

# 미래전과 국방 인공지능 체계

이종관\*, 한창희°

## Future Warfare and Military Artificial Intelligence Systems

Jong-Kwan Lee\*, Changhee Han°

### 요약

병력자원의 감소, 인명중시 사상의 보편화로 미래전에서의 핵심 전력은 무인전투체계가 될 것이다. 그런데 무인전투체계의 핵심 기술이 바로 인공지능이다. 따라서 미래전에서 인공지능 기술의 군사적 활용은 필수적이다. 본 논문에서는 군사적 활용 측면에서 인공지능의 제한사항과 가능성에 대해서 살펴본다. 그리고 군사 선진국에서 추진하고 있는 군사용 인공지능 체계의 개발 동향과 현재 인공지능의 한계를 극복하기 위한 최근 연구 동향을 통해 미래 전장에서 인공지능이 활용될 수 있는 분야를 고찰한다. 마지막으로 효과적으로 인공지능을 군사적으로 활용하기 위해서 우리 군이 나아가야할 방향을 제시한다.

**Key Words** : Military Artificial Intelligence, Future Warfare, Unmanned System, 4th Industrial Revolution

### ABSTRACT

With the reduction of manpower and the spread of human-right oriented thoughts, the major capability in the future warfare will be the unmanned combat system. By the way, the key technology of unmanned combat systems is artificial intelligence. Therefore, military application of artificial intelligence technology is essential in the future warfare. In this paper, we discuss limitations and possibilities of artificial intelligence in terms of military application. In addition, we will look into the application areas of artificial intelligence that can be utilized in the future battlefield through the development trends of military artificial intelligence systems and recent research trends to overcome limitations of artificial intelligence. Finally, we suggest directions for our military to utilize artificial intelligence effectively.

### I. 서론

미래전에서 인공지능의 군사적 활용은 필수적이다. 병력자원의 급감, 인명중시 사상의 보편화로 미래 전장에서의 핵심 전투체계는 유인체계가 아닌 무인체계가 될 것이고 무인체계의 핵심 기술이 인공지능이기 때문이다. 기존 전투체계와 다르게 인공지능 기능이 탑재된 전투체계는 대량의 데이터를 효과적으로 처리하여 스스로 제어(self-control)할 뿐 아니라, 스스로

규칙을 찾아내며(self-regulation), 자율적으로 동작(self-actuation)하는 능력을 갖추게 된다.

한편, 불확실성으로 가득한 전장상황에서의 의사결정은 전통적으로 전투원들의 직관과 경험에 의존할 수밖에 없었다. 군은 전장의 불확실성을 제거하여 전투원이 올바른 의사결정을 하도록 유도하기 위해 다양한 감시장비, C4I 체계 그리고 통신기반체계 등을 개발했다<sup>1,2)</sup>.

이러한 감시 및 의사결정체계, 통신체계들은 가시

※ 본 연구는 육군사관학교 화랑대연구소의 2019년도 연구활동비 지원을 받아 수행되었음.

• First Author : Department of Computer Science, Korea Military Academy, jkle64@kma.ac.kr, 정희원

° Corresponding Author : Department of Computer Science, Korea Military Academy, chhan@kma.ac.kr, 정희원

논문번호 : 201902-446-0-SE, Received January 29, 2019; Revised March 4, 2019; Accepted March 5, 2019

화된 전장정보를 적시에 전투원에게 제공하여 올바른 의사결정을 하는데 많은 기여를 해왔다. 하지만 전장 상황에서는 여전히 전투원의 직관과 경험적 요소가 의사결정의 중요한 요인으로 작용한다. 물론 평소 잘 훈련된 직관과 경험을 통해 올바른 의사결정을 할 수 있다. 하지만 전장 상황에서의 같이 극도의 육체적, 심리적 긴장과 공포 하에서는 평소와 동일한 수준의 지각 및 의사결정능력을 기대하기 어렵다. 또한 전투원은 계속 순환되므로 축적된 경험적 요소를 지속적으로 활용할 수 없다. 이러한 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 기술이 인공지능이다. 인공지능 시스템은 육체적, 심리적인 영향이 없으며 누적된 데이터를 필요에 따라 모두 활용할 수 있기 때문이다.

많은 연구자들은 거의 모든 군 전투체계에 인공지능이 적용될 것이라 예상하고 있으며, 군사 선진국에서는 이미 인공지능 주도의 전력체계를 개발하기 위해 막대한 예산을 투입하고 있다. 미 국방성은 2017년 회계연도 기준으로 인공지능, 빅데이터, 클라우드에 7.4억 달러를 투자했으며, 중국은 국방력 강화를 위해 인공지능을 집중 육성하여 2030년에 세계 최정상的人工智能 기술력을 보유하겠다는 계획을 발표하였다<sup>[3]</sup>. 우리나라도 2018년 5월 ‘인공지능 R&D 전략’을 통해 인공지능 분야의 기술 및 인재 양성에 2.2조원을 투자하겠다고 밝혔다. 또한 육군은 19년 1월 교육사령부 예하에 ‘인공지능연구 발전처’를 창설하여 전투발전 전 분야에 인공지능 기술을 적용하고 전력소요를 창출하고자 노력하고 있다.

