DBpia

논문 19-45-02-18 The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences '20-02 Vol.45 No.02
https://doi.org/10.7840/kics.2020.45.2.355

# 의사결정트리를 이용한 지능형 전포대장체계 구축 방안

한 창 희°

# A Methodology for Constructing Intelligent-Machine FDC Commander Using Decision-Making Tree

Changhee Han°

요 약

본 논문은 지휘통제 분야의 핵심요소인 전포대장체계를 인공지능 (AI)화하는 구축방안을 제시하는 것이다. 진정한 AI의 구현을 지향하는 목표는 플랫폼을 구축하려는 노력과 맞닿아 있는데, 이를 위해서는 민간 기술이 군사분야에 적용되고 상호 협력해야만 하겠다. 의사결정 계선 상에서 타격체계를 최종적으로 지휘하는 전포대장은 중요하다. 미숙한 전포대장 등 BTCS체계 지휘자를 보좌하여 1~2분이라도 단축하는 것은 표적을 감지해 타격까지 5~15분을 목표로 하는 감시-의사결정-타격의 프로세스에서 그 의미는 엄청난 것이다. 전포대장의 사격지휘 과정을 분석하여, 탄종과 발수 등이 의사결정 핵심 요소임을 식별하였다. 인공 신경망은 JMEM DB의 구축이 완전한 경우 탄약 효과지수가 신경망 오차 계산에 포함될 수 있기 때문에 효과적일 수 있다. 그러나 사업이 진행형이고 또한 표적 크기와 형태의 무한대에 가까운 모든 경우 수에 대한 완벽한 탄약 실험은 기본적으로 불가능하므로 JMEM 효과지수 구축의 완성여부에 종속되지 않는 방안으로, 의사결정트리를 적용해 보았다. 결정 트리 학습 모형을 제작하고, 전장관리 체계에 적용할 수 있는 정도의 학습 트리 구현 방안도 제시 하였다.

**Key Words** : Artificial Intelligence System, Decision-Making, Fire Command&Control, Machine Learning & Training, Decision-Making Tree

ABSTRACT

This paper is to present a methodology to change a current system of battalion tactical fire command into an AI applied intelligent system. Implementing real AI connects into an effort to construct an AI platform. For this, civilian technologies should be cooperated with military domain. In the process of sensing., decision-making, and shooting where shooting should be done within 5~15 minutes once sensing is evoked, the meaning is enormous if at least 1~2 minutes are reduced by assisting inexperenced FDC commander through an intelligent system. The fact that the kind and the number of munitions are key elements in the FDC decision-making is identified. If JMEM DB construction is complete, ANN can be efficient, because the munitions effectiveness index can be used for ANN error modification. However because the DB construction is ongoing and it will be impossible to experiment all the size and the kind of targets which will be infinite, we apply decision-making tree algorithm which is not dependent on whether the JMEM DB construction is done. A framework for learning a decision tree and a methodology to implement the tree are proposed, applied to battle-field management systems.

※ 본 연구는 육군사관학교 화랑대연구소의 2019년도 연구 활동비 지원을 받아 수행되었음.
°First and Corresponding Author : Department of Computer Science, Korea Military Academy, chhan@kma.ac.kr, 정회원
논문번호 : 201909-178-0-SE, Received Augst 24, 2019; Revised September 24, 2019; Accepted September 28, 2019



www.dbpia.co.kr

## Ⅰ. 서 론

본 연구의 궁극적인 목적은 지능형 지휘통제 체계를 구축하는 것이다. 많은 인공지능 연구자들이 인공지능 플랫폼을 구축하고자 노력하고 있다. 인공지능 플랫폼이 구축되기에 좋은 도메인 중의 하나가 군사 분야 이다. 지능형 지휘통제 체계의 구축이라는 궁극의 목표를 위한 선행 연구단계로서 본 논문에서는 지휘통제 분야의 핵심요소인 전포대장체계를 인공지능(AI)화하는 구축방안을 제시하고자 한다. 이러한 노력은 인공지능 플랫폼 구축을 가속화 시킨다.

대한민국 육군은 19년 1월부로 인공지능연구발전처를 신설하여 인공지능과 4차 산업혁명의 기술들을 군사 분야에 적용해 무기체계의 지능화를 위해 노력하고 있다. 최근 연구에서는 군 주도의 인공지능 연구의 필요성을 설명하고 있다[1]. 의료, 법률 등 일부 분야를 제외하면 민간영역의 연구는 성능향상에 집중하는 반면, 적 상황을 고려하는 군사 분야에서는 적의 능력을 최소화하는 결과와 그 결과에 도달하는 과정과 이유가 상대적으로 중요하다. 따라서 인공지능의 군사 분야 적용 및 군 주도의 인공지능 연구방향은 매우 필수적인 것으로, 세계 각 나라가 4차 산업혁명에 국가의 운명을 걸고 있는 요즘, 국운을 결정짓는 과업으로 연구 및 정책 수행의 방향이라고 하겠다.

한편, 인공지능 관련 연구[2-5]에서 인공지능의 개별 기술들을 발전시키는 연구는 찾아보기 쉬운 반면, 인간을 대체할 정도의 AI 플랫폼 연구는 아직 이렇다 할 성과를 내지 못하는 실정이다.

