

# 해안 경계 지능화를 위한 AI학습 모델 구축 방안

## A Methodology of AI Learning Model Construction for Intelligent Coastal Surveillance

한 창 희\*<sup>1</sup>    김 중 환<sup>1</sup>    차 진 호<sup>1</sup>    이 종 관<sup>1</sup>    정 윤 영<sup>1</sup>    박 진 선<sup>1</sup>  
Changhee Han    Jong-Hwan Kim    Jinho Cha    Jongkwan Lee    Yunyoung Jung    Jinseon Park

김 영 태<sup>2</sup>    김 영 찬<sup>2</sup>    하 지 승<sup>3</sup>    이 강 욱<sup>3</sup>    김 윤 성<sup>3</sup>    방 성 완<sup>1</sup>  
Youngtaek Kim    Youngchan Kim    Jeeseung Ha    Kanguk Lee    Yoonsung Kim    Sungwan Bang

### 요 약

본 연구의 궁극적인 목표인 지능형 해안 경계 체계 구축을 위해, 본 논문에서는 먼저 해안경계 지능화를 위한 AI 학습 모델의 구축 방안을 제시하였다. 우리는 3면이 바다로 이루어져있고 남과 북이 대치하는 상황으로 인해 해안 경계가 중요한 국가적 과업인 나라이다. 국방개혁 2.0에 의해 해안경계를 담당하고 있는 R/D (Radar) 운용인력이 감소하고 복무 기간이 단축되고 있다. 특히, 레이더와 같이 고도의 장비를 다루는 데에는 휴먼 에러가 발생할 개연성은 늘 상존하는 것이다. 해안 경계와 인공지능의 접목은 정부의 인공지능 국가전략의 구현과 확대라는 목표에도 필요 충분한 시점에 와 있다. 지능형 해안 경계 체계 구축을 위한 AI학습 모델 개발의 기능별 방안을 제시하였다. R/D신호 분석 AI모델 개발, 책임해역 분석 AI모델 개발, 표적 관리 자동화 기능으로 구분하였다. 이를 실현하기 위한 3단계 추진 전략을 살펴보았다. 1단계는 AI 학습모델 구축의 통상적인 단계로써, 데이터 수집, 데이터 저장, 데이터 여과, 데이터 정제, 데이터 변환 등이 이루어진다. 2단계에서는 R/D 특성에 기초해 신호분석을 실시하고, 실상과 허상을 분류하는 AI 학습모델 개발을 진행하고, 책임해역을 분석하고, 취약지역/시간 분석을 실시한다. 최종 단계에서는 AI 학습모델의 검증, 가시화 및 시연 등이 이루어진다. 군 무기체계에 AI 기술이 접목돼 지능화된 무기체계로 바뀌는 최초의 성과가 달성된다.

☞ 주제어 : 지휘통제, 경계체계, 인공지능, C4I, 기계학습 및 훈련, 레이더

### ABSTRACT

The Republic of Korea is a country in which coastal surveillance is an imperative national task as it is surrounded by seas on three sides under the confrontation between South and North Korea. However, due to Defense Reform 2.0, the number of R/D (Radar) operating personnel has decreased, and the period of service has also been shortened. Moreover, there is always a possibility that a human error will occur. This paper presents specific guidelines for developing an AI learning model for the intelligent coastal surveillance system. We present a three-step strategy to realize the guidelines. The first stage is a typical stage of building an AI learning model, including data collection, storage, filtering, purification, and data transformation. In the second stage, R/D signal analysis is first performed. Subsequently, AI learning model development for classifying real and false images, coastal area analysis, and vulnerable area/time analysis are performed. In the final stage, validation, visualization, and demonstration of the AI learning model are performed. Through this research, the first achievement of making the existing weapon system intelligent by applying the application of AI technology was achieved.

☞ keyword : Command Control, Surveillance, Artificial Intelligence, C4I, Machine Learning & Training, Radar

## 1. 서 론

본 연구가 지향하는 궁극의 목표는 지능형 해안경계

체계를 구축하는 것이다. 우리나라는 3면이 바다로 이루어진 국토 환경을 보유하고 있고 이로 인해 해안 경계가 매우 중요한 국가적 과업인 나라이다. 더욱이 남과 북이 대치하는 상황 속에서 해안선의 경계는 국가 안위와 직결되는 주제인 것이다. 그러나 최근 두 차례에 걸친 경계 사례가 있었다[1-2]. 함경북도에서 출발 후 남하하여 7일간 우리나라 동해 여러 지역을 표류하다 삼척항에 정박한 북한 목선 및 선원을 민간인이 발견 후 신고하는 사건이 발생 하였고, 다른 하나는 해안 Radar (R/D)와 복합 감

<sup>1</sup> Korea Military Academy, Seoul, 01805, Korea

<sup>2</sup> Hope Airtech Co., Ltd., Seoul, 06643, Korea

<sup>3</sup> ableMAX, Seoul, 06221, Korea

◆ First author (chhan@kma.ac.kr)

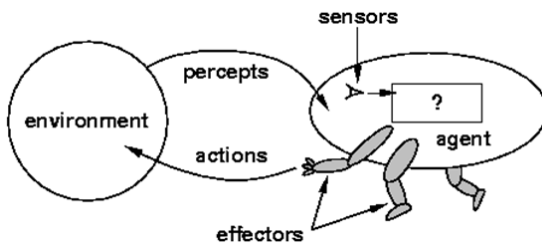
\* Corresponding author (wan1365@mnd.go.kr)

[Received 9 October 2021, Reviewed 20 October 2021(R2 22 November 2021), Accepted 7 December 2021]

시카메라, 열영상감시장비(TOD) 등으로 13차례 밀입국 소형보트(1.5t급)를 식별했지만 해안 레이더 운용병들이 낚시배 등으로 오인해 놓치는 사건이 발생하였다[3]. 사람에게 의한 오류로 발생한 경계 사례인 것이다.