본 논문의 목적은 미래전에서 군사적으로 활용될 인공지능 기술의 기술적, 정책적 제한사항과 가능성을 분석하고 효과적인 인공지능 기술의 군사적 활용을 위한 정책적 방향을 제시하는 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 군사적 목적의 인공지능에 대해서 살펴보고 3장에서는 인공지능을 군사적으로 사용하는데 있어서의 제한사항과 가능성에 대해서 논한다. 4장에서는 미래전에서 인공지능의 활용분야를 현재의 기술수준과 군사 선진국의 기술개발 동향을 통해 살펴본다. 5장에서 미래전에 대비하기 위한 인공지능 개발 방향을 제시하고 6장에서 결론을 맺는다.

## II. 군사적 목적의 인공지능

본 절에서는 인공지능에 대한 명확한 개념에 대해 살펴보고, 인공지능 시스템이 군사적 목적을 달성하기 위한 개발 범위 및 기술적, 정책적 요구조건에 대해

논한다.

### 2.1 자동화(automated) vs 자율화(autonomous)

인공지능에 대해 정확히 이해하기 위해서는 자동화와 자율화를 구분해야 한다. 자동화 시스템은 명확한 규칙기반(rule-based)으로 의사결정을 하며, 동일한 입력에 대해서 항상 동일한 결과를 도출한다. 반면 자율화 시스템은 확률적으로 제공되는 입력 집합을 기반으로 의사결정을 하고 동일한 입력에 대해서도 매번 동일한 결과가 도출되지는 않는다. 인공지능이라는 용어가 대중화되면서 자동화 시스템과 자율화 시스템이 명확히 구분되지 않고 사용되는 경우가 많다. 본 논문에서는 당연히 자동화된 시스템이 아닌 자율화 시스템에 대해서 논한다.

### 2.2 지능화의 범위

인간의 행위 절차는 일반적으로 지각(perception), 인지(cognition), 결심(decision), 행동(action)의 순서를 따른다. 인간은 변화된 환경을 지각 및 인지하여 무엇을 해야 할지 판단한 후 여러 가능한 선택들 간의 우선순위를 선정한다. 이후 최종적으로 어떤 행동을 취할지를 결정하고 행동한다. 인공지능 시스템도 이와 유사한 절차를 따른다. 시스템은 주변 환경을 센싱하고 최적화와 검증 알고리즘을 통해 센싱된 정보를 처리한다. 이후 인간과 유사한 방법으로 어떤 행동을 취할지를 결정한다. 이와 같이 인간과 인공지능 시스템은 지각-인지-결심-행동의 과정은 유사하다고 할 수 있다.

인공지능 기술이 접목된 군사 시스템은 지각-인지-결심-행동이라는 일련의 절차 중에서 시스템의 운용 목적에 따라 일부분 또는 모든 부분을 지능화한다. 예를 들어, 단순히 이미지 내의 특정 객체를 식별하는 것은 지각 영역을 지능화한 것이라 할 수 있다. 반면 킬러로봇 같이 정찰활동을 통해 수집된 음향, 영상 정보로부터 전장상황을 이해하고 특정 시설을 파괴 또는 특정인을 사살하는 것은 지각에서부터 행동의 영역 모두를 지능화한 것이라 할 수 있다.

### 2.3 인공지능 구현의 선행조건

컴퓨터과학 분야 중 하나인 인공지능을 구현하는 여러 가지 방법 중 머신러닝이 많이 사용된다. 왜냐하면 딥러닝 알고리즘이 등장한 이후 머신러닝의 성능이 크게 향상되었기 때문이다. 최근 인공지능 시스템은 대부분 머신러닝 기법으로 구현되고 있다. 본 절에서는 머신러닝에 기반한 시스템에 국한하여 인공지능

시스템이 구현되기 위한 선행조건에 대해서 살펴본다.

인공지능 시스템은 일반적으로 3가지 절차가 필요하다. 첫 번째 단계는 현실 세계를 묘사하기 위해 다양한 데이터를 조합하여 모델을 구성하는 것이다. 두 번째 단계에서는 동적으로 변화되는 현실 세계를 모델에 적시적으로 반영하는 것이다. 즉, 모델을 갱신한다. 세 번째 단계에서는 모델을 통해 유의미한 정보를 추출 또는 예측하는 것이다. 예를 들어, 자율주행차량은 운행에 필요한 수많은 내·외부 데이터를 이용하여 모델을 구성한다. 이를 위해 LIDAR(Light Detection And Ranging), 레이더, 컴퓨터 스테레오 비전 같은 다양한 센서들이 활용되고, 해당 모델은 최신화된 센서 데이터를 통해 실시간 갱신된다. 그리고 이러한 모델을 통해 주변 운전자들이 어떤 행동을 할지 예측하고 현재 차량과 주변 지형지물을 토대로 주행해야 하는 방향과 속도를 결정한다.

다시 말해, 인공지능을 구현하기 위해서는 모델 구성을 위한 충분한 데이터와 이를 수집, 관리, 가공하기 위한 수단과 방법이 필요하다. 그리고 모델을 통해 유의미한 정보를 추출하기 위한 효과적인 학습 알고리즘이 필요한데, 인공지능 사용 목적별, 데이터 유형별 차별화된 알고리즘을 적용해야 한다. 더불어 유용하게 인공지능 시스템이 사용되기 위해서는 실시간적인 데이터 처리와 알고리즘 수행을 위한 상당한 컴퓨팅 파워가 필수적이다.