플랫폼에 대해서 많은 생각들이 존재하고 있지만 구체적 기술적 방안 제시가 미흡하다[2-6]. 이번 연구에서 우리는 그 하나의 기술적 방법으로써 신경망, 의사결정트리 등 학습 모듈을 군사 분야의 지휘 통제 시스템에 적용할 방법론을 제시하고자 한다.

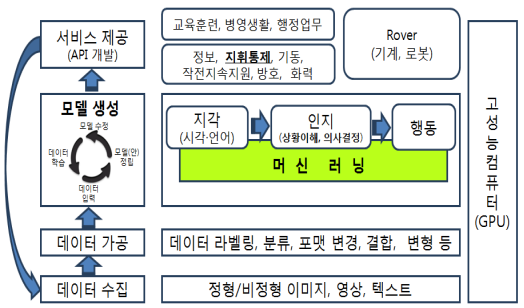


그림 1. AI-based 국방 정보체계 아키텍처[6]
Fig. 1. Architecture of AI-based Information System in Defense Domain

전투를 전장 기능별로 세분화 하는 경우, 지휘통제, 정보, 기동, 화력, 전투근무지원, 및 방호의 6가지 구성 요소로 세분화하게 된다. 군은 이러한 전투의 중요한 각 기능에 대해 컴퓨터 시스템을 오래전부터 도입해 왔다. 이러한 컴퓨터 시스템은 자원관리체계와 전장관리체계로 크게 구분된다. 4차 산업혁명 시대의 군의 지능화는 이러한 시스템에 인공지능 기술을 접목하여 체계를 지능화하는 과정이라고도 할 수 있다.

6가지 전장 기능 중 인간의 뇌와 신경에 해당하는 지휘통제 기능이 그 핵심이라고 하겠다. 전투의 핵심 프로세스인 감시-의사결정-타격이라는 3-layer 프로세스에서 상황에 대한 인식 및 판단의 올바름과 신속성은 전투의 승패를 좌우한다. 타격체계의 최종 지휘자는 전포대장이다. 지휘관 및 지휘자라는 모든 의사결정자 계선 상에서 화포 타격체계의 행위를 최종적으로 시행하는 지휘통제 의사결정의 종결자인 것이다. 따라서 전포대장의 신속한 의사결정은 전쟁 승리의 엄청난 방향키 역할을 하는 것이기 때문에 인간 지휘관에게 올바르고 결정을 신속하게 하는 지능형 전포대장체계를 제공하는 것이 필수 불가결하고 충분한 시대에 접어들었다고 하겠다.

미숙함과 실수는 나와 내 전우의 생명에 치명적인 결과를 초래하는 것이 전장의 특성이다. 지휘관의 지휘통제 행위시의 미숙함은 치명적 결과의 범위를 더 크게 확대시킨다. 포병 분야의 전장관리는 대대사격전술계산기(BTCS)를 사용하여 전장을 관리한다. 정보자산들로부터 적의 도발 행위로부터의 표적을 식별하고 BTCS체계를 통해 아군의 화포 타격체계를 가동하는 데까지의 시간 싸이클을 5~15분으로 하고 있다. 따라서 미숙한 전포대장 등 BTCS체계 지휘자를 보좌하여 1~2분이라도 단축하는 것은 신속성을 생명으로 하는 프로세스에서 엄청난 의미를 내포하게 된다.

지휘관의 개인차 극복을 위해서 군사 교범과 그것을 학습시키기 위한 군 보수 교육 등이 존재한다. 그러나 교범 이론과 규칙의 주된 표현은, 예를 들어 지형과 기상을 고려하여 사격방법을 결정한다와 같이 인간의 경험에 의존하는 방식이다. 지형, 기상 등 독립변수와 사격방법의 종속변수 사이에 기술적 규칙 등이 별도로 존재하기 보다, 군사 교리는 대부분 지휘관 경험에 의한 의사결정과정인 것이다. 지휘관으로 임명되면 그 지휘관의 판단이 올바를 것이라는 가정하에 모든 결정과 판단을 지휘관 혹은 의사결정권자에게 맡겨 왔다. 그러나 이제 컴퓨터 능력의 발달로 다양한 분석 툴들이 그 유용성을 발휘하고 있는 기술적 시대에 들어섰고, 많은 연구자들은 그 효과를 입증



www.dbpia.co.kr

하고 있다.

따라서 훈련데이터(training data)로 검증되고 선정된 데이터들을 기계가 학습토록 하여 판단 값을 산출해 주도록 하면 경험이 부족한 지휘자에게 도움이 될 수 있다. 이러한 메커니즘은 그림 1 중간 부분의 머신러닝 모듈에 관한 것으로, 최근의 민간 분야에서 다양한 기술들이 성숙되고 있다. 본 논문에서 제안하는 지능형 전포대장체계의 구축방법론에서는 의사결정트리 알고리즘을 활용하는 방안을 제시해 본다. 훈련 데이터 등을 획득하여 시뮬레이션까지를 해보는 것이 최선이겠으나, 본 논문은 전포대장체계의 구축 방안을 제시하는 것이므로, 의사결정트리 알고리즘을 활용해 구현하는 방안까지를 제시해 보는 것으로 한다. 연구의 이러한 성과들의 축적을 통해 인공지능 플랫폼의 목표에 다다를 수 있게 된다.