해안 경계 부대의 레이더 운용병의 예시에서처럼 사람에게 의한 휴먼에러 발생 가능성은 지속적으로 존재하며 이를 개선하지 못한다면 해안 경계 작전의 실패와 대군 신뢰도에 큰 영향을 미칠 것이다. 정부는 인공지능(AI) 국가전략을 수립했고, 범정부 차원의 AI 산업 육성과 각 분야별로 융합 확산을 추진 중이다[4]. 군이 Test-bed 역할을 수행하기 위한 산학연 및 정부부처와 협업이 필요한 시점이다. 따라서 인공지능과 경계 작전의 결합은 매우 의미 있는 과제이다. 더욱이 군에서는 국방개혁 2.0에 의한 병력 감축이 추진되고 있다. 해안경계 작전을 전담하여 임무를 수행하는 부대로 개편이 예상된다. 이는 작전개념의 전환으로 이어져 해안경계를 담당하고 있는 R/D 운용 인력 역시 감소될 것으로 예상된다. 또한 군 인력의 복무기간의 단축으로 인해 레이더와 같은 특수 장비를 익숙하게 되는 데 소요되는 단위 시간이 상대적으로 줄어드는 현상도 대비해야 하는 요소 중 하나이다. 이처럼 병력 절약형 해안경계로의 작전개념 전환이 추진될 것이고 이를 대비해야 하는 시점에 도래해 있다.

인공지능에 대한 연구가 한창이다. 인공지능 정의의 한 가지는 사람이 어떤 일을 할 때 지능이 필요한 일을 기계가 대신하게 하는 것이다[5-6]. 즉 인간의 일을 기계가 대신처리해 주는 것이 궁극의 목표라고 하겠다. 더욱이 우리나라 해안 경계의 사례에 보듯 휴먼에러가 발생하기 쉬운 영역이라면 인공지능과의 접목을 생각해 보는 것이 매우 필요한 시대에 와있는 것이다.



(그림 1) 에이전트에 기초한 인공지능 정의 개념도(6)  
(Figure 1) Architecture of Agent-based A.I. Definition

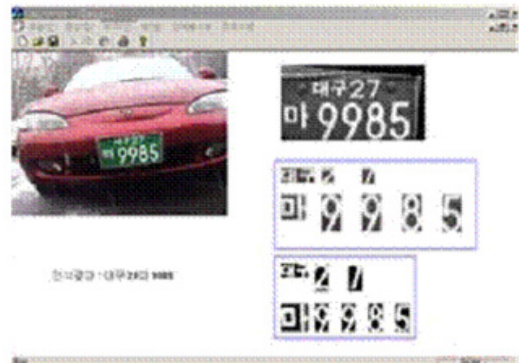
에이전트의 구성은 크게 감각, 판단, 행동으로 구분된다[6]. 에이전트의 행동 기능이 강조가 된 분야가 로봇이라고 할 수 있다. 감각에는 시각 청각 등 다양한 인간의

감각이 이에 해당하는 데 이 중에서 에이전트에 관해서는 시각 분야에 대한 연구가 광범위하게 진행 중에 있다. 판단기능이 군사 분야와 접목된 것의 한 예시가 지휘통제의 지능화 연구이다[7-8]. 매우 도전적인 과제이기에 세계적인 기업 및 각국에서는 국가적인 집중력을 발휘하여 성과를 내려는 움직임이 있다고 할 수 있다.



(그림 2) 에이전트 행동 요소인 길찾기 예시(9)  
(Figure 2) Example of Path-Finding, the action component in agent architecture

위의 그림은 길찾기라는 행위를 로봇에 적용해 사람을 안내하는 시연을 보이고 있다[9]. 시작점과 마지막 지점 등 주요한 지점은 웨이포인트 waypoint)로 저장하고 그러한 지점들 사이에 위치한 실시간의 물체에 대한 지도를 제작해 충돌을 회피하는 방법을 적용하고 있다[10].



