



Received: 2020/06/07
Revised: 2020/06/26
Accepted: 2020/07/30
Published: 2020/08/11

***Corresponding Author:**

Seunghoon Jung
E-mail: hoonyjung9999@gmail.com

해상 전자전 수행을 위한 인공지능(AI) 활용방안 연구

A Study on the Application of Artificial Intelligence for Naval Electronic Warfare

정승훈*

해군본부 정보화부 C4I체계/데이터링크통합담당

Seunghoon Jung*

C4I/TDL Integrated Officer, Republic of Korea Navy Headquarter

Abstract

4차 산업혁명 시대에 걸맞는 해군력 향상을 위해 해상에서의 특화된 무선환경을 고려할 필요가 있다. 이를 위해서는 한정된 자원을 SW의 보완/발전과 연계시키는 하나의 방법으로 적시에 센서 작동 시기 등을 고려하여 전파의 사용여부를 판단하고, 통제하기 위한 인공지능(AI)의 활용방안 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 전자전의 분류, 인공지능의 수준, 적용방향에 대해 자료수집을 바탕으로 정리된 해상 전자전 인공지능 아키텍처를 구성하고, 아키텍처 계층별 발전방안을 전투발전요소별로 검토하고 각 요소별 중요사항에 대해 정리하였다. 또한, 해상 전자전에 인공지능이 효과적으로 활용되기 위한 부분을 검토하였고, 우선순위를 고려할 때 해상 전자전과 인공지능 분야와 관련된 전문인력의 확보 및 교육이 매우 중요함을 알 수 있었다. 다른 분야에서도 우선순위를 참고하여 사전 준비를 병행한다면 향후 AI 적용 기반마련이 용이할 것으로 기대된다.

It is necessary to consider a specialized radio environment at sea to improve naval power that is suitable for the era of the Fourth Industrial Revolution. To this end, it is necessary to research the use of artificial intelligence (AI) to determine and control the use of radio waves by considering the timing of sensor operation in a timely manner as a way to link limited resources to supplement/development of SW. In this paper, the naval EW AI architecture organized based on data collection on the AI classification, level, and direction of application of EW was conceived, and the development plan for each architectural layer was reviewed by combat development element and the importance of each element was summarized. In addition, I reviewed the part for the effective use of AI for naval EW. The securing and training of experts related to naval EW and AI was very important when considering the priority. It is expected that it will be easy to prepare for AI application in the future if other areas are prepared in advance by referring to priorities.

Keywords

전자전(Electronic Warfare),
인공지능(Artificial Intelligence),
전투발전요소(DOTMLPF)

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 해군사관학교 해양연구소 학술연구과제 연구비의 지원으로 수행된 연구임.

본 논문은 해군과학기술학회 2020년 춘계학술대회 발표논문을 기반으로 작성되었습니다.

1. 서론

한국 해군은 4차 산업혁명 시대에 걸맞는 해군력 향상을 위해 ‘smart navy’ 구축을 키워드로 하여 다각도로 노력하고 있다. 이에 한 분야로 해상에서 네트워크중심전(NCW, network centric warfare)을 기반으로 한 ‘smart operation’ 및 ‘smart battleship’을 구현을 위해서는 Fig. 1과 같이 다양한 영역을 고려한 해상에서의 특화된 무선환경을 고려할 필요가 있다[1].

