

“인공지능 기반 유·무인 복합전투체계” 전력발전 방향

A Study on Force Development of “AI-based Integrated Manned & Unmanned Combat System”

백승진*, 배학영**

Seoung-Jin Baek*, Hack-Young Bae**

ABSTRACT

This study recognizes the importance of developing ‘artificial intelligence-based integrated manned & unmanned combat systems’ to effectively utilize unmanned systems, which have emerged as both a crisis and an opportunity in today’s defense field, and describes the current research trends as two ways: ‘presenting development plans in the technical field at the engineering level’ and ‘presenting development plans for conceptual fields at the social science level’. Based on this, for the effective acquisition and operation of artificial intelligence-based integrated manned & unmanned combat systems, five development plans were presented: ‘development of combat performance concept’, ‘early development of major core technologies’, ‘securing and managing intelligent data’, ‘establishment of a network environment for command and control and data distribution’ and ‘developing unmanned system operation and management capabilities.’ This study being restricted to suggest ways to overcome technical/institutional/budgetary problems that will appear in the process of promoting development plans, and does not return the improvements and supplements to the unmanned systems currently in operation in each military service as future development plans. Also not being able to present our development plans more effectively by studying the cases of neighboring developed countries. Continued follow-up research is needed in this area.

초 록

본 연구는 오늘날 국방 분야에서 위기가자 기회요인으로 등장한 무인체계를 효과적으로 활용하기 위해 ‘인공지능 기반 유·무인 복합전투체계’의 전력발전이 중요함을 인식하고, 현재 진행되고 있는 연구경향을 ‘공학적 차원에서 기술적인 분야의 발전방안 제시’와 ‘사회과학적 차원에서 개념적인 분야의 발전방안 제시’ 등 2가지로 분석하였다. 이를 바탕으로 인공지능 기반 유·무인 복합전투체계의 효과적인 획득과 운영을 위해 ‘전투수행개념 발전’, ‘주요 핵심기술 조기 개발’, ‘지능화 데이터 확보 및 관리’, ‘지휘통제와 데이터 유통을 위한 네트워크 환경 구축’, ‘무인체계 운용 및 관리능력 발전’ 등 5가지의 발전방안을 제시하였다. 본 연구는 발전방안을 추진하는 과정에서 나타나게 될 기술적/제도적/예산적 문제점에 대한 대책을 제시하지 못한 점과 현재 각군에서 실제로 운용되고 있는 무인체계의 개선 및 보완점을 향후 발전방안으로 환류시키지 못한 점, 주변 선진국의 사례를 연구하여 우리의 발전방안을 더 효과적으로 제시하지 못한 한계를 가지고 있으며, 이 분야에 대해서는 차후 지속적인 관련 후속연구가 필요하다.

Key Words : AI-based Integrated manned & unmanned combat system(인공지능 기반 유·무인 복합전투체계), diversification·modularization(계열화·모듈화), joint civilian-military maintenance (민·군 협력형 정비)

* 백승진, 국방대학교 군사전략학과 박사과정

** 배학영, 국방대학교 군사전략학과 조교수(교신저자 E-mail: baehackyoung@gmail.com)

I. 서론

1.1. 연구배경 및 필요성

2022년 2월부터 시작된 러시아-우크라이나 전쟁은 양국 간 압도적인 군사력의 차이에도 불구하고 약소국인 우크라이나가 현재까지도 러시아에 대해 대등한 수준의 교전 상태를 유지하고 있다는 점에서 많은 주목을 받고 있다.¹⁾ 특히 많은 군사학자는 우크라이나가 드론 등의 자동화된 무인체계를 적극 활용하는 모습에 주목하고 있으며, 인공지능(AI) 기술과 접목된 무인체계의 등장이 인류 전쟁사에 새로운 변곡점을 만들고 있다고까지 평가하고 있다.²⁾

우크라이나 전쟁에서 보여준 무인체계의 활약은 우리에게 위기와 기회를 동시에 안겨주고 있다. 위기요인으로 2014년 3월 두 대의 북한 제작 소형 무인 항공기(UAV)가 파주와 백령도에서 추락한 후 발견된 사건, 2014년 4월 삼척에서 추가 드론이 발견된 사건, 그리고 2022년 12월 26일 군사분계선 남쪽에서 우리 영공을 침범하였다. 군은 이들 중 단 한 대도 격추하지 못했다. 2023년 7월 27일에 열린 북한의 전승절 기념 열병식에서는 미국의 전략 무인 정찰기 및 무인공격기와 유사한 형상의 무인기를 다수 공개함으로써 무인체계의 기술적 발전능력을 과시하였다.³⁾