의사결정 트리는 대용량의 데이터로부터 이들 데이터사이의 관계, 패턴 규칙 등을 찾아내어 모형화하는 데이터마이닝과 의사결정 기법이 결합된 학습 모형 중의 하나이다. 트리 구조를 사용하기 때문에 일단 의사결정 모형이 구축되면 해석이 용이하며, 독립변수들이 서로 결합되어 종속변수에 어떻게 영향을 주는가를 찾아내는 알고리즘이다[7-9]. 의사결정트리 구현에는 다양한 알고리즘이 존재하고 그것을 바탕으로 일부 상용 툴도 존재한다. 그러나 일반적으로 상용 툴은 문제 도메인에 적용시 불필요한 부분도 함께 적용된다거나 하는 제한사항이 존재한다. 군사 분야 처럼 개발과 적용이 비공개가 원칙일 수 있는 특별한 도메인의 경우에는 불필요한 모듈로 인한 제한점은 부정적 영향을 확대시킬 수 있다. 본 논문에서는 구축 방안을 제시하는 경우이므로 의사결정 트리의 근본 개념에 입각한 자체 알고리즘을 제안해 보는 것으로 한정하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 화력체계의 정보처리 및 의사결정 과정의 현 상황을 분석하고 이를 통해 사격지휘 체계의 현안을 살펴보고, 3장에서는 AI 기술을 기반으로 하는 지능형 전포대장체계 구축방안에 대해 고찰해 본다. 4장에 의사결정을 위한 학습 추천 모듈로 의사결정 트리를 적용하기 위해 학습 모형 제작과 그 구현 방안을 제시하고, 5장에서 결론을 맺도록 한다.

## Ⅱ. 현 상황 및 현안

### 2.1 화력체계 정보처리 및 의사결정 과정

화력 타격체계의 의사결정자의 의사결정 과정을 고찰해 본다. 이를 위해서는 전포대장이 처한 화력체계의 정보처리 과정을 먼저 이해할 필요가 있으며, 화력체계의 정보처리 과정은 현대 전장환경의 변화 속에서 분석해야 하겠다. 현대전의 가장 큰 특징은 비선형 전투의 네트워크 중심전쟁이다. 과거에는 근거리에서 서로 접적하여 순차적이고 연속적인 작전을 구사해 상대방을 대량으로 파괴하려는 소모적인 형태의 전장이었다. 반면 현대에는 정밀 무기를 활용하여 필요한 목표만을 무력화가 가능한 형태의 전장으로써 물리적인 전방과 후방의 개념에서 벗어난 동시적이고 병렬적인 형태의 전장이 되었다. 이러한 형태의 변화를 주도한 것은 산업혁명과 그 중심에 있는 컴퓨터의 장점이 무기체계에 도입되어 단일 무기의 성능도 월등해졌으며, 지상 해상 공중의 다양한 무기들이 하나의 유기체로 네트워크화 되면서 생긴 변화인 것이다.

육군의 경우 아미타이거 체계를 미래전장을 주도할 신개념의 대표 무기로 적용하고 있다. 이것은 네트워크 중심전의 개념의 틀 속에 전장 6대 기능을 접목한 유기체적 무기체계인 것이다.

지휘·통제는 사람의 두뇌에 해당하는 만큼 가장 핵심이 되는 부분이며, 센서 체계에서 감지한 정보를 바탕으로 판단 결정을 내려 슈터 체계로 하여금 적에게 타격을 가하게 구성되어 있다. 이 과정에서 지휘통제의 의사결정과 함께 타격이라는 마지막 군사행동을 감행하게 되는 지휘자가 전포대장인 것이다.

UAV, 위성은 물론 관측반 활동 등의 다양한 센서 체계의 표적정보가 JFOS-K 및 ATCIS 등의 지휘통제 체계를 통해 화력여단 및 대화력전 TF 본부 등 슈터 체계로 입력되어 표적의 형태 및 규모에 따라 대대 혹은 포대 BTCS 통제반으로 전달되게 된다. 그림 3은 BTCS 통제반으로 정보가 도달하는 순간, BTCS를 중심으로 한 사격 지휘과정의 개념도이다.