#### 2.4 군사적 목적의 인공지능 적용시 고려사항

인공지능을 활용한 군사적 목적은 크게 2가지로 생각할 수 있다. 하나는 전장(battle field)에서의 전투력 증대이고, 다른 하나는 비전장 환경에서의 국방업무 효율성의 향상이다. 두 번째 목적은 민간 영역에서 충분히 검증된 기술을 국방 분야의 특성을 고려하여 적절히 변형한 후 도입하는 것으로 쉽게 달성될 수 있다. 하지만 첫 번째 목적의 경우, 민간분야의 기술을 단순히 접목하는 방법으로 달성하기는 어렵다. 왜냐하면 인공지능 적용을 고려하는 현실 세계가 서로 너무 다르기 때문이다. 더군다나 인공지능 시스템이 시설 파괴 또는 인명살상의 목적으로 사용된다면 앞서 2.3절에서 언급한 인공지능 구현의 선행조건(데이터, 수집 수단/방법, 학습 알고리즘, 컴퓨팅 파워 등) 외에도 인공지능 기술의 안전성, 인공지능 활용의 윤리적, 법적 문제들을 추가적으로 고려하여야 한다.

### III. 군사적 활용의 어려움과 가능성

#### 3.1 군사적 활용의 어려움

일부 연구자들은 딥러닝 기반의 머신러닝이 인간의 지능에 이미 근접했다고 주장한다. 하지만 현재 기술 수준은 인간에 의해서 충분히 정제된 패턴을 단순히 탐지하는 것에 불과하다. 또한 머신러닝은 근본적으로 data-driven 기법이기 때문에 입력되는 데이터의 품질에 성능이 크게 좌우된다는 결정적인 한계를 가지고 있다. 따라서 머신러닝이 적용된 시스템이 이전에 전혀 학습하지 못했던 사건 또는 약간 변형된 사건 등에서도 적절히 동작될 수 있다고 보장할 수 없다. 즉, 불확실성이 증가하게 되면 머신러닝은 무용지물이 될 수 있다. 예를 들어, 현재 매우 대중화된 머신러닝 알고리즘은 세상에 존재하는 22,000개의 객체 중에서 15.8%의 정확도로 이미지에 있는 객체를 탐지할 수 있다. 만약 탐지해야 하는 객체의 개수를 1,000개로 줄인다면 정확도를 60~70% 정도로 향상시킬 수 있다. 그런데 알고리즘을 학습시키기 위해 1천만장의 주기(label)된 이미지가 필요하다. 따라서 복잡도가 훨씬 높은 분야에서는 그 능력이 의심스러울 수밖에 없다. 반면, 인간은 훨씬 적은 학습으로도 22,000개 이상의 객체를 비교적 정확하게 구분할 수 있다. 그리고 머신러닝은 잘못된 학습데이터를 주입하는 포이즈닝(poisoning) 공격, 입력값을 변조하는 회피(evasion) 공격, 인공지능의 동작을 모사하는 모델 추출 공격 등에 취약한 것으로 알려져 있다<sup>[1]</sup>. 이러한 공격들은 인공지능 시스템의 오작동, 시스템의 탈취를 야기한다. 한편, 인공지능의 성능은 모델을 학습시키는 원료가 되는 데이터의 양과 품질에 크게 좌우된다. 하지만 국방 분야에서 생산되는 데이터들은 보안상의 이유로 접근이 쉽지 않을 뿐 아니라 데이터의 보존 보다는 현재 시점에서 불필요한 데이터는 삭제하여 작전보안을 유지하는 기조로 인해 데이터의 양이 많지 않다. 또한 최초부터 머신러닝을 고려하여 데이터가 관리되지 않았기 때문에 학습데이터로 사용하기에는 품질이 저급하다. 따라서 인공지능 시스템 개발을 위해 데이터의 수집과 가공에 많은 노력이 필요할 것이다.

그리고 현재까지의 머신러닝 기반 인공지능은 최종 결과값에 대한 이유와 근거를 인간이 이해할 수 있는 수준으로 명쾌하게 설명하지 못한다. 즉, 머신러닝으로 학습된 모델은 입력과 출력만을 제시하는 일종의 블랙박스이다. 하지만, 군사작전과 같이 시설파괴, 인명살상 등 불가역적인 결과를 만드는 경우, 전투력 투사의 원인과 이유를 명확히 설명하지 못한다면 군사

적으로 인공지능을 사용하기가 현실적으로 매우 어려울 수 있다.

### 3.2 군사적 활용의 가능성

앞서 언급한 인공지능 모델의 취약점, 데이터의 불완전성, 설명되지 않는 인공지능 모델의 결과값 등의 문제점들에 대해 학술적인 연구가 많이 진행되고 있으며 군사 선진국에서는 인공지능을 군사적으로 활용하기 위한 기술적, 정책적 노력을 기울이고 있다.

인공지능 모델의 입력값과 모델에 대한 악의적인 조작에 대한 취약점을 극복하기 위해 원래의 학습데이터 외에 위·변조된 데이터를 학습데이터에 포함하거나 특징을 압축하여 표현(feature squeezing techniques)하는 등의 방어 기법들이 제안되었다. 또한 데이터의 부족 문제는 전이학습(transfer learning), GAN(Generative Adversarial Networks) 등의 기술들이 연구되고 있다.