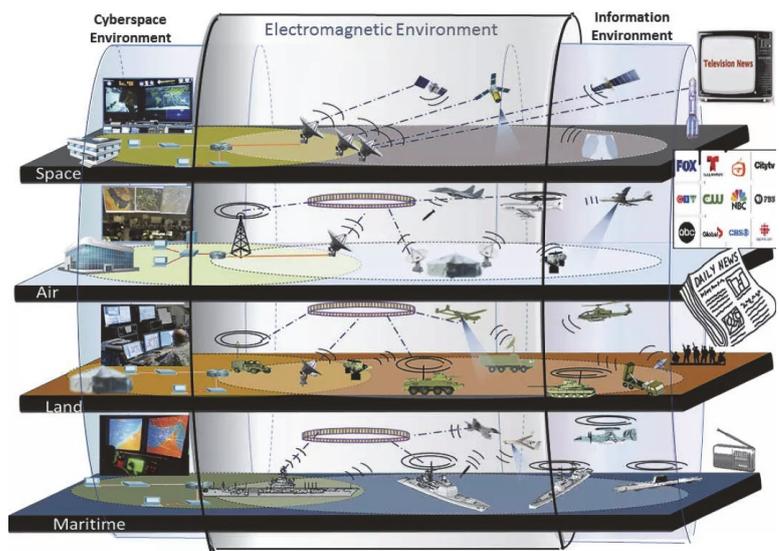


Fig. 1. Electromagnetic environment

미 해군의 경우 해상에서의 전자전 뿐만 아니라 공중영역까지를 아우르는 전자전을 준비하고 있다. 예를 들면 항공모함을 운용함에 따라 전투기형태의 전자전을 활용하고 있으며, 이러한 전자전기는 전자공격(EA)이 가능하며, 공격/방어 목적으로 운용된다. 여기서 더 나아가 Fig. 2와 같이 최근에는 차세대 전자전 기술을 탑재한 전자전기 개발이 완료되어 2020년부터 비행시험을 실시한다고 공개한 바 있다[2,3].



Fig. 2. Next Generation Jammer Mid-Band (NGJ-MB)

이러한 타국의 전자전 발전추세를 고려하여 적극적인 대응 및 발전을 위해서는 한정된 물리적 자원을 최대한 효과적으로 활용할 수 있도록 고민이 필요하다. 우리의 기존 해상 전자전 수행은 함정에 탑재된 개별 장비별로 데이터 분석 기술 등이 적용되어 프로그램화된 상태로 활용되고 있다. 한정된 자원을 SW의 보완/발전과 연계시키는 하나의 방법으로 적시에 센서 작동 시기 등을 고려하여 전파의 사용여부를 판단하고, 통제하기 위한 인공지능(AI)의 활용 방안 연구가 필요한 실정이다. 따라서 지속적으로 복잡해지는 무선환경에서 효과적인 해상 전자전수행이 시행될 수 있도록 인공지능 기술의 적용 및 활용방안을 연구하였다.

2. 관련연구

2.1. 전자전의 분류

기본적으로 전자전(EW, electronic warfare)은 크게 전자전지원(ES, electronic warfare support), 전자공격(EA, electronic attack), 전자보호(electronic protection)로 분류하고 있다. 이를 조금 더 세분화하면 능동전자공격(AEA, active electronic attack), 대전자공격(Anti-EA), 대전자지원(Anti-ES), 전자전지원책(ESM, electronic support measures), 전자파방사통제(EMCON, emission control),

전자기만(ED, electronic deception), 전자간섭(EI, electromagnetic interference), 전자광학 방해책(EOCM, electro optic countermeasures), 전자기간섭(EMI, electromagnetic interference), 전자기만(ED, electronic deception), 전자기방사(ER, electromagnetic radiation), 전자기침투(EI, electromagnetic intrusion), 전자기파(EMP, electromagnetic pulse) 등으로 구분할 수 있다.

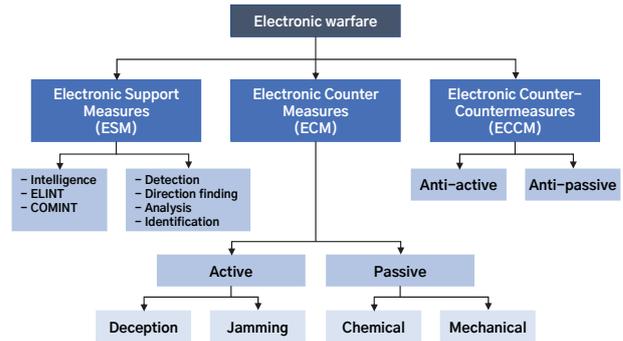


Fig. 3. Electronic warfare classification

미 국방부 산하 국방고등연구계획국(DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency)에서는 전자전이 영역을 Fig. 3과 같이 접근하고 있다[4]. 기본적인 신호수집(detection)/분석(analysis)을 바탕(전자전 지원책, ESM)으로 능동(active) 또는 수동(passive)으로 이에 대한 대응을 하고(전자전 대응책, SCM), 상대측에서 시행하는 전자전 대응책에 대한 역대응(전자방해 대응책, ECCM)을 시행하는 것으로 구분된다. 앞서 일반적인 이론의 구분보다는 DARPA에서 접근하고 있는 분류/구분법이 실제 인공지능이 작업을 수행하는 데 유용한 구분으로 생각된다.