전포대장은 사격요청서를 토대로 탄종과 발수 등을

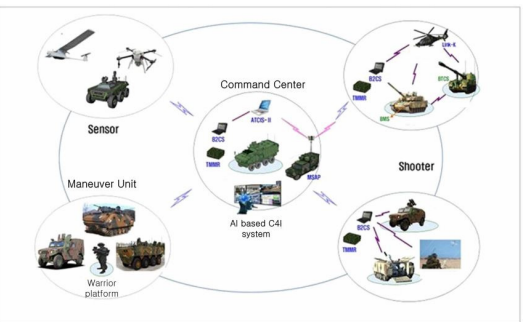


그림 2. 아미타이거 4.0 개념도[8]
Fig. 2. Overview of Army Tiger 4.0



www.dbpia.co.kr

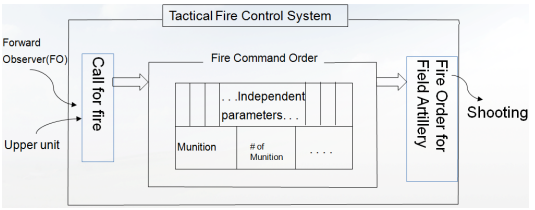


그림 3. 사격전술지휘의 과정의 개념도
Fig. 3. Architecture of Fire Direction Command process

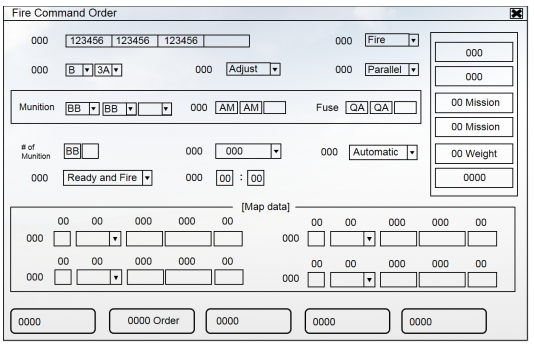


그림 4. BTCS의 사격지휘명령 화면 (보안상 이유로 주요 글자 삭제)
Fig. 4. Screen shot of BTCS Fire Direction Command (Due to security, some words are deleted)

본인의 판단으로 선정해 전포대에게 사격명령을 하달하게 된다[11-13]. 이때 탄종과 발수는 사격지휘명령 화면 (그림4) 에 나와 있는 표적의 크기와 특성과 같은 파라미터들의 내용을 기반으로 결정하게 된다. 탄종과 발수에 영향을 주는 파라미터들은 간략화하여 그림 3 에서 독립 파라미터로 표시하였다.

이렇게 탄종 및 발수 등 전포대장이 결정해야 할 최종 의사결정은 전포대 사격명령서로 표현되어 타격이 실행되게 된다.

### 2.2 사격지휘통제 체계 현안

전포대장의 핵심적인 의사결정 사항인 탄종과 발수 등을 선정할 때 교리상의 문구는 표적의 크기와 특성을 고려하여 결정한다와 같은 형태로 서술 되어있다. 탄종과 같은 종속변수와 표적의 크기와 특성과 같은 독립변수 사이에 어떠한 기술적인 연관 법칙 등이 없는 상태에서 인간 지휘자의 개인적인 판단 혹은 경험에 의하여 정해지게 된다. 인간의 능력은 다양한 요소로 장기간 걸쳐 형성된다. 이렇게 형성된 능력의 격차는 개인별로 매우 다양하게 표출되게 된다. 본 논문의 연구는 이러한 의사결정을 지능화 모듈이 처리하여 추천해 줌으로써 인간의 경험부족에서 오게 되는 미숙함과 능력의 개인차를 해결할 수 있도록 하는 방안을 제시하는 것이다.

현재의 BTCS는 사격체계에서 탄도 등의 복잡했던 물리적 수치계산을 컴퓨터가 수행하도록 하고, 탄의 궤적 등 시각화 기능이 구현된 체계이다[14, 15]. 다른 전장관리체계와 마찬가지로 컴퓨터의 장점이 사격지휘과정 중 수치계산 등의 기본 과업에 효과적으로 잘 적용된 체계이다. 그러나 표적우선순위, 공격방법 등에서는 아직도 지휘관의 직관력에 기초하여 처리하였다. 또한 사격방법의 주요 결정요소로 탄종, 발수 등을 제시하였지만, 탄종과 발수가 이것들을 결정하는 요소들로부터 어떻게 결정되는 지에 관해서는 제시하지 못하고 있다.

본 논문에서 제기하는 문제 해결의 다른 방향 하나가 합동탄약효과 메뉴얼(JMEM)의 구축이다. JMEM DB 등이 2012년을 전후로 연구되고 구축되어 오고 있다. 하지만 이것이 어떻게 구축되어 오고 있으며 특히 육군 타격 체계의 핵심이자 말단 전술지휘체계인 BTCS 등과 어떻게 연동되어 유용한 효과를 거둘 것인지에 대해서는 어떤 연구도 진행되지 못하고 있는 실정이다. 또한 탄약효과 메뉴얼의 기본 원칙이, 표적의 크기와 종류가 이러한 경우 어떠어떠한 종류의 탄을 선정해 사용함 이라고 교리적으로 선언해 주는 것인데 표적의 크기와 형태의 무한대에 가까운 모든 경우의 수에 대한 탄약 실험은 기본적으로 불가능한 것이며, JMEM의 구축이 현재 진행되는 상황이기에 전술상황 각각에 대한 유용성까지를 입증하는 데에는 또 다른 상당한 기간과 노력이 요구되는 것도 현실이다.

타격체계를 운용하는 실제 현실은 미군들이 비밀보호기간이 종료된 탄약효과 DB를 기초로 탄종과 발수 등 사격지휘의 중요한 변수를 탐색하여 사용하고 있다. 이러한 과정에서의 신속성을 위해서 주둔하고 있는 지역에서 자신이 맡은 타격 지역에 존재하는 대표적인 형태와 크기의 표적에 대해 그 값을 미리 계산하여 도표로 만들어 검색이 빠르게 되도록 준비해 사용하고 있다. 준비된 경우의 수가 제한적이므로 준비되지 못한 경우에서는 지휘관의 경험과 직관이 발휘되어야만 하는 것이다. 따라서 JMEM DB 구축이 완성되고 유용성까지 입증되어 연동 가능한 경우면 연동을 통해서, 만약 그렇지 못한 경우라 하더라도 전포대장의 의사결정의 미숙함과 실수라는 부족분을 메워주는 구축방안이 필요한 것이다. 파병 등에서의 실제 전투 경험, 해외 선진국 군사교육, 및 연합훈련 경험 등 일부 경험 있는 지휘관들은 존재한다. 또한 그들로부터 부대 지휘통제를 받았거나 교육을 받은 동료 및



www.dbpia.co.kr

하급 지휘자들 또한 존재한다. 이렇듯 유경험자들로부터 효과가 검증된 훈련데이터(training data)를 수집하여 지능화 추천 모듈을 구축하고 적용해야 하는 시점에 와있다고 하겠다.