(그림 3) 에이전트 시각요소인 번호 인식 예시(12)  
(Figure 3) Example of number & character recognition, the perception component in agent architecture

시각 인식 기술은 우리의 생활에 깊숙이 들어와 있다. 차량 번호 자동 인식기술이 적용되지 않은 건물이 없다고 해도 과언이 아니다. 위의 차량 번호는 영상 정보로써 시각 인식 기술에서 영상 이미지 기술은 상당한 수준으로 발전해 있다[11-12]. 시각 인식의 대상이 되는 또 다른 영역은 신호 정보이다. 본 논문의 궁극적인 목표인 해안 경계 지능화 연구가 종료되면 신호 정보에 대해 자율적 시각 인식이 달성되는 것으로 매우 유의미한 성과라고 하겠다. 또한 국내에서 사용되는 무기체계에 AI 기술을 접목해 지능화된 무기체제로 바꾼 최초의 성과가 되는 것이다. 본 연구로 구축된 AI모델을 통해 사용 가능한 데이터를 폭넓게 파악할 수 있고 복잡하거나 일상적인 작업을 자동화할 수 있어 R/D 운용인력이 비정상 및 의사 선택을 탐지하는 업무를 AI로 대체가 가능하다. 현재 운용 중인 감시 장비에 AI 기술을 적용하여 탐지, 추적 등 일련의 과정을 자동화하여 현재의 문제점을 보강할 수 있는 해안 과학과 경계 체계로의 획기적 개선이 필요한 시점이다. 본 연구의 궁극적인 목표인 지능형 해안 경계 체계 구축을 위해, 본 논문에서는 우선 해안경계 지능화를 위한 AI 학습 모델의 구축 방안을 제시해 보는 것으로 한다. 해안경계체계의 필수요소가 무엇인지를 2장에서 알아보고, 3장에서는 AI 학습 모델 개발의 기능별 방안에 관해 고찰해 보고, 4장에서는 지능형 해안 경계 시스템 개발의 추진 단계를 살펴보고, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 해안 경계 체계 필수 요소 식별

해안선을 따라 배치된 인력과 장비를 통해 해안 경계가 이루어진다. 해안 경계 인력이 사용하는 가장 핵심적인 장비가 해안선을 따라 배치된 레이더(Radar, R/D) 장비이다[13-14]. 그리고 이러한 경계 인력은 장비를 사용함에 있어서 교리 교범에 기초해 운영하게 된다. 본 논고의 연구는 핵심 장비인 레이더의 운영상 지능화가 가능한 요소를 식별하는 것이다. 레이더는 주기적으로 전자기파를 발생시키는데, 이때 이 전자기파가 물체에 부딪히면 반향파가 발생되고 이 반향파를 수신함으로써 부딪힌 물체의 위치 및 속도 등을 탐지하는 장치이다. 부딪히는 물체는 선박부터 파도, 눈, 비처럼 자연 현상까지 그 범위가 다양하다. 또한 레이더 자체의 하드웨어에 내재한 오류까지를 고려하면 반향파로 수신되는 신호는 더욱 다양해진다. 경계 관점에서 유의미한 수신 신호는 선박, 잠수정 등으로 이것을 실상으로 표현한다. 나머지 비나 눈 파도 등에 부

딛혀 돌아온 반향 신호는 경계 관점에서 의미가 없는 허상들인 것이다. 통상적으로 레이더 신호의 특징 및 구성은 시간(Millisecond), ID, 위도, 경도, 방위, 거리, 속도, 침로, 퀄리티 등으로 이루어져있다.

한편 해안 경계에 주요한 또 하나의 요소로는 인원과 장비가 담당하는 구역의 지형적 특성과 1년간 운용하는 동안의 계절적 특성, 하루를 주기로 했을 때 시간대별로 발생할 수 있는 경계의 취약점 등 책임 구역 내의 지형적 시간적 특성에 관한 것이다.

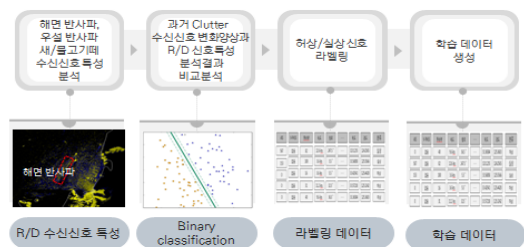
대한민국의 전 해안선 지역이 안전하게 유지되기 위해서는 해안선의 모든 지역이 중첩되게 유지되어야한다. 표적을 각 레이더 사이트에서 탐지한 후 표적의 추적 및 관리에 관한 내용도 경계의 주요한 요소 중 하나가 된다. 하나의 사이트에서 식별된 표적이 인접 레이더로 이동해 가는 경우에 대한 관리 등도 해결되어야 하겠다. 의심스러운 표적인지 그렇지 않은 안전하게 확인된 표적인지의 여부는 교리와 운용자 인터뷰를 통해 분류되어야 할 내용인 것이다.

## 3. AI 학습 모델 개발 기능별 방안

체계 개발의 기능별 방안은 R/D신호 분석 AI모델 개발, 책임해역 분석 AI모델 개발, 표적 추적/관리 자동화 기능으로 분류해 볼 수 있다.

### 3.1 R/D신호 분석 AI 모델 개발

R/D신호 분석 AI모델의 개발은 R/D의 잡음신호(Clutter)를 분석하고, 허상과 실상을 구분한 학습데이터를 생성하며, 이를 통해 허상과 실상을 구분하는 AI모델을 개발하는 과정으로 나누어 볼 수 있다.