기회요인으로는 군이 무인체계의 군사적 효용성에 주목하고 있다. 특히 저출산 고령화에 따른 인구절벽 현상으로 가용 병역자원의 급속한 감소가 예상되는 상황에서 기존의 병력을 전력(무인체계)으로 대체는 선택이 아닌 필수적 과제가 되고 있다.⁴⁾ 국방부는 올해 3월에 「국방혁신 4.0」 기본계획을 발표하면서 ‘AI 기반 핵심 첨단전력 확보’를 추진중점으로 설정하였는데, 특히 무인·로봇 등 첨단 유·무

인 복합전투체계를 적극적으로 확보하여 전투 임무수행 능력은 극대화하고, 인명 손실은 최소화할 수 있도록 추진할 예정이다.⁵⁾

하지만 AI 기술을 접목한 유·무인 복합전투체계가 유인 체계만으로 구성된 부대보다 뛰어난 전투력을 발휘하고, 인명 손실을 최소화하기 위해서는 다양한 분야에서 치밀한 검토와 준비가 병행되어야 한다. 군보다 선제적으로 AI 기술을 도입하고 있는 민간 기업들의 단 10% 정도만이 의미 있는 경제적 효과를 보았다는 점에서 AI가 탑재된 유·무인 복합전투체계가 전쟁의 승리를 보장해 줄 것이라고 쉽게 기대해서는 안된다.⁶⁾

본 연구는 이러한 관점에서 군의 유·무인 복합전투체계 전력발전을 위해 지금까지 제시되고 있는 각종 연구와 정책들을 고찰하고, 효율적인 전력의 확보와 실질적인 운용 능력을 보장할 수 있는 방안들을 제시하고자 한다.

1.2. 선행연구 고찰

현재 군의 AI 및 유·무인 복합전투체계 도입에 관한 다양한 연구가 진행되고 있는데, 대체적인 경향은 두 가지로 나누어진다. 첫 번째 연구경향은 기술·공학적 차원에서 기술적인 분야의 발전방안을 제시하고 있다. 국방기술진흥연구소(KRIT)에서는 『미래국방 2030 기술전략 : 국방 AI 기술로드맵』, 『유·무인 협업(MUM-T)체계 기술수준 평가』, 『국방 AI 플랫폼을 위한 제언』 등의 보고서를 발간하였다. 여기에서는 AI 기술이 활발히 적용될 것으로 예상되는 감시 정찰, 지휘통제, 유·무인 복합, 사이버 분야에서 한국의 기술 수준을 평가하고 이들 기술이 적용된 무기체계의 개발을 위한 로드맵을 제시하는 한편 보안과 신뢰성 등의 확보를 위한 국방 AI 플랫폼의 개발이 필요함을 제시하고 있다.⁷⁾

<그림 1>은 2023년 말에 완료되는 국방 지능화 플랫폼의 개념도로 기본적으로 군 내부망에 데이터 구축 및 이를 학습하는 인프라 구축이 기본개념이다. 이 중 부족한 능력

1) 개전 초 군사전문가들은 군사력 세계 2위의 러시아가 22위의 우크라이나를 상대로 일방적인 우세를 점하면서 조기에 전쟁이 종료될 것으로 예상했다. 허광환. 「러시아-우크라이나 전쟁 1년이 한반도 미래전에 주는 함의」, 『한국군사』 제13호, 한국군사문제연구원, 2023. p.58.

2) Singer, Peter W. "One Year In: What Are The Lessons from Ukraine For The Future Of War?", Defense One, February 22, 2023.

3) 북한이 공개한 ‘셋별-4형’ 전략 무인정찰기와 ‘셋별-9형’ 공격형 무인기는 각각 미국의 ‘RQ-4 글로벌 호크’ 및 ‘MQ-9 리퍼’ 무인기와 유사한 외형을 보였는데 전문가들은 이들의 성능을 과소평가 안된다고 경고하고 있다. 유용원. 「장난감 같던 北 무인기, 이젠 장난 아니다」, 『조선일보』, 2023. 7. 31.

4) 2022년 기준 25만 명인 한국의 20세 남성인구 규모는 2040년 13만 명까지 감소할 것으로 예상된다. 조관호. 「병역자원 감소 시대의 국방정책 방향」, 2023 저출산고령사회 서울신문 인구포럼, 한국국방연구원, 2023. 6. 15.