2.2. 인공지능 수준 및 기술 분류

보통 사람들이 생각하는 인공지능은 영화에서 많이 보던 바와 같이 사람과 매우 유사한 형태의 로봇이 사람처럼 생각하고 움직일 수 있도록 하는 ‘두뇌’와 같은 역할을 하는 것을 떠올리게 된다. 하지만 여러 학문적인 영역에서 바라 보면 청소기나, 세탁기에서 버튼 선택으로 주어진 기능을 수행하는 단순 프로그램도 인공지능으로 볼 수 있다. Brodie et al.[5], Zucker[6] 등의 연구에서는 이를 Table 1과 같이 수준별로 구분하고, Table 2와 같이 사용되는 기술을 분리하여 정리하고 있다.

Table 1과 같이 청소기나 세탁기 등의 단순 제어 및 자동 프로그램의 경우 레벨 1, 장기나 체스 등에서 상대편 역할을

Table 1. AI basic level

Level	Meaning
Level 1	Artificial intelligence equivalent to a simple control program ex) Simple automatic program, such as a vacuum cleaner or washing machine.
Level 2	Classical artificial intelligence ex) Chess program, Answer questions and talk program, Judge by knowledge base program
Level 3	Artificial Intelligence Accepts Mechanical Learning ex) To learn knowledge or rules mechanically by utilizing standard data based on big data, such as a AlphaGo
Level 4	Artificial Intelligence Embracing Deep Learning ex) Showing results with multi-tier neural network technology leads to learning specific expressions, such as a XAI(Explanation AI)

Table 2. AI technology classification

Classification	Meaning
Machine learning	Give data to the computer to learn as if a person were learning
Pattern recognition	Automated pattern analysis/recognition based on similar data sets
Computer vision	Visual information such as photos and videos recorded in the three-dimensional world Acquisition, Processing, Analysis, Understanding
Natural language processing	Understanding, creating, and analyzing human language. Transforming everyday language into a computer that can be handled by form/meaning/talk analysis, etc.
Artificial neural network	Similar to how humans deal with problems through the brain. Excellent parallelism, fault tolerance through distributed management/processing, and excellent learning ability.
Interface prediction	Predictability of the following performance based on the behavior information so far
Deep learning	Machine learning + Artificial neural network, a set of skills to solve problems

수행하는 프로그램이나 질문에 단순 응답하는 프로그램 등은 기존의 데이터베이스로 판단하며 이 경우는 레벨 2, 빅데이터 시대에 표본 데이터를 바탕으로 규칙이나 지식을 스스로 학습하여 실행하는 기계학습을 받아들인 인공지능

은 레벨 3, 다 계층의 신경망 네트워크 기술을 바탕으로 특정한 표현 학습까지 가능한 딥러닝과 접목된 인공지능은 레벨 4로 볼 수 있다.

각 레벨별로 사용되는 기술들은 Table 2와 같이 분류할 수 있다. 기계학습, 패턴인식, 컴퓨터 비전, 자연어 처리, 인공지능망, 인터페이스 예측, 딥러닝 등으로 분류되는 기술은 전부 인공지능에서 매우 중요하고 유용한 기술이다. 특히 딥러닝의 경우 최근 하드웨어 발달과 빅데이터 등장으로 특정작업에 적용 가능한 기술의 집합으로 볼 수 있으며, 센서 기술과 접목할 경우 인간의 오감을 구현하는 수준(예를 들어 음식의 화학적 구조를 인식해 맛과 냄새 등의 특징까지 구분 가능)까지 발전하고 있다. 해상 전자전 영역에 인공지능이 활용된다면 전자파 신호를 수집하는 각종 센서와 연계된 딥러닝 기술 등을 포함하여 각 기술이 유기적으로 적용되어야 할 것이다.

