 중앙 서버를 통해 수행되지 않고 엣지 디바이스를 활용한 On-device learning 방안을 채택
- 엣지 디바이스에 탑재된 WiFi-ESP 모듈을 통해 음향 AI 모델의 분류 결과를 책임 부대의 지휘통제실 및 상급부대에 전송하여 실시간으로 즉각적인 의사결정을 지원

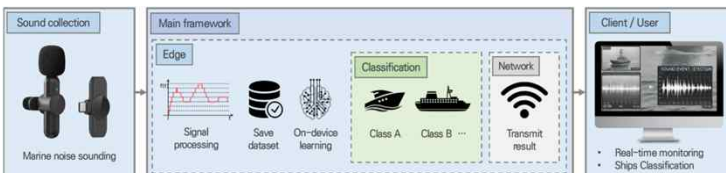


그림 3. MCU 기반 경량화 엣지 장치를 활용한 On-Device AI 운용 방안

- Deepship과 HearMyShips 데이터를 7:3의 비율로 학습 및 검증 데이터로 처리 후 Ships-ear 데이터 셋의 Class A, B, C, D에 맞추어 구분
- 3개의 공개 데이터셋 내 음향 데이터에 가산된 잡음은 평균 3초~18초 사이로 구성되어, 이는 실제 해상/해양 환경의 잡음 구간을 모방하여 데이터를 구성

Foreground	총 개수	학습 데이터	검증 데이터	Background	개수
A (경형 선박)	2,018	1,200	818	Wave (상시)	2,198
B (소형 선박)	1,841	1,378	463	Rain	720
C (중형 선박)	4,633	4,184	449	Wind	714
D (대형 선박)	2,644	1,953	491	Thunder	242

표 1. 음향 AI 기반 미식별 선박 탐지 및 분류 위한 해양 음향 데이터셋

- 8,186개의 학습 데이터와 1,076개의 테스트 데이터 각각에 증강을 10회 반복하여 해상 및 해양 환경 소음이 혼합된 총 277,860초의 음향 데이터를 확보

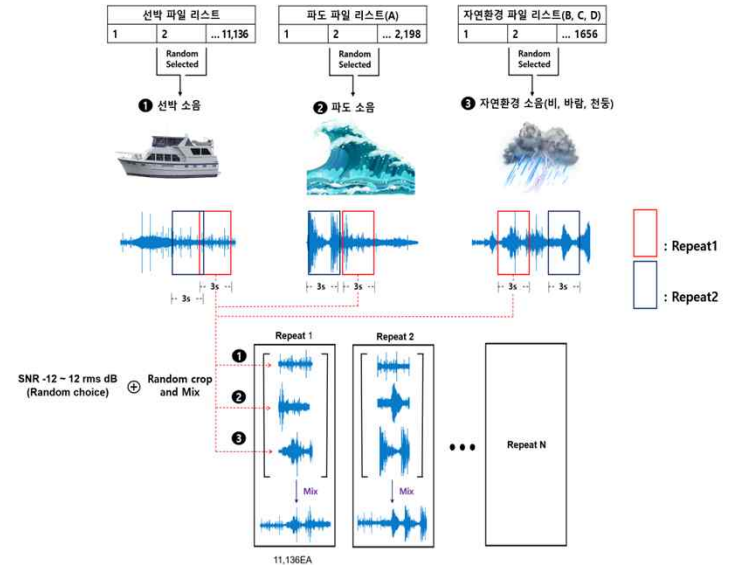


그림 4. 환경잡음에 강건한 음향 AI 모델을 위한 증강기법 및 데이터셋 설계

- 음향 데이터의 지역 및 전역 특징을 포착하기 위해 CNN, RNN 구조의 장점이 결합된 CRNN 모델 기반의 음향 AI 모델 설계 다양한 특징 추출을 위해 인셉션 레이어 활용

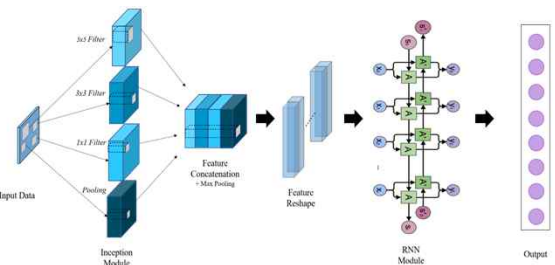


그림 5. Inception Layer를 활용한 CRNN 모델 구조 및 분류를 위한 Cross Entropy Loss 설계

비고	F1-Score	mAP
학습 단계	0.9801	0.9985
검증 단계	0.8695	0.9573

표 2. 음향 AI 기반 미식별 선박의 탐지 및 분류 성능 비교

기대효과

- 해안경계작전에 활용되는 CCTV 및 TOD 장치의 MUM-T 기반 감시/경계 임무 등의 방산 패러다임 전환에 기여
- 간첩/밀입국자의 잠영 후 해안 침투 시, AI 기반 이상 음향 탐지/분류 기술로의 확장을 통해 국방혁신 4.0에 대응하는 해안경계 무인화 기술로의 발전을 기대