5) 국방부. 『2022 국방백서』, 2023. pp.108-110.

6) 미국 보스턴칼리지의 Ransbotham 박사팀이 2020년 3월에 전 세계 112개국 3,000명이 넘는 경영자들을 대상으로 조사한 결과이다. Ransbotham, Sam et al. "Expanding AI's Impact With Organizational Learning", MIT Sloan Management Review, October, 2020. p.4.

7) 김재훈 외. 『미래국방 2030 기술전략 : 국방 AI 기술로드맵』, 국방기술진흥연구소, 2022; 정현중 외. 『유·무인 협업(MUM-T)체계 기술수준 평가』, KRIT Issue Paper Vol. 05, 국방기술진흥연구소, 2022; 이재국 외. 『국방 AI 플랫폼 개발을 위한 제언』, KRIT Issue Paper Vol. 03, 국방기술진흥연구소, 2022.

은 군 내부의 데이터를 외부로 반출하지 않는 수준에서 오픈 클라우드컴퓨팅을 사용하고, 군 내부에는 각 군별 엣지 클라우드 개념을 두어 국방에서 제공하는 다양한 데이터와 컴퓨팅을 사용할 수 있게 하는 개념이다.



〈그림 1〉 국방 지능화 플랫폼 개념도

이외에 각 군별로 현존 무기체계와 무인 무기체계와의 협동교전능력 향상을 위한 연구들이 진행되고 있다. 공중전 분야에서는 공대공 전투에서 유인기의 통제하에 무인기와의 협업을 통해 적의 전투기 편대를 소탕할 수 있는 기술이 공학시뮬레이션 기법을 활용하여 제시되었다.⁸⁾ 해상전 분야에서는 한국형 유령함대, 항공대잠전에서 유·무인 해상초계기를 활용하여 적 잠수함의 위치를 식별하고 공격할 수 있는 작전수행방안이 제시되었다.⁹⁾

두 번째 연구경향은 사회과학적 차원에서 개념적인 분야의 발전방안을 제시하고 있다. 21세기에 등장한 AI/AS (인공지능 및 자율체계, Artificial Intelligence and Autonomous System) 기반의 전쟁수행 방식을 19세기 ‘기계화전쟁’ 및 20세기 ‘정보화전쟁’의 뒤를 잇는 ‘지능화전쟁’으로 규정하면서 제지능권(command of the intelligence) 개념과 지능우세(intelligence superiority) 달성 방안이 제시되었다.¹⁰⁾

또한 국방 분야에서 AI 무기체계의 효과적인 개발을 위해서는 추진목적과 추진방향을 명확히 설정하고, 신뢰수준 정립과 데이터 수집 등의 선결과제가 중요하다는 주장도 제기되었다.¹¹⁾

8) 황성인 외. “공대공 교전을 위한 유무인항공기 협업 전술 개발”, 『한국항공우주학회지』제50권 제1호, 2022. pp.47-57.
 9) 배학영. “한국형 유령함대(무인원격함대) 운용개념 및 전력 발전방향”, 『한국방위산업학회지』, 2022; 최현철 외. “한국형 해상초계기 유무인 복합운용을 위한 분산형 수중 음향탐지체계 설계 방안”, 한국항공우주학회 2023 춘계학술대회 논문집, pp.1330-1331.
 10) 박창희. “인공지능 시대의 지능화전쟁: 제지능권 개념과 지능우세 달성 방안”, 『국방정책연구』제37권 제3호, 한국국방연구원, 2021. pp.105-131.

이외에도 유·무인 복합체계의 효과적인 운용을 위해서는 인간의 역할에 대한 분명한 기준과 개념발전이 필요하다는 주장¹²⁾과 함께, 지상전과 공중전 수행 측면에서 유·무인 복합체계의 운용개념에 대한 발전방안이 제시되고 있다.¹³⁾ 위와 같이 다양한 연구는 기술적 또는 개념적인 측면 위주로 유·무인 복합전투체계의 발전방안을 제시하고 있다는 한계를 가지고 있다.

특히 AI 기술의 국방 분야 도입은 무기체계에서 전력지원체계에 이르는 다양한 플랫폼의 운용개념과 전투원 개인의 인식 전환에 이르기까지 국방 시스템 전반의 혁신이 요구되는 포괄적인 발전개념이 필요한 부분이다.¹⁴⁾ 또한 아직 우리나라의 유·무인 복합체계 기술수준은 〈그림 2〉와 같이 응용연구(기술수준 60~70%)에서 기술 실용화(기술수준 80~90%) 단계까지만 이르고 있어 무기체계에 적용할 수 있는 수준까지는 지속적인 연구개발이 필요한 상황이다.