한편, 인공지능이 결과값에 대한 명확한 근거와 이유를 설명하지 못하는 이슈를 해결하기 위해 설명 가능한 인공지능(XAI: explainable AI)에 대한 연구가 진행되고 있다<sup>[10]</sup>. DARPA의 XAI 연구는 크게 설명 가능한 모델(explainable model)의 구축과 설명 인터페이스(explanation interface) 개발로 나뉜다. 설명 가능한 모델을 구현하는 방법으로 연구되고 있는 것은 은닉계층의 노드가 의미 있는 속성을 나타내도록 학습하는 심층설명학습<sup>[4]</sup>, 하나의 모델을 작은 조각들의 조합으로 표현하는 해석가능모델<sup>[5]</sup>,<sup>6]</sup>, 귀납적인 방법으로 모델을 설명하는 모델 귀납<sup>[7]</sup> 기법 등이 있다. 한편, 설명 인터페이스는 인공지능의 의사결정 결과에 대해 사용자가 이해할 수 있는 방법으로 표현하는 모듈이다. 그림 1은 DARPA가 추진하는 XAI의 프레임워크를 나타낸다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 인공지능의 의사결정 과정에서 인간의 피드백이 반영되

며 최종 의사결정은 XAI의 추론결과를 토대로 인간이 하는 형태이다.

미래 전장에서 사용될 인공지능은 단순히 시스템의 성능을 극대화하는 것이 아니라 인공지능 판단에 대한 합리적 근거와 이유를 인간이 이해할 수 있는 수준으로 제시하는 방향으로 발전할 것이다.

한편 안전한 인공지능 개발을 위해 각국에서 제도 및 규정을 정비하고 있다. 미국은 2016년 10월 발표한 ‘국가 인공지능 연구개발 전략 계획’에서 총 7개의 전략 계획 중 3개의 전략이 인공지능의 안전성과 관련된 것이다<sup>[8]</sup>. 국가 주도의 인공지능 정책을 강력하게 추진하고 있는 중국도 2017년 7월 발표한 ‘차세대 인공지능 발전계획’에서 인공지능의 안전성 및 윤리적 이슈와 관련하여 법률, 규정, 윤리적 기반 구축에 대해 언급하고 있다<sup>[9]</sup>. 우리나라도 2018년 4월에 발표한 ‘지능정보사회 윤리 가이드라인’과 2018년 5월에 발표한 ‘인공지능 R&D 전략’을 통해 인공지능에 의한 잠재적 위협을 예방하기 위한 구체적 행위 지침을 제시하고, 인공지능이 윤리 규범에 벗어나는 행위를 하지 못하도록 하는 연구를 포함하였다. 이와 같이 인공지능의 안전성과 인공지능 활용의 윤리적, 법적 이슈에 대해 각국이 능동적으로 대응하고 있다.

인공지능 모델의 취약성, 데이터 부족의 문제, 투명성 이슈에 대해 기술적, 정책적인 노력들이 집중되고 있다. 현재 제안된 방안들이 근본적인 해결책이 될 수는 없지만 예상되는 문제점이 이미 식별되었고 해결책을 마련하기 위한 연구가 지속되고 있기 때문에 미래 전장에서 인공지능의 군사적 활용은 가능할 것이다.

## IV. 인공지능의 군사적 활용 가능 분야

군사 교리적으로 전장기능은 기동, 화력, 방호, 정보, 작전지속지원, 지휘통제 등 6가지로 구분된다. 기술적으로 인공지능은 모든 전장기능에 적용될 수 있다. 하지만 인간의 결심을 배제한, 인공지능에 의해 수행된 군사작전은 윤리적, 법적 책임 등의 문제가 발생할 수 있다. 따라서 공격활동보다는 방어활동 또는 공격을 지원하는 활동에 인공지능 기술이 우선 적용될 것이다.

현재 군사 선진국에서 진행되고 있는 주요 사업들을 토대로 미래 전장에서 인공지능이 적용될 수 있는 대표적인 응용분야에 대해서 살펴본다.

### 4.1 사이버보안(cyber security)

사이버 위협에 대응하기 위해서는 사이버 공간을

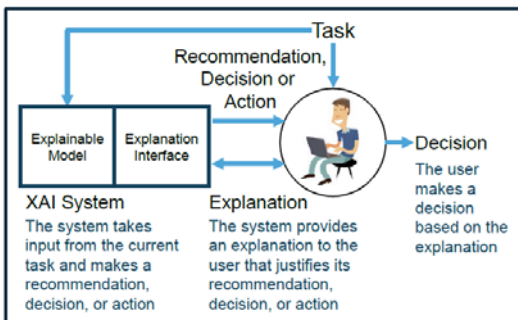


그림 1. DARPA의 XAI 프레임워크[10]  
Fig. 1. XAI Framework of DARPA[10]

실시간 감시하여 비정상적인 데이터, 접근, 트래픽 패턴 등을 탐지해야 한다. 이를 위한 대표적인 방법으로 시그니처(signature) 기법 또는 휴리스틱(heuristic) 기법이 이용되었으나 빠르게 변형되고 새롭게 등장하는 사이버 공격에는 효과적이지 못하다<sup>[11]</sup>. 인공지능이 적용되면 비정상 행위에 대한 대량의 데이터를 학습하여 이상 징후를 보다 효과적으로 탐지할 수 있다. 또한 악성코드 분석, 소프트웨어의 취약점 분석, 디지털 포렌식(digital forensic) 분야에서 성능을 강화시킬 것이다.