(그림 4) R/D신호 분석 AI 모델 개발 프로세스  
(Figure 4) Development process of AI Model for R/D signal analysis

잡음신호가 집중적으로 발생하는 지역의 상황조건을 분석한다. 발생한 잡음 신호 데이터를 파이썬의 folium 을 이용하여 지도에 입력하여 표시한다. 잡음 신호가 집중되어 있는 구역을 buffer를 주어서 구역을 설정하고 중심점을 선택하고, 잡음 신호 발생에 영향을 끼치는 요인들의 상관관계 분석을 실시한다. 이때 기상 지형 등과 연계하여 상황을 분석하도록 한다.

허상과 실상을 구분한 학습데이터를 생성한다. 허상은 해면 반사파, 우설 반사파, 새/물고기 떼 등인데, 이들의 수신신호를 수집하고 특성을 분석하도록 한다. R/D 수신 신호의 특성 분석을 참고하여 과거 Clutter의 변화 양상 데이터를 통해서 허상과 실상을 분류한다. 실상과 허상 데이터에 레이블링 작업을 하고, 이들 데이터를 랜덤으로 섞어 학습데이터를 생성한다.

다음으로 허상과 실상을 구분하는 AI모델을 개발한다. 레이블링 작업이 된 학습데이터를 이용하여 허상/실상의 각 특징들을 학습시키도록 한다. 허상/실상 학습데이터를 binary classification 을 수행하며, 분류된 학습데이터의 특징을 추출하고 패턴도 분석한다. 모델 구현 방안은 다음과 같다. R/D 잡음이 발생하면 해당 R/D 기지의 상황조건별 파라미터 설정 경험치를 분석하도록 한다. K-means cluster와 regression classification 알고리즘을 활용하고, 민감도와 같은 파라미터를 조정하여 최적의 감시조건을 조성하도록 한다.

AI모델이 분류한 모든 실상표적에 대해 관리정보 즉 항적데이터, 좌표 또는 방위각/속도 등의 정보를 자동으로 저장한다. 전시화면의 이미지를 주기적으로 저장하는 것은 향후 시간적인 분석과 설명에 도움이 될 수 있다. 선택된 탐지표적에 대한 재생 구간 전체 또는 일부의 이동경로(항적)를 전시하는 것 또한 표적의 비교 분석에 도움을 줄 수 있다.

### 3.2 책임해역 분석 AI 모델 개발

전시기에 나타난 신호 정보가 실상인지 허상인지를 구별한 후 실상 표적에 대해 그것이 정상 항로를 운항하는 정상적인 선박인지 아니면 의심스러운 선박인지를 식별해야 한다. 이러한 표적의 판별은 그동안 인간 운용자가 해운 과업이었다. 인간 운영병사의 수가 감소하고 있고 복무 기간의 단축에서 오는 숙련기간의 단축 등으로 인해, AI 모델이 대신 하는 것은 그 의미가 매우 큰 것이다. 책임 해역을 분석하는 AI 모델은 항적패턴 인식, 정상/이상 행동 항로패턴 인식, 이상행동 패턴 표적 구분기능, 취

약 지역 및 시간 분석 기능이 포함되어야 한다.

항적패턴 인식 AI모델 개발 프로세스는 다음과 같다. 이상 항로패턴 시나리오를 작성하고 시나리오에 맞추어서 이상 항로패턴 데이터를 생성한다. 과거 항적데이터와 이상 항로패턴 데이터를 활용하여 학습데이터를 생성한다. 속도, 침로, 위도, 경도 등의 학습 데이터를 변화량의 형태로 데이터를 변형한다. 머신러닝 딥러닝 알고리즘을 사용하여 항로 패턴을 학습시켜 AI 모델을 생성한다.



(그림 5) 책임해역 분석 AI 모델 개발 프로세스  
(Figure 5) Development process of AI Model for assigned-coastal sector analysis

R/D 운영시 책임 구역 내의 취약지역 및 취약시간에 대한 관리를 자동화하는 것은 필요하고 AI 학습의 과정은 다음처럼 가능하다. 먼저 취약지역에 대한 과정은 다음과 같다. 전시화면 데이터를 활용하여 인공물체(양식장, 부표)와 자연물체(섬, 암초), R/D 사각지역 등의 취약지역의 이동거리 및 이동 패턴을 분석한다. 자연물체, 인공물체의 정보를 받아 사용자가 물체의 좌표 데이터 입력 및 관리번호를 부여하게 된다. 같은 물체의 확인을 위한 영상량과 패턴을 분석하도록 한다. 분석 정보 저장 및 운용자에게 변화 여부에 대한 알람을 제공한다. 분석결과를 활용하여 물체가 이동하면 운용자에게 알리도록 설정한다.

취약 시간 분석은 다음과 같다. 시간대별 항해 선박 수를 카운트하여 선박 활동이 적거나 의아표적 출현이 빈번한 취약시간을 분석하도록 한다. 취약 시간대 정보를 항로패턴 분석 AI 모델에 제공한다. 취약 시간에 취약지역을 항해하는 선박이 식별되면 전시화면에서 깜빡거리게 해서 운용자에게 경고를 제공토록 한다.