구분	레이더도	기술수준		
		분야	분야별 수준	총합수준
1단계 (~'23년)		지상	86.1%	84.1%
		해양	78.4%	
		공중	86.1%	
2단계 ('24년~'27년)		지상	77.3%	73.9%
		해양	67.1%	
		공중	75.5%	
3단계 ('28년~)		지상	66.7%	65.8%
		해양	61.6%	
		공중	67.9%	

〈그림 2〉 MUM-T 체계 기술수준 평가 결과

11) 한현진 외. “국방 AI 무기체계 발전을 위한 선결조건 연구”, 『국방과 기술』 제524호, 한국방위산업진흥회, 2022. pp.108-117.
 12) 박선준 외. “유무인 복합체계에서 인간의 역할에 대한 연구”, Journal of the KNST Vol.6 No.1, 한국해군과학기술학회, 2023. pp.34-38.
 13) 지상전에서는 6대 전장기능(지휘통제, 정보, 화력, 기동, 방호, 지속지원) 별 유·무인 복합전투체계의 운용방안을 기술적 구현 시점에 따라 구분하여 제시하였고, 공중전에서는 7대 임무(대공제압, 저피탐기 침투 지원, 전투기 소탕, 고위협 환경 조기경보, 폭격기 호위 및 타격, 전방 CAP, 방어 제공 CAP)별 항공 유·무인 복합체계의 운용방안을 제시하였다. 이종용. “유·무인 복합전투체계 운용개념 및 발전방향: 지상전을 중심으로”, 『한국국가전략』제8호, 한국국가전략연구원, 2018. pp.193-216; 임상민. “전투기 유무인 복합체계 개발동향 및 운용개념에 관한 연구”, 한국항공우주학회 2021 추계학술대회 논문집, pp.952-953.
 14) 윤정현. “국방 분야 인공지능 기술 도입의 주요 쟁점과 활용 제고 방안”, 『STEPI Insight』제279호, 과학기술정책연구원, 2021. p.2.

이에 따라 본 연구에서는 지금까지의 연구경향을 바탕으로 군 내부에서 유·무인 복합전투체계를 활용하기 위해 필요한 요소를 중심으로 제시하고자 한다.

우선, 가장 중요한 것이 싸우는 방법(How to Fight)이다. 군에서 전략, 전력, 작전운용의 가장 기본이 되는 것은 우리가 어떻게 싸울 것인가가 기본이 되므로 일단 '전투수행개념 발전'에 대해 최우선적으로 검토할 예정이다.

둘째, 이를 구현할 수 있는 기술이다. 싸우는 방법을 구체적으로 구현해 줄 기술이 어떤 것이 있는지 '주요 핵심 기술 조기 개발' 차원에서 검토할 것이다.

셋째, 데이터 관련이다. 유·무인 복합전투체계에서 가장 중요한 것은 인공지능과 이러한 인공지능이 학습할 데이터이다. 물리적인 플랫폼에 관련된 기술은 많이 성숙되고 민간 기술이 적용 가능하지만 인공지능이 학습할 데이터는 군에서 만들지 않으면 안되기 때문이다. 그래서 '지능화 데이터 확보 및 관리' 차원에서 검토할 것이다.

넷째, 통신이다. 무인체계를 지휘통제하기 위해서는 다양한 정보가 원활히 소통되기 위한 네트워크가 중요하다. 유·무인 복합전투체계에서 인간이 판단해야 함으로 무인체계가 감지한 정보를 인간이 봐야 하고, 그에 따른 판단 내용을 무인체계에 전달할 수 있어야 한다. 그래서 '지휘통제와 데이터 유통을 위한 네트워크 환경 구축' 분야에 대해 검토할 것이다.

다섯째, 전력화에 이은 운용 및 관리 분야이다. 우선 획득이 된 이후에는 군에서 어떻게 운용되고 충수명기간 중 관리되어야 하는가에 대한 체계적인 고민이 필요하다. 그래서 '무인체계 운용 및 관리능력 발전'에 관해 고찰하고자 한다.