#### 4.2 군수 지원

언제 발생할지 모르는 상황에 대비하기 위해 전투장비를 최상의 상태로 유지하는 것은 무척 중요하다. 따라서 전투장비의 운용환경, 운용시간 등을 고려하여 고장 발생 이전에 부품을 교체하여 고장 자체를 예방하거나, 적당량의 수리부속품을 보유하고 적시에 해당 제대에 제공하여 전투가 불가능한 장비를 최소화해야 한다.

미군은 2016년 스트라이커(stryker) 전투차량의 유지보수에 인공지능기술을 실험적으로 접목하였다. 350대의 스트라이커 차량에 다양한 센서들을 부착하고, IBM의 인공지능 플랫폼인 왓슨(Watson)은 유지보수 매뉴얼과 업무 절차 등을 학습하였다. 학습 결과를 토대로 왓슨은 이상 징후를 식별하고, 차량의 부속품에 문제가 발생할 시점을 예측할 수 있었다. 또한 개별 차량에 대한 정확한 진단으로 현장에서 차량 문제를 쉽게 발견하고 추적할 수 있도록 하였으며, 차량의 고장률을 감소시켰다.

국방 군수 분야의 데이터들은 비교적 정형화되어 관리된다. 즉, 다른 국방 분야에 비해 데이터 측면에서 인공지능을 적용하기가 상대적으로 용이하다고 할 수 있다. 또한, 민간영역에서 이미 인공지능을 물류, 수송, 제조 분야에 활용하여 성공한 사례가 많다<sup>[12]</sup>. 뿐만 아니라 인공지능의 안전성 또는 인공지능 사용에 대한 윤리적, 법적 이슈에 대해서도 상대적으로 자유롭다. 따라서 군수업무 효율화 차원에서 인공지능이 우선적으로 적용될 수 있을 것이다.

#### 4.3 표적 식별, 위협감시, 상황인지

인공지능 기술은 복잡한 전장상황에서 표적인식의 정확도를 향상시킨다. 현재의 인공지능 기술은 다수의 객체간의 상관관계를 이해하는 것에는 한계가 있으나, 단순한 이미지 인식률에 있어서는 이미 인간의 지각력을 능가하고 있다. 인공지능 기반의 표적인식체계는

적의 행동, 날씨와 지형 정보, 접근 애로 구간 또는 취약점에 대한 확률적 예측 기능을 포함한다. 표적인식 정확도의 향상은 자연스럽게 위협감시와 더 나아가 상황인지 능력의 향상으로 이어진다.

위협감시와 상황인지는 ISR(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance) 작전과 밀접하게 관련이 있는데 ISR 작전은 군사 활동을 지원하기 위해 정보를 획득하고 처리하는 것이다. 현재 ISR 작전을 수행하는 무인체계들은 원격으로 조정되거나 사전에 정의된 경로 상에서 운용된다. 이러한 체계에 인공지능 기능을 탑재하면 위협감시와 상황인지 능력을 강화할 수 있다. 예를 들어, 인공지능 기능을 탑재한 UAV는 자율적으로 기동하면서 정찰하고 잠재적 위협을 식별하여 관련 정보를 기동대응팀에 전달할 수 있다. 지능화된 UAV 운용을 통해 전투현장 또는 원거리에서 활동하는 전투원의 안전과 전투 효과성을 증대시킬 수 있을 뿐 아니라 군사기지의 보안성을 강화할 수 있다.

표적 인식 기능을 구현하기 위해 현재 머신러닝 기술이 이용되고 있다. DARPA의 TRACE(Target Recognition and Adaption in Contested Environment) 사업은 SAR(Synthetic Aperture Radar) 이미지로부터 표적을 식별하고 자동적으로 위치를 추정하는데 머신러닝 기술을 사용한다. 국내에서도 인공지능을 이용하여 EO/IR(Electro Optical Infra-Red) 이미지를 분류하고 객체를 식별하는 기술이 활발히 연구되고 있다. 미래에는 단순히 표적을 식별하는 것을 넘어서 표적이 포함된 이미지 또는 비디오를 통해 전장 상황을 이해할 수 있을 것으로 예상된다.

#### 4.4 전장 헬스케어

인공지능 기술을 통해 전투원들의 의료기록을 분석(mining)하여 복잡한 의료 진단을 수행할 수 있다. 예를 들어 IBM의 왓슨 연구팀은 EMRA(Electronic Medical Record Analyzer)라는 프로토타입을 개발하기 위해 미 베테랑 협회와 파트너십을 맺고 있다. 머신러닝 기술이 적용된 EMRA는 환자의 전자적 의료 기록들을 학습하여 가장 중요한 건강 문제를 식별하고 치료 우선순위를 선정한다.

한편, 전장상황에서 경험하게 되는 전투원의 정신적, 신체적 건강상태, 부상의 유형, 치료 방법 등은 일상생활에서 발생하는 건강의 문제와는 많이 다를 수 밖에 없다. 다양한 센서가 부착된 웨어러블 플랫폼을 통해 각개 전투원의 건강 상태와 관련된 다양한 데이터

를 수집하고 인공지능 기술로 처리한다면 전투에 최적화된 건강 상태를 유지하기 위한 시의적절한 조치가 실시간적으로 이루어질 것이다.