## Ⅲ. 지능형 전포대장체계 구축 방법론

2장에서 제기한 체계 현안을 해결하기 위해 다음과 같은 지능형 BTCS 체계의 개념도를 제시한다. 이러한 개념도와 구축 방안은 다른 의사결정 체계에 방향키와 프레임워크의 역할을 하기에 충분하다.

지능형 전포대장체계의 구축방안은 기존의 BTCS에 JMEM DB와 결정추천 학습 모듈의 적용이 그 핵심이다. 이 중에서 JMEM DB는 구축에 대한 노력이 진행 중이고 그러한 노력이 결실을 맺는 경우를 가정한 것이다. 따라서 결정추천 학습 모듈(Learning Module for Decision Recommendation)이 핵심 부분이다.

이 결정추천 학습 모듈의 구현을 위해서 인공신경망(ANN: Artificial Neural Network)과 의사결정트리(Decision-Making Tree) 기술 등을 고려해 볼 수 있다. 인공신경망 모듈은 JMEM을 신뢰할 수 있는 상황이 조성된 경우에 좋은 방안이다. JEME DB의 신뢰가 확실하다면 탄약실험으로 얻은 JMEM 데이터의 탄약효과지수 등을 인공신경망 알고리즘의 오차 수정 등에 사용할 수 있기 때문이다.

이 경우 구축의 개괄적인 절차는 다음과 같다. 먼저 ANN 학습 모형을 설계하는 데 이때 입력층, 은닉층, 및 출력층 등에 대한 크기와 개수 등을 최적화 하도록 한다. 또한 훈련 데이터(Training Data)를 수집한다. 다음은 학습 단계로서, 수집된 표적의 제원 및 JMEM 효과지수를 입력하여 학습시킨다. 이러한 단계를 거쳐 학습 모형이 완성되게 되면, 새로운 표적의 제원 및 특성을 입력하여 원하는 출력값을 산출해 낸다.

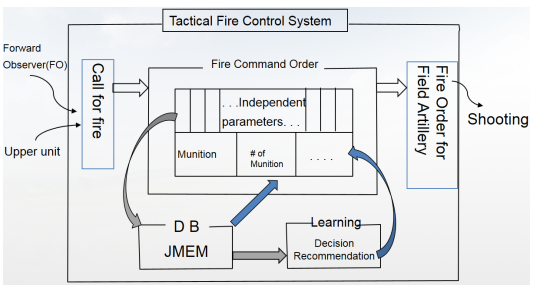


그림 5. 지능형 전포대장체계 개념도
Fig. 5. Architecture of Intelligent Fire Direction Commander

그러나 2장에서 언급한 바처럼 무수한 경우 각각에 대한 탄약효과 매뉴얼 구축은 제한적이며, 이로 인해 JMEM 효과 지수 등을 전적으로 신뢰하기가 쉽지 않은 경우라면, JMEM 효과지수와의 오차 수정 등에 관해 제한사항을 갖지 않은 의사결정 트리 방법론을 적용하는 것이 더 효과적일 수 있다. 이 경우라 하더라도 향후에 JMEM DB 구축이 완성되는 경우를 함께 고려하는 것이 보다 완전한 개념일 것이므로 JMEM DB를 고려한다.

이 경우 구축의 개괄적인 절차는 다음과 같다. 만약, JMEM DB에서 독립변수의 투플이 검색이 되면 그것을 출력해 주고, 검색이 실패하는 경우 의사결정트리로 구현된 학습 결정추천 모듈에서 최적의 값이 도출되도록 한다. 상세하게는 다음 챕터에서 추천 모듈의 자세한 작동 원리와 방안을 소개한다.

본 논문에서는 적용 가능성과 구현 방안을 제시하는 것이므로 임의의 주제를 예시로 들어 설명하기로 한다. 그 임의의 주제는 탄종을 결정하는 의사결정 트리를 구축하는 것으로 한다. 이를 위해 종속변수 탄종에 대한 독립변수로는 지휘관요망효과, 표적의 형태와 크기로 한정하여 구현 방안을 제시해 본다. 지휘관요망효과 (commander's criteria)는 suppression (제압), neutralization (무력화), destruction (파괴)이다. 표적의 형태는 personnel (인원), material (건물 등 물체)로 한정한다. 표적의 크기는 area (지역 표적), small (점 표적)로 한정한다. 탄종은 2가지로 HE (고폭탄)과 DPICM (이중목적개량고폭탄)으로 한다.