II. AI 기반 유·무인 복합 전투체계의 정의 및 유형

2.1. 유·무인 복합전투체계의 정의와 운용개념

AI 기반 유·무인 복합전투체계를 정의함에 앞서 이를 구성하고 있는 핵심요소인 무인체계의 개념에 대하여 확인할 필요가 있다. 무인체계는 '지상, 해양, 공중 등 전장 환

경에서 군사적 활용을 위해 인간이 조종·통제하거나, 자율적으로 이동(주행, 항행, 비행) 및 작동하도록 고안된 독립 이동체와 관련 체계구성 일체'를 말한다. 또한 무인 전투체계는 '지·해·공 특정 전장 상황에서 무인체계를 운용하여 전투효율을 극대화하며, 인명피해를 최소화하고, 병력을 절감하는 등 전투분야에 활용되는 무인체계'를 말한다.¹⁵⁾

본 연구에서는 유·무인 복합전투체계의 구성요소로서 무인체계를 총괄적으로 정의하고 분류하기 위해 지상, 해양(수상, 수중), 공중 및 복합형으로 <표 1>과 같이 유형을 분류하였다.

<표 1> 무인체계 유형 및 대상체계 예시

유형	대상체계(예시)
지상 무인체계	폭발물탐지/제거로봇, 다목적무인차량, 무인수색차량, 다족보행로봇, 소형정찰로봇, 휴머노이드, 무인 K9자주포, 무인상륙돌격장갑차(KAAV-II), 생체모방(지상근총형), 착용형무인통제로봇 등
해양 무인체계	정찰용무인수상정, 기뢰전용무인수상정, 함탐재무인수상정, 전투용무인수상정, 정찰용무인잠수정, 전투용무인잠수정, 수중자율기뢰탐색체, 생체모방(해양생물형) 등
공중 무인체계	고고도무인정찰기, 중고도무인정찰기, 군단UAV, 사단UAV, 기지 경계용 드론, 자폭형 드론, 소형공격드론, 정보함UAV, 함대사 무인항공기, 함탐재정찰용 무인항공기, 500MD 무인헬기, 생체모방(비행형) 등
복합형 무인체계	지상-공중 복합형, 해양-공중 복합형, 지상-해양 복합형 등 * 분리·합체형 무인체계 포함 (무인차량+드론 복합 무인체계 등)

유·무인 복합전투체계에 대해서는 현재까지 한 가지의 통일되거나 권위 있는 개념 정립이 되어있지 않고 <표 2>와 같이 군, 유관기관, 산업계 등에서 기관의 특성에 맞게 다양한 정의가 존재하고 있다.

<표 2> 유·무인 복합전투체계의 다양한 정의

구분	정 의
함참	<ul style="list-style-type: none"> 인공지능 기반 네트워크로 연결된 작전환경에서 유인전투체계와 무인전투체계가 상호보완 및 협업하여 유인전투체계의 임무를 조정·대체하거나 복합적으로 수행함으로써 생존성과 전투효율성의 극대화로 전 영역에서 우세 달성을 위한 전투체계

15) Chen, Jie et al. "From Unmanned Systems to Autonomous Intelligent Systems", *Engineering*, Volume 12, May, 2022. pp.16-19.

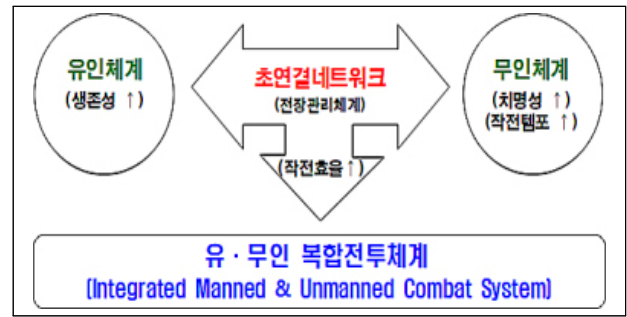
구분	정의
육군	<ul style="list-style-type: none"> 상황인식, 치명성 강화, 생존성 보장, 지속지원 증대 등 전투수행 기능의 효과성·효율성 등을 높이기 위해 유인체계와 무인체계의 내재된 강점을 결합하여 복합적으로 운용하는 전투체계
해군	<ul style="list-style-type: none"> AI, 초연결, 초지능을 기반으로 유인전력과 무인전력을 효과적으로 통합운용하여 작전·임무수행 능력을 극대화하는 체계
방위사업청	<ul style="list-style-type: none"> AI, 네트워크 기반 유인 부대에 무인체계, 로봇을 통합·운용하여 전장 확대, 살상력 극대화, 생존성을 향상한 복합 전투체계
국방과학연구소	<ul style="list-style-type: none"> 전장상황에서 전투효율성을 극대화하고 인명피해를 최소화하기 위해 전투원의 능력을 보완하거나 기능을 대체할 수 있는 무인체계와 유인체계를 복합적으로 운용하는 전투체계
국방기술진흥연구소	<ul style="list-style-type: none"> 전투 효율성 극대화 및 인명피해 최소화를 위해 유인체계와 무인체계 간 상호 협력하는 체계
한국전자통신연구원	<ul style="list-style-type: none"> 전 군의 유인체계와 무인체계를 통합·연계·운영 가능한 합동 지휘통제를 통해 공중·지상·해양·우주·사이버·전 자기 등 전 영역에서 관측·분석·결정·행동기반 합동작전을 수행하는 전투체계