기계학습, 딥러닝 등의 기술이 접목된 인공지능의 수준은 지속적으로 발전하고 있다. 각종 연구/언론 등을 통해 공개된 인공지능의 종류만 해도 매우 다양하며 그 수준은 높은 편이다. 시장조사기관 Tractica[7]에 따르면 많은 사람들이 기억하고 있는 알파고(바둑)라던지 실생활로 파고들고 있는 자율주행 자동차(구글 등), 인공지능 비서(시리, 빅스비 등), IBM 왓슨(퀴즈쇼 출현, 요리, 의료까지 확장 중), 통번역(지니톡, 파파고, 구글 번역) 등 지금도 그 종류는 확장되고 있음을 알 수 있다. 군사분야에 있어서도 미국의 씨헌터(무인잠수함), 중국의 치안룡(자율 무인잠수정), 스위스 쿼드콥터형 드론 등 각종 무인체계의 제어역할로 인공지능을 활용하는 사례가 늘고 있다.

2.3. 해상 전자전 수행을 위한 AI 적용 방향

최근의 인공지능은 설명가능한 AI(XAI, explainable artificial intelligence)로 발전하고 있으며, 이는 군 작전수행에 있어서 매우 중요한 요소로 생각된다[8]. 군 작전수행 간 전자전 상황 발생 시에는 일반적으로 전자전 지휘관(EWCO, electromagnetic warfare coordinator officer)에 의해 모든 전자파 송출이 조정/통제되는 데 이 상황을 전파방사통제(EMCON, emission control)라 한다. EMCON이 시작되면 전반적인 통제 이외에 지역별로 작전개념, 수집정보, 기술적 요인 등에 따라 유동적으로 대상이 추가되거나 변화될 수 있다. 이러한 상황에서 Fig. 4의 예시와 같이 EWCO에게 전반적인 현 실태를 객관적인 데이터 바탕으로 설명해줄 수 있다면 신속한 결함에 기여할 수 있을 것이다.

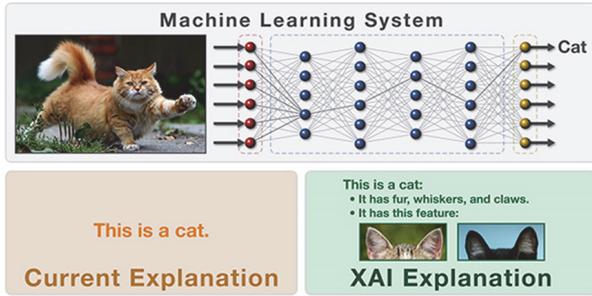


Fig. 4. Explainable Artificial Intelligence (XAI)

뿐만 아니라, 신호 처리 및 무선 시스템을 주력 솔루션으로 제공하는 미국 벤처기업 DeepSig는 각종 전자파 신호를 수집하는 센서 제품과 연결하여 분석하는 기술을 상용화하였다[9]. 본 기술은 수집되는 거의 모든 무선대역 신호를 기계학습 기술을 이용해서 몇 초 만에 분석한 이후 새로운 신호 유형이 인식되는 경우 해당 환경에서 알려지지 않은 위협 신호를 감지하고, 해당 신호에 대응하는 솔루션을 제공토록 구성되어 있다. 이와 같이 민간에서 개발되고 적용되는 각종 기술 및 상용제품 등을 최대한 활용하여 군에 접목한다면 근시일내에 군사목적 달성을 위한 인공지능 접목이 용이할 것으로 기대된다.

이러한 민간의 기술들은 비교적 유사한 형태로 구성된다. 예를 들어 IBM 데이터 및 인공지능 아키텍처(IBM Data and AI Conceptual Architecture)에 따르면 인공지능 운용을 위해서는 수집(collect) → 분류(organize) → 분석(analyze) → 목적별에 따른 특성부여 및 활용(infuse)으로 구분된다[10]. 이러한 아키텍처를 참고하고, 군에서 전투

발전을 위해서 무기체계 획득과 연계하여 검토될 때 주로 사용되는 전투발전요소(DOTMLPF, doctrine, organization, training, materiel, leader development, personnel, facilities)를 고려하여 해상 전자전 환경에서 유용한 인공지능 구축 및 활용방안에 대해 고민해 보았다[11].