표 1. 탄종과 그 결정요인
Table 1. Munition Kind and the Decision Factor

| Independent variables | | | Dependent variable |
|---|---|---|---|
| Commander' Criteria | target Kind | target Size | Munition |
| surpression, neutralizationk, destruction | personnel, material | small, area | HE, DPICM |

## Ⅳ. 의사결정트리 이용한 결정 추천

의사결정트리에서는 엔트로피의 개념을 사용한다. 엔트로피 I는 데이터 집합의 동질적인 정도를 측정하는 척도이다. 각 부류별로 데이터들이 균등한 비율로 섞여있을수록 엔트로피 값이 커지는 특성을 이용하여,



www.dbpia.co.kr

트리 구조에서 탐색 시간을 가능한 최소화하고자 한다. 다음의 예시를 통해 본고에서 제안하는 전포대장 체계에 의사결정트리를 적용하는 과정 및 구현 방안을 설명한다.

### 4.1 결정 트리 학습 모형

결정 트리 학습 모형을 표 2의 예시 데이터를 이용하여 제작해 보도록 한다.

최초 루트 노드를 선정하기 위해서 각 Atrribute의 IG을 구하면 다음과 같다.

IGcc = 0.021, IGkind = 0.015, IGsize = 0.061

따라서 IG가 가장 큰 size 속성을 루트 노드로 만든다. 이후 이러한 과정을 단말노드의 데이터가 모두 같은 부류에 속하거나 일정비율 이상 같은 부류에 속할 때 까지 분할한다. 이러한 결과는 그림 6과 같다.

표 2. 탄종에 대한 예시 데이터
Table 2. Sample Data of Munition Kind

| Independent Var. | | | Dependent |
|---|---|---|---|
| CC | Kind | Size | Munition |
| Surp | Per | Small | HE |
| Surp | Per | Area | HE |
| Dest | Per | Small | DP |
| Neut | Per | Small | DP |
| Neut | Mat | Small | DP |
| Neut | Mat | Area | HE |
| Surp | Mat | Small | DP |
| Surp | Per | Small | HE |
| Dest | Mat | Area | HE |
| Neut | Mat | Small | DP |
| Surp | Mat | Area | DP |
| Dest | Per | Area | DP |
| Dest | Mat | Small | HE |
| Neut | Per | Area | HE |

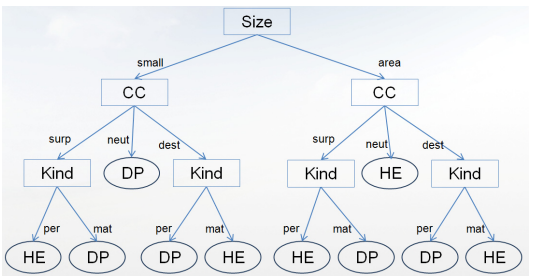


그림 6. 의사결정 트리 모형도
Fig. 6. Decision-making Tree Framework

### 4.2 결정 트리 구현 방안

결정 트리의 구현은 트리와 스택을 혼합하여 구현한다. 다음은 트리 노드를 구성하는 주요 요소들이다.

Valued_by : Parent 노드의 Attribute의 value
Attribute : 가장 큰 IG의 속성을 저장
Parent : 부모 노드
Buryu : 종속 변수의 값을 저장

먼저, 의사결정 트리 생성은 다음처럼 슈도코드로 제시해 볼 수 있다. 루트 노드와 그 이외 기타 노드를 구분해서 설계하도록 한다.

먼저 루트 노드의 생성 과정은 다음과 같다.

```
IG 계산 및 선정;
이 노드를 트리에 붙임;
    Valued_by = null;
    Parent = null;
    Buryu = null;
    Attribute는 선정된 속성으로 채움;
이 노드를 루트로 세팅;
Attribute 밸류의 개수만큼{
    차일드로 트리에 붙임;
        그 밸류를 Valued_by에 기재;
        Parent 세팅;
    차일드를 스택에 put;
    Buryu = null; }
```

기타 노드의 생성 과정은 다음과 같다.

```
while(스택 is not empty){
    스택을 pop;
    if(멈춤 조건){
        Attribute = null; //팝된 스택원소가 포인팅하는 트리 노드에.
        Attribute 밸류를 Buryu에 기재;}
    else{
        IG 계산 및 선정;
        Attribute 채우기; //팝된 스택원소가 포인팅하는 트리 노드에.
        Attribute 밸류의 개수만큼{
            이 차일드를 트리에 붙임;
                그 밸류를 Valued_by에 기재;
                Parent 세팅;
            차일드를 스택 put;
            Buryu = null;  } } }
```



www.dbpia.co.kr

추천 모듈 단계는 다음처럼 슈도코드를 구성해 볼 수 있다.

```
트리 루트 노드로부터 시작;
while (노드의 Buryu is null){
    인풋 배열을 탐색하여 노드 속성에
      해당하는 배열의 값을 fetch;
    배열 값과 자녀노드의 Valued_by가
      일치하는 자녀노드로 이동; }
노드의 Buryu를 출력;
```

신뢰할 수 있는 데이터가 새롭게 수집되는 것에 맞추어 기존의 훈련 데이터를 갱신하여 의사결정 트리의 구조를 갱신하도록 한다.

다음은 트리와 스택을 사용하여 학습 모형을 만드는 과정의 어떤 순간을 도식화 한 것이다.