#### 4.5 시뮬레이션 훈련체계

시뮬레이션 훈련체계는 시스템 공학, 소프트웨어 공학, 컴퓨터 과학 등이 결합된 연구 분야로 개별 전투원 또는 전투팀이 다양한 전투체계에 숙달되도록 가상의 디지털 모델을 구축한 것이다.

미군은 개별 전투원을 위한 시뮬레이션 훈련체계에 투자를 집중하고 있으며, 특히 미 육군과 해군은 여러 시뮬레이션 사업을 추진하기 위해 다수의 전쟁분석을 진행해왔다. 미 해군은 Leidos, SAIC, AECOM, Orbital ATK 등의 업체와 미 육군은 SAIC, CACI, Torch Technologies, Millennium Engineering 등의 업체와 사업을 수행하고 있다.

한편, 개별 전투원이 아닌 전투팀의 훈련을 위한 체계에도 인공지능이 적용될 수 있다. 군은 세대별 전투 참모단을 훈련하기 위해 다양한 위게임 모델을 운영하고 있다. 현재 이러한 위게임 모델은 인간 전투참모단간의 쌍방훈련으로 진행된다. 하지만 미래에는 위게임 모델에 인공지능 기술이 접목되어 인공지능 전투참모단과 인간 전투참모단과의 쌍방훈련이 가능할 것이다. 수많은 훈련 또는 전투를 학습한 인공지능은 인간 전투참모단을 숙달시키는 훌륭한 훈련대상이 될 것이다. 이미 인공지능 기술을 활용하여 전략 시뮬레이션 게임을 수준 높게 수행할 수 있으며, 인공지능 스타크래프트 게임대회에서 우리나라 팀이 우승한 바가 있다.

#### 4.6 무인 자율 전투체계

무인 자율 전투체계는 인간의 지휘결심 절차가 완전히 배제되어 인공지능 스스로 지각-인지-결심-행동 절차를 수행한다. 즉, 독립된 전투를 수행하며 인간은 임무와 목표만을 제시한다. 완전한 형태의 자율 전투체계가 구현되기 위해서는 인공지능 기술의 완전성뿐 아니라 법률적, 윤리적 기반이 마련되어야 한다. 따라서 인공지능이 군사적 목적으로 활용되는 최종적인 형태가 될 것으로 판단된다.

자율 전투체계는 지상, 수중, 수상, 공중 그리고 사이버 공간 등 모든 전투 공간에서 활용될 수 있다. DARPA는 무인 잠수함 씨헌터를 개발하였는데, 무인 잠수함은 유인잠수함에 비해 운영비용을 절감할 수 있으며, 승무원 교대가 필요하지 않아 연속 작전이 가능하다. 중국도 해양 탐사용 자율 무인잠수정 치안룡

을 개발하였으며, 스위스 취리히 대학, 이탈리아 델라 스피제라 대학 등은 산악지대에서 실종자 수색의 목적의 인공지능 기반 쿼드콥터형 드론을 공동 개발하였다. 한편 미국, 중국 등은 머신러닝을 활용한 군사용 무인항공기를 개발하고 있다. 현재 개발된 또는 개발 중인 자율 무인체계는 무장을 하지 않고 수색, 정찰 활동 등 전투를 지원하는 역할에 한정되어 있다. 하지만 인공지능의 안전성이 보다 공고해지고 군사적인 인공지능의 활용이 윤리적, 법적으로 명확히 뒷받침된다면 직접 전투를 수행하는 자율 전투체계가 등장할 수도 있을 것이다.

### V. 군사용 인공지능 서비스를 위한 제언

#### 5.1 체계적인 데이터 관리 및 활용

성공적인 인공지능 서비스를 개발하기 위해서는 무엇보다 해당 분야의 도메인 지식과 충분한 데이터가 필요하다. 인공지능 연구에 있어서 아무리 훌륭한 알고리즘이라 하더라도 데이터가 없으면 무용지물이다.

군에서는 다양한 작전활동을 통해 방대한 양의 데이터가 생성된다. 생성된 데이터가 현장에서 소멸되지 않고 적절한 형태로 저장되고 관리될 필요가 있다. 인공지능의 성능을 향상시키기 위해서는 좋은 품질의 데이터가 필수적이다. 현재 시점에서 활용되기 어려운 데이터라 하더라도 향후 기술개발에 유용하게 사용될 수 있기 때문에 미래를 대비하여 데이터를 축적시킬 필요가 있다. 이를 총괄적으로 관리하는 별도의 조직, 인력, 예산의 뒷받침이 필요하다. 이를 미래 인공지능 기술의 효과적인 활용을 위한 투자로 인식해야 한다.

한편, 군은 작전보안이라는 중요한 가치를 수호하기 위해 폐쇄적으로 데이터를 관리할 수밖에 없다. 하지만 충분한 검토를 거쳐 보호의 가치가 없거나 가치가 적은 데이터의 경우 과감히 공개하여 이를 이용한 연구개발을 활성화해야 한다. 인공지능 알고리즘에 대한 기술력은 있지만 데이터가 없어 서비스를 개발하지 못하는 경우가 많다. 군의 데이터가 공개된다면 이미 검증된 학습 알고리즘을 이용하여 많은 문제들이 쉽게 해결될 수 있다. 예를 들어, 많은 민간 기업에서는 물류 혁신, 재고 최소화에 이미 인공지능을 적용하여 좋은 성과를 얻고 있다. 군의 방대한 장비정비이력 데이터가 공개된다면 인공지능 기반의 수요 예측을 통해 정비기간 최소화, 고장 예측 등에서 빠른 성과를 볼 수 있을 것이다.