3. 해상 전자전 AI 적용 및 활용

IBM 아키텍처를 참고하고, DARPA의 전자전 분류를 연계시키면 Fig. 5와 같이 표현할 수 있다. 이와 더불어 예상되는 인공지능 수준을 첨부하였다.

수집(collect) 계층에서는 통합(data consolidation) 및 통제된 데이터 집합(governed data lake)이 주된 역할을 차지한다. 전자전 입장에서는 ESM 중에서 신호수집을 담당하는 ELINT(electronic intelligence), COMINT(communications intelligence), FISINT(foreign instrumentation signals intelligence) 등의 SIGINT(signals intelligence)와 AUSINT(accoustic intelligence), MASINT(measurement & signatures intelligence) 등이 해당된다.

분류(organize) 계층에서는 정보관리(information governance)가 주된 역할을 차지한다. 전자전 입장에서 수집 계층과 마찬가지로 ESM이 매칭되며 ESM 중에서 탐지(detection), 위치식별(direction finding), 인지/확인(identification) 등이 해당된다. 수집과 분류계층 모두 인공지능 측면에서는 단순한 수집, 분류 등을 수행하므로 1~2단계에 해당한다고 볼 수 있다.

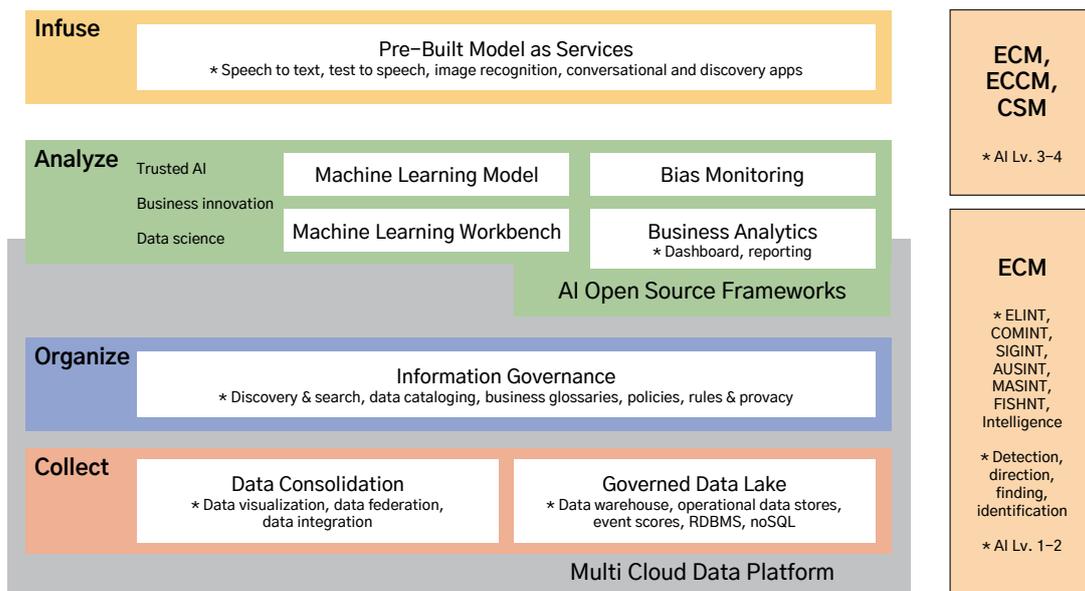


Fig. 5. Artificial intelligence architecture for naval electronic warfare

분석(analyze) 계층에 다다르면 본격적인 인공지능의 역할이 확대됨을 알 수 있다. 수집되고 분류된 데이터를 활용하여 기계학습 모델에 적용하게 되며, 사용자 또는 관리자가 지정한 특정 성향을 반영한 추적/관찰(bias monitoring)을 수행하게 된다. 전자전에 입장에서도 차후 명확한 판단을 위한 분석단계는 매우 중요하다. ESM 중에서 앞서 단계인 수집/분류에서 적용된 부분도 일부 포함되며, 대부분은 분석(analysis)가 해당된다. ECM과 ECCM의 경우 실제 action을 위한 기초자료로서도 분석이 활용된다.