현재 상태를 시간 순으로 보면 루트 노드에 해당하는 최초 분할 노드 'Size'가 생기고, 차일드 노드를 트리에 붙이고 난뒤, 속성 CC 노드에 3개의 차일드 노드가 생긴 상태이다. 루트 노드인 'Size' 노드에서 상단의 Valued_by, 하단의 Buryu, 우측의 Parent는 모두 Null 값이어서 편의상 x로 표시하였다. 이때 좌측의 스택에는 모든 차일드 노드들이 생성된 순서에 따라 아래부터 쌓여나간다. Pop된 원소는 편의상 삭선 X표시를 하였다. 또한 쌓여진 노드는 편의상 노드의 Valued_by의 값으로 구분하여 나타내었다. 현재 이미지에서 마지막으로 스택에 들어온 차일드인 'neut' 노드는 모든 부류가 동일하므로 Buryu에 'DP'를 세팅한 모습이다. 이러한 리프(leaf) 노드는 그림 6에서는 구분을 용이하게 하려고 타원으로 표시한 것이다.

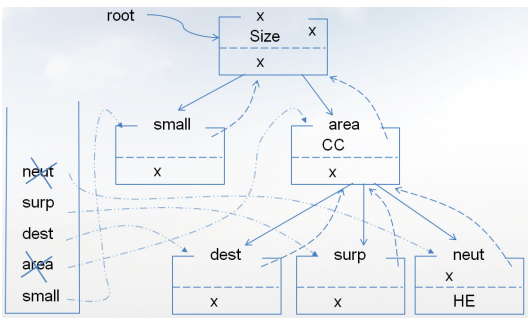


그림 7. 스택과 트리구조 활용 학습모형 알고리즘
Fig. 7. Tree Learning Algorithm using Stack and Tree Structure

## V. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 지능형 지휘통제 체계의 구축이라는 궁극의 목표를 위한 선행 연구단계로서, 지휘통제 분야의 핵심요소인 전포대장체계를 인공지능 (AI)화하는 구축방안을 제시하는 것이다.

인공지능의 개별 기술들은 빠른 속도로 특히 민간 분야를 중심으로 발전하고 있다. 하지만 의료 등과 같은 일부 분야를 제외하고는 영상 인식 등과 같은 제한적인 분야의 기술에 집중되는 현상이 있다. 진정한 AI의 구현을 지향하는 목표는 플랫폼을 구축하려는 노력과 맞닿아 있는데, 이를 위해서는 민간의 기술이 군사 분야에 적용되고 상호 협력해야만 하겠다. 전장은 적의 피해를 극대화하고 나와 아군의 생명을 보존해야 하는 절체절명의 도메인이기 때문에 인공지능 기술이 생명체와 같이 유기체적으로 작동해야만 하는데, 이를 위해서는 AI 플랫폼의 지원체계가 갖춰져야 한다.

전투의 핵심 프로세스인 감시-의사결정-타격이라는 3-layer 프로세스에서 상황에 대한 인식 및 판단의 신속성은 매우 중요한데, 이러한 의사결정 계선 상에서 타격체계를 최종적으로 지휘하는 전포대장의 중요성은 너무나 명확하다. 미숙한 전포대장 등 BTCS체계 지휘자를 보좌하여 1~2분이라도 단축하는 것은 표적을 감지해 타격까지 5~15분을 목표로 하는 3-layer 프로세스에서 그 의미는 엄청난 것이다.

전포대장의 사격지휘명령 과정을 분석하여, 탄종과 발수 등이 의사결정에 핵심 요소임을 식별하였다. BTCS는 다른 전장관리체계와 마찬가지로 컴퓨터의 장점이 사격지휘과정 중 수치계산 등의 기본 과업에 효과적으로 잘 적용된 체계이다. 그러나 탄종과 발수 등이 이것들을 결정하는 요소들로부터 어떻게 결정되는 지에 관해서는 구현하지 못하고 있다.

본 논문에서 제기하는 문제 해결의 다른 축 하나가 JMEM의 구축이다. 하지만 이것이 어떻게 구축되어 오고 있으며 BTCS 등과 어떻게 연동되어 유용한 효과를 거둘 것인지에 대해서는 어떤 연구도 진행되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 발전하고 있는 인공지능의 지능화 기술들이 현재의 무기체계에 적용해 그 능력을 최대한 활용할 기술적 사회적 시점에 와 있는 것이다. 본 연구에서는 학계에서 제시되고 있는 AI 국방 플랫폼 구축 방안의 큰 틀에 있는 기계학습 부분에 적용 가능한 알고리즘을 식별하고 제시해보는 의미를 지닌다.

군사교리의 특성상 교리 대부분의 규칙은 독립변수



www.dbpia.co.kr

와 종속변수로 구성되지만, 그들 사이의 상관 관계의 해결은 인간 지휘자의 직관으로 운영되는 것이 사실이다. 이러한 의사결정 양식의 행태는 군사 분야뿐만 아니라, 민간 영역에서도 매우 쉽게 확인된다. 따라서 조직의 리더 및 지휘자의 다양한 능력 범위의 문제를 기계 참모가 해결해 주는 방안으로 결정추천 학습 모듈을 제시하였다. 여기에는 크게 인공 신경망이론과 의사결정트리 이론이 가능하다. 인공 신경망은 JMEM DB의 실험과 구축이 완전한 경우 효과적일 수 있다. JMEM 데이터의 신뢰를 바탕으로 효과지수가 신경망 오차 계산에 포함될 수 있게 된다. 한편 현재 사업이 진행형이고 또한 표적 크기와 형태의 무한대에 가까운 모든 경우의 수에 대한 완벽한 탄약 실험은 기본적으로 불가능한 것이므로 JMEM 효과지수 구축의 완성여부에 종속되지 않는 방안으로 본고에서는 의사결정트리를 적용해 보았다. 결정 트리 학습 모형을 제작하고, 현재의 전장관리 체계에 잘 적용할 수 있는 정도의 결정 추천이 가능한 학습 트리의 구현 방안도 함께 제시 하였다.