책임해역에 의심되는 선박 표적의 정보는 매우 제한적일 수밖에 없다. 이것을 해결하는 방법으로 시나리오를

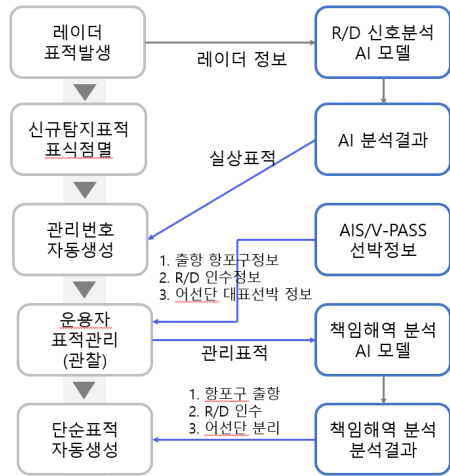
작성하여 데이터를 생성하도록 한다. 교리에 기초한 여러 가지 해안 경계 시나리오가 존재할 수 있다. 예를 들어 몇 가지 시나리오는 다음과 같을 수 있다. 원해에서 최초 식별된 표적이 근해로 이동하는 표적, 어선의 집합군에 합류했다가 이탈하는 표적, 레이다 사각지역을 운항하는 표적 등이 예시가 될 수 있다. 이러한 예시에는 여러 국면들이 존재하며 각 국면의 세부 파라미터들은 운영 실무자들의 인터뷰를 통해 결정하게 된다.

### 3.3 표적 추적/관리 자동화 기능

R/D신호와 책임해역의 분석을 AI를 통해 표적을 식별했다면 이 식별된 표적을 추적하고 관리하는 기능이 필요하다. 신규로 탐지된 표적은 ‘R/D 신호 분석 AI모델’의 결과가 나오기 전까지는 깜박거림을 지속하여 미확인된 표적이 발생했음을 알려주도록 한다. 이후 실상 표적으로 분류된 표적은 관심표적으로 자동으로 등록되도록 한다. 또한 이때 탐지 표식의 모양을 다양하게 해 운용자가 쉽게 인지되도록 할 수 있다.

모든 관리표적은 ‘책임해역 분석 AI모델’로 분석하여 책임해역 내 항포구 출항, R/D 인수표적, 어선단 분리 표적에 대해서 단순표적으로 변경하여 관리되도록 한다. 해양수산부 등 선박을 관리하는 기관에서 받은 데이터와 비교하여 확인된 표적 정보가 존재하게 된다. 관심표적에서 선박식별정보가 있는 경우 ‘확인’ 표적으로 전환하도록 한다. 선박 정보는 크게 AIS 정보와 V-PASS 정보 등이 해당하는데, AIS 선박정보가 있는 표적은 ‘A’, V-PASS 선박정보가 있는 표적은 ‘V’, AIS 및 V-PASS 선박정보가 있는 표적은 ‘AV’ 등으로 구분하면 효과적일 수 있다. AIS 선박식별정보의 MMSI, 위치정보(경위도), 침로, 속력, 네비게이션 상태, 선박 종류, 잠긴 길이, IMO 선박 길이, 선박 폭, 호출 부호, 선박 이름, 목적지, 항적 등을 필요에 따라 전시되도록 한다. V-PASS 선박식별정보의 ID, 기지국ID, GPS상태, 출입항요청, 출입항구분, 위치정보(경위도), 침로, 속력, 선박 시간, 선박 상태(구조요청, 배터리), 선박 정보(길이, 폭, 무게, 어업종류, 이름), 선적지, 선적항, 항적 등도 필요에 따라 전시되도록 한다.

해안 경계 R/D 운용에 있어서 인접 R/D에서 인수된 표적의 관리 또한 중요하다. ‘책임해역 AI’ 분석결과를 이용, 확인/식별한 표적인 경우 자동으로 확인 표적으로 관리되도록 한다.



(그림 6) R/D 경계체계의 AI 학습 모델 개발 아키텍처  
(Figure 6) Architecture of AI learning model development for R/D surveillance system

## 4. 지능형 해안 경계 시스템 개발의 추진 단계

앞서 살펴본 지능형 해안 경계 체계의 학습 모델을 개발하는 추진 단계를 3단계로 구분해 볼 수 있다.

### 4.1 1단계 추진전략: 학습데이터 수집 및 생성(정제)

1단계에서는 학습 데이터를 수집하고 생성하는 단계이다. AI 학습모델 구축의 시작단계로써, 데이터 수집, 데이터 저장, 데이터 여과, 데이터 정제, 데이터 변환 등이 이루어지도록 한다. 데이터 수집 활동은 빅데이터 분석 시 품질을 결정하는 매우 중요한 핵심으로 수집 가능성 여부, 보안 문제, 세부 데이터 항목의 품질 및 비용 등을 검토하여 데이터 수집 목적을 작성하도록 한다. 수집된 데이터들은 RDBMS에 저장하여 관리한다. 수집된 데이터들의 삭제 및 중복 여부 확인 등의 과정을 수행하여 데이터 품질을 향상 시키는 데이터 여과 과정을 수행하도록 한다. 데이터의 결측치, 이상치 등을 식별 또는 제거하는 데이터 정제 과정도 수행한다. 항로패턴 인식 AI 학습을 위한 변화량 형태의 데이터 변환, 취약시간 분석을 위한 Aggregation 등을 수행한다. Clutter 발생 화면의 수신 신호 변경 양상 및 R/D 신호 특성을 반영하여 실상과 허상 신호를 구분하는 학습 데이터를 생성하도록 한다.