마지막 목적별에 따른 특성부여 및 활용(infuse) 계층에서는 운용자가 원하는 다양한 형태로 분석된 자료를 표현하거나 나타낼 수 있다. 스마트폰의 앱처럼 상황별, 개인별 맞춤형 서비스 지원이 가능한 형태이다. 전자전 입장에서 보면 ECM과 ECCM을 수행할 때 기계가 분석된 자료를 바탕으로 자동으로 미션을 수행하고, 그 결과값만을 보여줄 수도 있고, 또는 지휘관(또는 그 권한을 수행할 수 있는 인원)이 전자전과 관련된 상황 판단이 가능하도록 현재의 상황을 분석한 자료를 전시하고, 해당 상황에서 적합한 임무수행 방안을 제시하며, 그 방안별로 예측되는 확률을 표시하는 등이 가능한 계층이라 볼 수 있다.

이처럼 4가지 계층에서의 전자전과 연계한 각자 역할을 고려하고, 해당 계층별로 사전에 준비 및 고려해야 할 사항들을 파악한다면 차후 해상 전자전에 인공지능을 도입하는데 있어, 적절한 시기에 부족함 없이 잘 준비될 수 있을 것으로 기대된다.

예상되는 인공지능 수준에 빚대어 해상 전자전 수행을 위한 AI 활용에 접근하기 위해 해당 계층별 발전방안을 검토하였다. 우선 수집(collect) 계층은 AI 1에서 2단계 수준이 적용된다. 단순 제어 및 자동 프로그램 수준에서 신호수집을 담당하게 된다. 미래 전자전의 특성상 무선을 사용하는 모든 정보의 수집이 필요하므로, 전자전을 위한 고유의 신호수집 장치 이외에 타 체계에서 운용되는 센서까지 아울러 신호수집을 해야 한다. 이러한 경우 사전에 입력된 정보 또는 명령에 따라 기능을 수행하는 AI에게 사전 입력해야 할 주요 정보로서의 교리(doctrine) 중요도는 낮은 편이다. 신호수집을 위한 수집 자산의 경우 지·해·공 전 영역에 걸쳐 분포 및 구축이 필요하므로 물자(materiel)의 중요도는 매우 높으며, 이를 위한 기본 시설(facilities) 확보도 중요하다. 다양한 수집자산을 관리/운용/정비하는 전문인원(personnel)의 확보 및 해당 전문인력을 양성/유지하는 교육/훈련(training)도 중요하다. 상대적으로 수집자산을 관리하는 조직(organization)의 경우 최초 설치 이후 예방

점검/고장정비 등으로 전환되므로 고정적으로 모든 장소에 조직을 구성하기는 비효율적이며, 그에 따라 별도 리더십(leadership)의 필요성도 낮은 편이다.

분류(organize) 계층은 수집계층과 마찬가지로 AI 1에서 2단계 수준이 적용되는데, 수집계층보다는 좀 더 2단계의 적용이 많은 부분을 차지하게 된다. AI가 기존의 데이터베이스를 바탕으로 수집된 전자파정보에 대해서 기초적인 분류를 실시한다. 이전의 다양한 출처의 자료를 빅데이터화한 데이터베이스를 바탕으로 이른바 ‘디지털 전파 지문’의 형태로 기준치를 마련한다. 해당 기준치에 적합한 전자파 신호가 확인되는 경우 운용자가 지정한 상황별 액션(mission action)을 수행하게 된다. 예를 들어 함정을 향해 발사된 유도탄미사일에서 발생하는 신호로 판단되고 그 확률이 매우 높다면 운용자에게는 알람을 띄우게 되고, 기존에는 확인되지 않은 새로운 형태의 신호의 경우 상세한 분석이 필요 및 확인이 필요하다는 메시지를 남기는 등의 조치를 취하게 된다. 대부분의 해상 플랫폼들은 AI 2단계 수준의 시스템을 구성하게 된다. AI 3단계 수준으로 진입하기 위해서 슈퍼컴퓨터급은 아니더라도 그에 준하는 별도의 시스템 구축이 필요한데 함정/항공기를 포함한 해상 플랫폼은 전자전 이외에도 다양한 임무를 수행해야 하므로 특정 작전만을 위해서 해당 공간을 마련하기는 제한되기 때문이다. 사전에 입력된 정보를 바탕으로 주어진 행동수행이 가능한 AI 2단계 수준으로도 그에 대한 대부분의 역할을 다 할 수 있을 것이다. 이러한 점을 고려하면 분석을 위한 물자, 실제 관리/운용하는 인원, 해당 인원을 교육/훈련하는 부분이 중요함을 알 수 있다. 전자전에 대한 전문 인원이 분류 계층을 담당하면 좋겠지만 AI에 의한 기본적인 분류가 진행되는 만큼 수집 계층보다는 전문적인 부분의 중요도가 낮다. 별도로 분류를 위한 시설은 기존의 시설에 체계 또는 기능의 추가 계념으로 접근이 필요하며, 이미 분석된 데이터를 바탕으로 분류되므로 추가적인 교리발전 중요도는 낮은 편이다. 리더십의 경우에는 수집 계층과 달리 판단의 요소가 조금 더 작용하므로 다소 중요한 부분을 차지한다.