### 5.2 차별화된 인공지능 서비스 개발 전략

군의 인공지능 서비스는 제대별, 기능별로 다를 수밖에 없다. 상위 제대일수록 충분한 컴퓨팅 자원을 사용할 수 있지만 하위 제대로 내려 갈수록 전투체계들이 기동성을 가져야하기 때문에 컴퓨팅 자원이 부족하다. 따라서 하위 제대에서 사용하는 전투체계의 경우 경량화된 인공지능 알고리즘이 필요하다. 또한 제한된 컴퓨팅 자원에 원격으로 접속하기 위해서는 효율적인 통신수단이 함께 고려되어야 한다. 예를 들어 전투체대에서 사용하는 C4I체계는 협대역 주파수를 사용하는 무전기 기반의 의사결정체계로 OTM(On The Move)이 가능해야 한다. 따라서 딥러닝과 같이 많은 컴퓨팅 자원을 필요로 하는 기법은 사용이 불가능하다. 반면, 전장제대의 C4I체계는 대용량 유선 네트워크 기반으로 구성되므로 많은 컴퓨팅 자원이 요구되는 기법도 적용이 가능하다. 또한 인공지능 기술의 적용 범위(지각-인지-결심-행동)에 따라 서비스의 형태도 달라진다. 즉, 인공지능이 적용된 전투체계가 운용되는 제대, 전장기능 그리고 지능화 범위에 따라 차별화된 개발 전략 수립이 필요하다. 그림 2는 군의 인공지능 서비스 개발 영역을 개념적으로 나타낸 것이다.

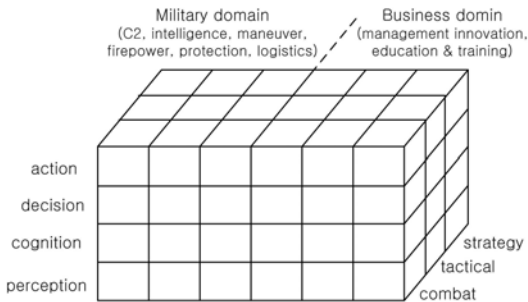


그림 2. 군 인공지능 서비스 영역  
Fig. 2. AI Service area in military domain.

### 5.3 軍 주도 인공지능 연구

민간 영역에서 활용되는 인공지능 시스템과 국방 영역에서 활용되는 인공지능 시스템은 개발 단계에서 고려해야하는 사항이 다소 다르다. 민간 영역에서는 인공지능 시스템을 무력화하려는 적의 존재를 크게 고려할 필요가 없다. 또한 의료, 법률, 금융 등의 일부 분야를 제외하고 일반적으로 민간영역에서는 인공지능에 의한 시스템의 성능 향상의 정도가 중요한 반면 그 결과에 도달한 과정과 이유는 상대적으로 중요하지 않을 수 있다.

한편, 군사작전 간 적은 기만 또는 해킹을 통해 인공지능 전투체계의 오작동 또는 무력화를 시도할 것이다. 따라서 국방 영역에서의 인공지능 전투체계는 적에 의한 위협이 중요한 고려요소이다. 또한 인공지능 전투체계의 행위 과정과 수행 결과에 대해 인간이 이해할 수 있는 수준으로 설명되어야 한다. 웹사이트에서 나의 취향에 맞는 광고를 추천하는 시스템과 사격 실시 여부를 추천하는 시스템은 근본적으로 다르게 접근해야 한다.

따라서 인공지능의 일부 기능은 민간 영역 보다는 국방 영역에서의 필요성이 클 수밖에 없다. 인공지능 시스템에 대한 기만 및 해킹 대응방안, 설명 가능한 인공지능 기술 개발 등은 장기적으로 군이 주도해야 할 것이다. 이를 위해서는 국방 R&D 예산의 과감한 투자가 요구된다.

### 5.4 軍 인공지능 플랫폼 구축

인공지능 전투체계가 효과적으로 구현되기 위해서는 우수한 성능의 학습 알고리즘 뿐 아니라 비정형 데이터의 분류, 포맷 변경, 라벨링, 결합, 변형 등의 가공 기법이 필요하다. 또한 학습 알고리즘을 구동시키기 위한 충분한 컴퓨팅 파워, 클라우드 기술, 원격에서 데이터를 실시간 수집 또는 컴퓨팅 자원에 접속하기 위한 대용량 전송 네트워크 기술 등의 개발이 종합적으로 고려되어야 한다.

### 5.5 민·관·군 연구 협력 체계 구축

국방 영역과 민간 영역에서의 인공지능은 적용되는 분야가 달라 입력되는 데이터는 다르지만 동일한 학습 알고리즘이 적용될 수 있다. 예를 들어, 민간 물류 관리를 위한 인공지능과 군수물자 관리를 위한 인공지능은 근본적으로 같을 것이다. 그리고 민간 자율주행차에 적용된 기술은 기본적으로 군의 무인 전투차량에 동일하게 적용될 수 있다. 즉 민간에서 이미 성숙된 기술을 군에 적시에 도입하고 활용해야한다. 따라서 민간의 기술과 군의 소요가 적절히 조합될 수 있는 협업체계가 필요하다. 최근 육군이 인공지능 분야에서 민군 협력을 위해 전담조직을 창설한 것은 매우 고무적인 일이라 할 수 있다. 민·관·군 연구개발 협력을 통해 인공지능 기술 경쟁력을 강화해야한다. 또한 시장성이 없는 국방 인공지능의 원천기술을 선제적으로 확보하기 위해서는 민간 주도가 아닌 국가 주도의 장기적인 연구개발이 필요하다.