본 연구의 궁극적인 목표 중 하나가 의아한 행동을 하

는 선박을 식별하는 것이다. 이상 항로를 이동하는 표적 데이터의 수가 매우 적고 비정상적인 데이터의 발생은 매우 희소한 것이므로 학습 데이터의 양이 부족하게 된다. 따라서 이를 극복하는 방법으로 시나리오를 작성하여 데이터를 생성하도록 한다. 시나리오의 예시로는 앞 단락에서 언급한 것을 포함해 경비정을 피해서 변침 변속 등을 자주 혹은 급작스럽게 하는 경우, 비정상 항로를 통해 내륙으로 접근하는 등 여러 상황들을 교리를 기초로 작성할 수 있다.

#### 4.2 2단계 추진전략: R/D 신호 분석

1단계에서 데이터가 수집되고 정제되었다면, 본격적으로 학습 모델을 만드는 과정을 진행할 수 있다. 먼저 R/D 신호분석을 실시하고, 실상과 허상을 분류하는 AI 학습모델 개발을 진행한다. R/D의 잡음신호가 집중적으로 발생하는 지역에 대한 상황조건(지형, 기상, 거리 등)을 분석하고 Clutter 발생 여부와 상관없이 실상과 허상을 구분하는 AI 모델을 개발한다.

다음으로, 책임해역을 분석하고, 취약지역/시간 분석 AI 학습모델을 개발하며, 정상/의아 선박 분류 AI 학습모델을 개발한다. 책임해역의 입출항 선박들의 정상적인 항로패턴과 이상행동 항로패턴을 인식하는 AI 모델을 개발한다. 이상항로 이동, 장기간 특정지역 정박, 상호 접촉 및 분리 패턴을 보이는 표적 등을 구분하는 기능을 구현한다. 책임해역 내 조업/물골/사각지역과 자연/인공 물체를 분석하여 AI 모델을 개발한다. 선박 항해가 적거나 관심·의아표적 출현이 빈번한 취약시간을 분석하여 AI 모델을 개발하도록 한다. Bayesian 모델 등을 통하여 관심·의아선박일 확률을 실시간으로 계산하고 판단 근거를 확률로 제공하여 다수의 의아 표적 발생시 표적 처리의 우선 순위를 제공하도록 한다.

#### 4.3 3단계 추진전략: 학습 모델 검증 및 가시화

1단계를 통해 데이터 수집 및 정제가 이루어지고 2단계의 레이다 신호 분석 모델을 통해 실상 및 허상이 분류가 되고, 책임해역 분석 모델을 통해 취약 지역/시간이 분석이 이루어진다. 3단계를 통해 AI 학습모델의 검증, 가시화 및 시연을 이루도록 한다. AI 학습모델의 검증의 다양한 방법 중 R2, RMSE 지표를 이용하여 AI 모델을 검증하도록 한다. 학습에 사용하지 않은 신규 데이터를 AI 학습모델에 적용하여 실제 값과 예측 값의 오차율을 이용

하여 AI 모델을 검증한다. 신규 탐지표적을 확인한 후 AI 학습의 성능 즉, 실상과 허상 표적의 분류 검증을 위해 탐지 표적을 비교 분석하도록 한다. 한편, 항로패턴과 취약 지역 및 시간 분석을 기초로 책임해역을 종합하여 분석한 정보를 생성하도록 한다. Bayesian 모델을 통해 나온 의심 표적의 판단 근거를 확인하고 실제 표적의 항로와 비교 분석하여 검증을 진행 한다. 최종 국면에서는 실제 운영 기지에서 운영자에 의한 검증 및 시연 등을 진행하도록 한다.

### 5. 결론 및 향후 연구

본 연구의 궁극적인 목표인 지능형 해안 경계 체계 구축을 위해, 본 논문에서는 먼저 해안경계 지능화를 위한 AI 학습 모델의 구축 방안을 제시해 보았다. 우리나라는 3면이 바다로 이루어져있고 남과 북이 대치하는 상황으로 인해 해안 경계가 중요한 국가적 과업인 나라이다. 최근에 북한 목선이 민간인에 의해 발견된 사례와 밀입국 소형 보트를 식별은 했지만 낚시배로 오인해 놓치는 사례 등이 지속적으로 발생하고 있다. 중요한 국가적 과업임에도 사람에 의한 오류 발생의 개연성은 늘 상존하는 상황이다. 휴먼 에러가 발생하기 쉬운 영역이라면 인공지능과의 접목을 생각해 보는 것은 매우 필요한 시대에 와 있다. 정부는 인공지능 국가전략을 수립해 각 분야에 걸쳐 융합 확산을 추진 중에 있다. 군은 첨단 과학기술에 대한 Text-bed의 역할을 수행하기에 필요충분한 도메인이다. 국방개혁 2.0에 의해 해안경계를 담당하고 있는 R/D 운용인력도 감소가 예상되고, 군 인력의 복무 기간의 단축으로 인해 레이다와 같은 특수 장비를 익숙하게 되는데 소요되는 단위 시간이 상대적으로 줄어드는 현상도 대비해야 한다.