본격적인 AI 기술을 활용하는 분석(analyze) 계층부터 AI 3단계 이상 수준이 적용된다. 분석 계층은 주로 3단계의 AI 수준을 가지게 되는데 다양한 수집자산을 통해서 수집된 전자파 신호 및 분류 계층에서 기초적으로 분류되어 상황별로 조치한 결과까지 종합하여 기계학습을 실시한다. 스스로 학습한 결과를 바탕으로 앞으로 대응해야 할 방향에 대해서 제안할 수 있는 능력을 갖추게 되므로 정확한 분석은 매우 중요하다고 볼 수 있다. 수집 및 분류 단계를 거쳐 확인된 정

보를 바탕으로 기존의 상대방 패턴과 비교해 보면 다음에 취할 행동이 예측되고 해당 예측치를 그래프 등으로 표현할 수 있을 것이다. 기계학습을 통해 제시되는 여러 분석 결과를 확인하고 종합적인 판단을 하기 위한 전문화된 분석인원이 필요하다. 다양한 경험적인 판단들이 있을 수 있으므로 최종적인 판단을 위한 리더십 발휘가 필요하며, 교육/훈련이 매우 중요하다. 분석 계층에서의 시스템은 주로 육상에 구축되게 되며, 기존의 지휘소 등 갖추어진 시설에서 소프트웨어를 추가 운용/활용한 형태로 가능할 것이다. 또한 앞서 단계와 달리 AI가 기계학습을 위해 필요한 기본적인 교리의 제공이 필요하다.

최종적 목적별 특성부여 및 활용(infuse) 계층에서는 향후에 예상되는 다양한 경우의 수를 제시할 수 있다. 즉각적인 반응 위주의 AI 분석/활용에서 장차작전을 위한 12시간 이후, 24시간 이후 등의 예상되는 상대방의 패턴 및 향후 대응책을 제시하고, 각 대응책별 장/단점에 대해서 정보를 제공할 수 있을 것이다. 분석 계층에서 사용된 정보를 통해 지속적으로 갱신하여 최신결과를 제시하며 이를 다시 수집, 분류, 분석 계층으로 피드백하는 등의 순환을 하게 된다. 지휘관의 지침에 따라 필요시에는 스스로 판단에 따른 전자전 수행까지 담당하는 AI 능력을 갖출 것으로 생각된다. AI가 스스로 판단하기 위한 전자전 교리를 발전시켜야 하며 AI가 잘못된 판단을 하지 않도록 피드백할 수 있는 전문인력이 기본적인 조직의 틀에서 각 개소별 최소한으로 필요하며, 외부의 영향을 받지 않도록 독립적인 공간에서 시스템 구축이 되어야 한다. 이 모두를 이끌어 갈 리더십을 필수로 갖추어야 할 것이다.

이상 수집, 분류, 분석, 목적별에 따른 특성부여 및 활용으로 구분된 각 계층에서 전투발전요소별 중요도를 정리하면 Table 3과 같다.