## VI. 결 론

본 논문에서 군사적 활용 측면에서 인공지능의 제한사항 및 가능성 그리고 미래전에서의 활용 가능 분야 등을 살펴보고 인공지능 전투체계 개발을 위한 고 령사항과 정책 방향을 제시하였다.

군사적 목적으로 인공지능이 효과적으로 활용되기 위해서는 학습 알고리즘 취약점, 불충분한 학습 데이터 문제, 인공지능에 의한 결과 도출의 근거 부족 문제, 인공지능 활용의 법적, 윤리적 이슈 등이 해결되어야 한다. 군사 선진국을 중심으로 인공지능의 안전성을 향상시키고 설명 가능한 인공지능을 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 인공지능 활용 보장을 위한 제도적, 법률적 장치들이 정비되고 있다.

이미 군사 선진국은 인공지능을 이용하여 군사적 혁신을 도모하고 있다. 우리도 미래 전장에서 인공지능을 효과적으로 활용하기 위해서는 체계적으로 데이터를 수집, 관리하는 체계를 구축하고 인공지능 적용이 필요한 기능과 범위를 명확히 식별하여 제대별, 전장기능별로 차별화된 인공지능 개발 전략을 수립하여야 한다. 또한 민간 기술의 효과적인 국방 분야 적용과 국가 주도의 장기적인 연구개발을 위해 민·관·군 협력체계 구축이 필요하다. 이를 통해 안보환경의 급변과 4차 산업혁명이라는 불꽃에서 한 단계 도약하는 첨단군의 모습을 기대한다.

## References

[1] S.-C. Kim and H.-K. Lee, "Study on korean variable message format construction for battlefield visualization," *J. IKEEE*, vol. 15, no. 1, pp. 104-112, 2011.

[2] Y. Moon, H. Jung, and C. Jeong, "Context-awareness in battlefield using ubiquitous computing: Network centric warfare," in *Proc. of 2010 10th IEEE Int. Conf. Comput. and Inf. Technol.*, pp. 2873-2877, Bradford, 2010.

[3] P. Svenmarck, et al., "Possibilities and challenges for artificial intelligence in military applications," in *Proc. NATO Big Data and Artificial Intell. for Military Decision Making Specialists' Meeting*, 2018.

[4] J. Liu, et al., "SRI-Sarnoff AURORA system at TRECVID 2013 multimedia event detection and recounting," *TREC Video Retrieval*

*Evaluation: Notebook Papers and Slides*, 2012.

[5] B. M. Lake, R. Salakhutdinov, and J. B. Tenenbaum, "Human-level concept learning through probabilistic program induction," *Science*, vol. 350, no. 6266, pp. 1332-1338, 2015.

[6] Z. Z. Si and S. C. Zhu, "Learning and-or templates for object recognition and detection," *IEEE Trans. Pattern Anal. and Mach. Intell.*, vol. 35, no. 9, pp. 2189-2205, 2013.

[7] M. T. Ribeiro, S. Singh, and C. Guestrin, "Why should I trust you?: Explaining the predictions of any classifier," in *Proc. 22nd ACM SIGKDD Int. Conf. Knowledge Discovery and Data Mining, ACM*, Aug. 2016.

[8] National Science and Technology council networking and information technology research and development subcommittee, *The national artificial intelligence research and development strategic plan*, Oct. 2016.

[9] H. Yang, "Safety issues of artificial intelligence and policy responses," *J. KICS*, vol. 43, no. 10, pp. 1724-1732, 2018.

[10] D. Gunning, "Explainable artificial intelligence (XAI)," *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*, 2017.

[11] D. Jeon and D.-G. Park, "Analysis model for prediction of cyber threats by utilizing big data technology," *J. KIIT*, vol. 12, no. 5, pp. 81-100, 2014.

[12] D.-G. Jeong, "Trend on artificial intelligence technology and its related industry," *Korea Inst. Inf. Technol. Mag.*, vol. 15, no. 2, pp. 21-28, 2017.

[13] B. W. Kim, "Trend analysis and national policy for artificial intelligence," *Informatization Policy*, vol. 23, no. 1, pp. 74-93, Mar. 2016.



이 증 관 (Jong-Kwan Lee)



2000년 2월 : 육군사관학교 전자공학 학사  
2002년 2월 : KAIST 전자공학 석사  
2014년 2월 : 아주대학교 NCW 공학 박사  
2017년 12월~현재 : 육군사관학

교 컴퓨터과학과 조교수

<관심분야> 인공지능, 사이버전, 네트워크중심전  
[ORCID:0000-0003-2195-2417]

한 창 희 (Changhee Han)



1990년 2월 : 육군사관학교 물리학 학사  
1994년 6월 : 미국 Syracuse 대학교 전산학 석사  
2004년 7월 : 미국 Univ. of Southern California 대학교 전산학 박사

1994년 8월~현재 : 육군사관학교 컴퓨터과학과 교수

<관심분야> 인공지능, 사이버전, M&S  
[ORCID:0000-0001-6478-7314]