지능형 해안 경계 체계 구축을 위한 AI 학습 모델 개발의 기능별 방안 제시와 이를 바탕으로 지능형 해안 경계 체계 개발을 위한 추진 단계의 제시를 위해서는 먼저 해안 경계 체계 체계의 필수 요소 식별이 이루어져야 한다. 해안 경계 인력이 사용하는 가장 핵심적인 장비가 해안선을 따라 배치된 레이다 장비이다. 통상적으로 레이다 신호의 특징 및 구성은 시간(Millisecond), ID, 위도, 경도, 방위, 거리, 속도, 침로, 켈리티 등으로 이루어져있다. 또한 경계 담당 구역의 지형적 특성과 연간 운용하는 동안의 계절적 특성, 하루를 주기로 했을 때 시간대별로 발생할 수 있는 경계의 취약점 등 책임 구역 내의 지형적 시

간적 특성 등이 주요 경계 요소인 것이다.

체계 개발의 기능별 방안으로 R/D신호 분석 AI모델 개발, 책임해역 분석 AI모델 개발, 표적 추적/관리 자동화 기능으로 분류하였다. R/D신호 분석 AI모델의 개발은 R/D의 잡음신호(Clutter)를 분석하고, 허상과 실상을 구분한 학습데이터를 생성하며, 이를 통해 허상과 실상을 구분하는 과정으로 나누어 제시하였다. 책임 해역을 분석하는 AI 모델은 항적패턴 인식, 정상/이상 행동 항로패턴 인식, 이상행동 패턴 표적 구분기능, 취약 지역 및 시간 분석 기능이 포함되어야 한다. 책임해역에 의심되는 선박 표적의 정보는 매우 제한적일 수밖에 없으므로 이것을 해결하는 방법으로 시나리오를 작성하여 데이터를 생성하도록 하였다. 제시한 체계 개발을 3단계로 추진하도록 한다. 1단계로 학습 데이터를 수집하고 생성한다. AI 학습모델 구축의 시작단계로써, 데이터 수집, 데이터 저장, 데이터 여과, 데이터 정제, 데이터 변환 등이 이루어지도록 한다. 2단계에서는 R/D 신호분석을 실시하고, 실상과 허상을 분류하는 AI 학습모델 개발을 진행하고, 책임해역을 분석하고, 취약지역/시간 분석 AI 학습모델도 개발한다. 최종 단계에서는 AI 학습모델의 검증, 가시화 및 시연 등이 이루어진다.

시각 인식 기술에서 영상 이미지에 대한 시각 인식 기술은 상당한 수준으로 발전해 있는 반면 신호 이미지에 대한 시각 인식 기술은 그렇지 못한 측면이 있다. 본 논문의 궁극적인 목표인 해안 경계 지능화 연구가 종료되면 신호 정보에 대해 자율적 시각 인식이 달성되는 것으로 매우 유의미한 성과라고 하겠다. 또한 국내에서 사용되는 무기체계에 AI 기술을 접목해 지능화된 무기체계로 바꾼 최초의 성과가 되는 것이다. 향후 연구로써, 레이더의 신호 특성을 학습하여 실상 허상을 구분하는 시각 인식 AI 모델을 구축하도록 하겠다.

### 참고문헌(Reference)

- [ 1 ] Wooden vessel example in East sea surveillance, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20190623032700504?input=1179m>
- [ 2 ] Fishing boast example in East sea surveillance <https://www.hankookilbo.com/News/Read/202006051210357400>
- [ 3 ] 2nd Command Corps, Field Manual of operation of coastal surveillance post equipment.
- [ 4 ] Koeran government, National Strategy for Artificial Intelligence, Dec. 2019.
- [ 5 ] Stuart Russell & Peter Norvig, Artificial Intelligence A Modern Approach, Pearson Education, Feb. 2017.
- [ 6 ] Winston, P.H, Artificial Intelligence, Addison-Wesley, 2019.6.
- [ 7 ] C. Han and J.-K. Lee, "A methodology for defense AI command&control platform construction", The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol.44 No.4, 774-781, Apr. 2019. <http://dx.doi.org/10.7840/kics.2019.44.4.774>
- [ 8 ] C. Han et al, "A Methodology of Decision Making Condition-based Data Modeling for Constructing AI Staff", Journal of Internet Computing and Services, 21(1), 237-246, 2019. <http://doi.org/10.7472/jksii.2020.21.1.237>
- [ 9 ] <https://www.robotemi.com/>
- [ 10 ] Maja J Mataric, "Integration of representation into goal-driven behavior-based robots," IEEE Transactions on robotics and automation, Vol.8, Issue 3, 304-312, 1992. <https://doi.org/10.1109/70.143349>
- [ 11 ] S. Du, M. Ibrahim, M. Shehata and W. Badawy, "Automatic License Plate Recognition(ALPR): A State-of-the-Art Review", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.23, No.2. 311-325, Feb. 2013. <https://doi.org/10.1109/TCSVT.2012.2203741>
- [ 12 ] Song, Youngjun, Ahn, Jaehyung, and Kim, Nam, "A survey for vehicle plate perception technique", <https://www.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/1246/124602.htm>
- [ 13 ] Blackman, S. S. "Multiple-target tracking with radar applications", Dedham, MA, Artech House, Inc. 1986.
- [ 14 ] Lokukaluge P. Perera, Paulo Oliveira "Maritime Traffic Monitoring Based on Vessel Detection, Tracking, State Estimation, and Trajectory Prediction", IEEE Trans. on Intelligent Transportation, Vol. 13, No. 3, Sep. 2012. <https://doi.org/10.1109/TITS.2012.2187282>