Table 3. Importance estimation DOTMLPF artificial intelligence for naval electronic warfare

Category	Collect	Organize	Analyze	Infuse
Doctrine	Low	Low	Middle	High
Organization	Low	High	High	Middle
Training	High	High	High	High
Materiel	High	High	Middle	Middle
Leadership	Low	Middle	High	High
Personnel	High	Middle	High	Middle
Facilities	High	Low	Low	High

정리된 내용을 보면 교육/훈련(training)의 경우 공통적으로 중요한 것을 볼 수 있다. 인원(personnel)의 경우에도 기본적으로 중요한 점을 고려할 때 AI를 적용하는 데 있어 자동화/기계화된 요소도 필요하겠지만 이를 관리, 운용, 판단하는 실제적인 인원을 확보하고 교육하는 부분도 큰 비중을 차지함을 알 수 있다.

4. 결론

기존의 해상 전자전 영역은 신호수집, 기본적인 신호 분석(위협인지 아닌지), 분석결과에 따른 대응정도로 시행되고 있으며 이는 AI 입장에서 1에서 2단계 수준으로 볼 수 있다. 민간영역에서의 발전추세 및 해외 군사영역에서의 활용도를 고려하면 앞으로 전자전 분야에서 AI는 3단계 수준 이상의 적용 및 발전이 필요한 실정이다. 해상에서 무선중심으로 작전을 수행하고 있는 해상 전자전의 경우 이러한 부분의 고민이 필요하다.

이를 위해 전자전의 분류, AI 수준, 적용방향에 대해 자료 수집을 하였고, 수집된 자료를 바탕으로 해상 전자전 인공지능 아키텍처를 구상하였다. 아키텍처 해당 계층별 발전 방안을 전투발전요소별로 검토하여 각 요소별 중요한 부분을 정리하였다. 이상의 결과는 미래 예상되는 사항을 가정하여 작성하였으므로 실제 적용을 위해서는 추가로 다각도의 검토가 필요할 것이다.

실제적으로 해상 전자전에서 AI를 적용하기 위해서 매우 많은 시간, 노력, 예산이 필요할 것으로 생각된다. 이에 군사적 측면의 전투발전요소별로 발전을 추진하면서 우선순위를 참고하여 전문인원 교육, 확보 등의 사전 준비를 병행한다면 좀 더 효과적인 해상 전자전 AI 활용/구축이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] <https://www.japcc.org/electronic-warfare-the-forgotten-discipline/>(검색일 : 2020.06.07.)
- [2] https://defense-update.com/20200519_njg.html(검색일 : 2020.06.15.)
- [3] <https://www.navalnews.com/naval-news/2020/03/next-gen-jammer-mid-band-pod-completes-developmental-testing/>(검색일 : 2020.07.11.)
- [4] <https://www.nextbigfuture.com/2016/09/darpa-apply-ai-artificial-intelligence.html>(검색일 : 2020.05.16.)
- [5] Brodie, M. L., Mylopoulos, J., & Schmidt, J. W. (Eds.), On conceptual modelling: Perspectives from artificial intelligence, databases, and programming languages. Springer Science &

Business Media, 2012.

[6] Zucker, J. D., A grounded theory of abstraction in artificial intelligence. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1435), 1293-1309. 2019.

[7] Tractica, "Artificial Intelligence Market Forecasts: 333 Consumer, Enterprise, Government, and Defense Use Cases for Machine Learning, Deep Learning, Natural Language Processing, Computer Vision, Machine Reasoning, and Strong AI across 28 Industry Sectors", Published in Tractica, 2019.

[8] <https://www.bigdatavietnam.org/2017/11/explainable-artificial-intelligence-xai.html> (검색일 : 2020.04.11.)

[9] <https://www.ni.com/ko-kr/innovations/white-papers/19/artificial-intelligence-in-software-defined-sigint-systems.html> (검색일 : 2020.03.19.)

[10] <https://ibm-cloud-architecture.github.io/refarch-data-ai-analytics/> (검색일 : 2020.07.11.)

[11] <https://mdharrismd.com/2013/11/09/dotmlpf-p-analysis-and-military-medicine/> (검색일 : 2020.03.15.)