향후에는 본고에서 제시한 학습 모형의 예시에 대해 실제 체계에 적용해 보는 프로토타입 단계의 연구를 진행해 시뮬레이션하도록 한다. 이를 통해 실제적으로 전포대장의 미숙함을 보완할 수 있었다는 결과치를 제시하도록 하겠다. 이를 위해서는 야전에서 전포대장에게 실제로 평시에 하달되는 실 데이터를 축적하도록 하고 그것을 통해 학습 모형을 구축하도록 한다. 현재 제시한 방안은 매우 다양한 분야에 접목이 가능하다. 군에서 컴퓨터의 능력이 거의 전 분야에 걸쳐 활용되고 있다. 크게는 인사, 군수, 재정 등의 자원관리분야와 전장 기능과 제대의 구분에 따라 KJCSS, ATCIS, JFOS-K 등 각 분야에 전장관리 체계가 사용중에 있다. 특히 전장관리체계의 핵심 역량은 지휘관의 의사결정을 보조하는 역할이 그들의 본질적 임무이다. 그럼에도 지금까지는 사람의 손으로 만들던 작전 계획 혹은 수치 계산 등의 업무의 자동화 프로세스 정도만을 담당해 온 것이 사실이다. 이제는 지능화 기술이 성숙되고 있는 만큼 전장관리 체계의 본질적 임무인 의사결정의 지원이 가능하도록 해야 하는데, 이러한 목적에 본 연구의 내용이 큰 역할을 할 수 있다. 예를 들어 대대전술지휘통제 체계는 전투부대에서 가장 많이 사용하고 있는 체계이다. 이 체계를 통해 지휘관들은 매 국면마다의 지휘결심에 효과적인 지원을 받기를 원하는 데 그러한 의사결정의 추천 과정에 본 연구가 적용될 수 있다. 이러한 의사결정의 주제는 민간의 경영을 비롯한 다양한 분야에도 적용 가능함은 너무나 자명하다.

발전하는 지능화 기술들을 AI 플랫폼 구축의 최적의 도메인인 군사분야에 적용시키는 것이 필수적이라는 인식을 민관군산학연 모두가 하는 계기가 되었으면 한다. 그런 의미에서 본 연구가 AI 플랫폼 구축이라는 출발점에서 군 뿐만 아니라 민간 영역에 있어서도 매우 의미 있는 기여와 시사점을 제공하였고, 실체계에 대한 프로토타입 구축 노력을 계속하도록 하겠다.

## References


[1] J.-K. Lee and C. Han, "Future warfare and military artificial intelligence systems," *J. KICS*, vol. 44, no. 04, Apr. 2019.

[2] GIST, *A Proof Planning on Artificial Intelligence in Defense Domain, National Defense Artificial Intelligence Demonstration Project*, Feb. 2018.

[3] H. Choi, "Domestic & international trend of artificial intelligence and application way in defense domain," *J. KICS*, vol. 34, no. 11, pp. 53-59, Oct. 2017.

[4] D. Lee, T. Kim, J. Han, and D. Jaegal, "Development methodology for a support system of command decision based on AI and M&S," *Defense and Technol.*, vol. 456, Feb. 2017.

[5] *The Study for Application Methodology for Defense Artificial Intelligence*(AI), Korea Convergence Security Institute, Mar. 2017.

[6] C. Han and J.-K. Lee, "A methodology for defense AI command&control platform construction," *J. KICS*, vol. 44, no. 04, Apr. 2019.

[7] G. Kim, "A decision tree analysis on the public servants' job satisfaction and performance in local government," *Korean Policy Stud. Rev.*, vol. X1, no. 2, 2002.

[8] N.-K. Um, S.-H. Woo, and S.-H. Lee, "The hybrid model using SVM and decision tree for intrusion detection," *J. KIPS*, vol. 14, no. 1, Feb. 2007.

[9] K. Lee and H. Lee, "A study on the combined decision tree(C4.5) and neural network




www.dbpia.co.kr

algorithm for classification of mobile telecommunication customer," *The J. Korea Intell. Inf. Syst. Soc.*, vol. 9, no. 1, Jun. 2003.

[10] H. Kwon, *AI-based Combat System is generated*, Sedaily, https://www.sedaily.com/NewsView/1S5SNTT517, Oct. 5, 2018.

[11] Army Headquarter, "*Gunnery Tactics of Field artillery* (Fire Direction)," Field Manual 32-8, 2010.

[12] Army Headquarter, "*Battalion Tactical Command System* (BTCS A1)," Field Manual 32-22, 2012.

[13] Army Headquarter, "*Working-level of Fire Power Operation*," Working-level Reference, 2004.

[14] A. Ahn, et al., "Tactical fire direction automation for command and control of artillery battalion unit," *J. KICS*, vol. 35, no. 11, 2011.

[15] S. Kim and J. Lee, "An improvement of hit-probability and an efficient counter-fire execution," *The J. The Korea Soc. for Simulation*, vol. 17, no. 5, 2008.

**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]



www.dbpia.co.kr