● 저 자 소개 ●



**한 창 희(Changhee Han)**

1990년 육군사관학교 물리학과(이학사)  
1994년 미국 Syracuse 대학교 전산학과(전산학석사)  
2004년 미국 Univ. of Southern California 대학교 전산학과(전산학박사)  
1994년~현재 육군사관학교 컴퓨터과학과 교수  
관심분야 : 인공지능, M&S, 사이버전  
E-mail : chhan@kma.ac.kr, chhan46@gmail.com



**김 중 환(Jong-Hwan Kim)**

2001년 육군사관학교 물리학과(이학사)  
2007년 미국 New Mexico State University 대학교 기계공학과(기계공학석사)  
2014년 미국 Virginia Tech 기계공학과(기계공학박사)  
2015년~현재 육군사관학교 기계시스템공학과 교수  
관심분야 : 인공지능, M&S, 국방로봇, 무기효과  
E-mail : jongkim@mmd.go.kr, jonghwan7028@gmail.com



**차 진 호(Jinho Cha)**

1999년 육군사관학교 전자공학과(공학사)  
2007년 미국 Texas A&M 대학교 산업공학과(산업공학석사)  
2015년 미국 Clemson 대학교 산업공학과(산업공학박사)  
2021년 육군사관학교 수학과 조교수  
2021년~현재 국방기술진흥연구소 연구원  
관심분야 : 품질통계, 텍스트마이닝, M&S,  
E-mail : jinchocha7@gmail.com



**이 중 관(Jongkwan Lee)**

2000년 육군사관학교 전자공학과(공학사)  
2004년 한국과학기술원 전자공학과(공학석사)  
2014년 아주대학교 NCW공학과(공학박사)  
2017년~현재 육군사관학교 컴퓨터과학과 교수  
관심분야 : 전술네트워크, 사이버전, 인공지능  
E-mail : jklee64@kma.ac.kr, c13525@gmail.com



**정 윤 영(Yun young Jung)**

2003년 숭실대학교 경영학부 졸업(경영학사)  
2009년 서울대학교 통계학과 석사졸업(이학석사)  
2014년~2016년 육군3사관학교 군사운영분석학과 조교수  
2020년~현재 육군사관학교 심리경영학과 조교수  
관심분야 : 인공지능, M&S, 통계학  
E-mail : 4348901@gmail.com



● 저 자 소개 ●



**박진선(Jinseon Park)**

2006년 육군사관학교 물리학과(이학사)  
2010년 미국 Texas A&M 대학교 물리전문학과(물리학석사)  
2020년 미국 Univ. of Tennessee 대학교 물리전문학과(물리학박사)  
2011년~현재 육군사관학교 물리화학과 교수  
관심분야 : 양자계산, 전자구조, 재료설계  
E-mail : jspark06@kma.ac.kr, c15044@gmail.com



**김영택(Youngtaek Kim)**

2003년 명지대학교 컴퓨터공학과 (공학사)  
2017년 고려사이버대학교 융합정보대학원 융합정보학 (석사)  
2004년~현재 ㈜희망에어텍 부설연구소 수석 연구원  
관심분야 : 레이더, 체계공학, 인공지능  
E-mail : youngtaek.kim@radartech.co.kr, ici1032@hanmail.net



**김영찬(Youngchan Kim)**

2013년 인하대학교 컴퓨터정보공학과 (공학사)  
2016년~현재 ㈜희망에어텍 부설연구소 선임 연구원  
관심분야 : 레이더, 체계공학, 인공지능  
E-mail : youngchan.kim@radartech.co.kr, kruseider@naver.com



**하지승(Jeeseung Ha)**

1999년 부경대학교 조선해양시스템공학과 (공학사)  
2003년~2017년 ㈜엠에이 ICT성능관리팀 책임 연구원  
2019년~현재 에이블맥스(주) ICT기술팀 책임 연구원  
관심분야 : 인공지능, 빅데이터 분석  
E-mail : hjs@ablemax.co.kr



**이강욱(Kanguk Lee)**

2016년 명지대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2015년~2019년 ㈜이즈미디어 주임 연구원  
2021년~현재 에이블맥스(주) ICT기술팀 주임 연구원  
관심분야 : 인공지능, 빅데이터 분석  
E-mail : tches@ablemax.co.kr

● 저 자 소 개 ●



**김 윤 성(Yoonsung Kim)**

2019년 남서울대학교 산업경영공학과 (공학사)  
2020년~현재 에이블맥스(주) ICT기술팀 연구원  
관심분야 : 인공지능, 빅데이터 분석  
E-mail : yskim@ablemax.co.kr



**방 성 완(Sungwan Bang)**

1998년 육군사관학교 기계공학과(공학사)  
2006년 미국 공군대학원 운영분석학과(운영분석석사)  
2011년 고려대학교 통계학과(통계학박사)  
2011년~현재 육군사관학교 수학과 교수  
관심분야 : 머신러닝, 인공지능  
E-mail : wan1365@kma.ac.kr, wan1365@gmail.com