위와 같은 다양한 정의에서 공통되는 내용은 전투 효율성의 극대화와 인명피해 최소화를 도모하면서 최신 기술의 네트워크 기술을 적용한 지휘통제 체계를 구축하여 유인체계와 무인체계 간 전투능력의 시너지 효과를 창출한다는 것이다.

이에 따라 무인체계는 적과의 근접전투를 포함한 위험한 임무와 장시간 반복되는 임무, 인간의 한계를 초월하는 영역(지하, 심해, 우주 등)에서 인간을 대체하거나 지원하는 임무를 주로 수행하게 될 것이다.

한편 인간은 무인체계의 자율화 수준에 따라 운용·통제 및 임무를 부여하고 감독하는 역할을 주로 수행하며, 특히 법적·윤리적으로 문제가 될 수 있는 무인체계의 임무수행과 관련된 판단을 수행하게 될 것이다.

또한 미래 전장에서 개별 전투원은 AI 기반의 지휘체계와 무인체계를 활용하여 임무를 수행하게 될 것이며, 전투원과 AI 기반 무인체계는 초연결 네트워크로 연결되어 생존성, 전투력 발휘의 치명성, 작전템포를 향상시킴으로써 <그림 3>과 같은 전투효율이 향상된 유·무인 복합전투체계로 통합될 것이다.



<그림 3> 유·무인 복합전투체계의 운용개념

2.2. 유·무인 복합전투체계의 유형

다양하게 개발되고 있는 유·무인 복합전투체계에 공통적으로 적용되어야 할 유형분류의 가장 중요한 기준은 무인체계의 ‘자율화 수준’이라고 볼 수 있다. 유인체계의 생존성을 높이고, 무인체계의 작전템포와 공격치명성을 향상시키기 위해서는 AI 기반의 무인체계에 대한 높은 수준의 자율화가 이루어져야 한다. 미 국방부는 2011년 무인체계 통합 로드맵을 발표하면서 자율화 기준을 <표 3>과 같은 4가지 유형으로 구분하였다.

<표 3> 미 국방부의 무인체계 자율화 기준

구분	내용
인간 통제	<ul style="list-style-type: none"> 전투원이 모든 결정을 수행. 시스템은 센서 데이터를 전투원에게 제공하고, 전투원의 조종에 따라 동작
인간 위임	<ul style="list-style-type: none"> 인간의 설정 내에서 시스템이 동작할 수 있음. 엔진, 핸들 등을 다양한 데이터와 기능을 기반으로 자동으로 운영
인간 감독	<ul style="list-style-type: none"> 인간의 승인에 따라 다양한 임무를 수행할 수 있음. 부여된 임무 범위 내에서 센서 데이터를 기반으로 임무를 계획하고 수행
완전 자율	<ul style="list-style-type: none"> 인간은 최종 목표를 시스템에 부여하고, 인간의 승인 없이 자율적으로 임무를 계획하고 수행하며, 인간의 특수상황이나 목표변경 시에만 시스템에 개입

우리 국방부에서는 무인체계의 조종과 통제의 관점에서 인간이 개입하는 정도에 따라 <표 4>와 같이 4가지 단계로 구분하고 있다.

〈표 4〉 무인체계 자율화 기준

구 분	인간의 역할	무인체계의 역할	SI의 역할	사례
직접 통제형	직접 조종 및 통제	인간의 조종에 따라 하위시스템 (엔진, 핸들 등) 제어	인식	과학화 경계 시스템 등
인간 참여형	경로계획, 조종항목 선택	사전 프로그램된 계획에 따라 활동	인식, 분석	MQ-9 리퍼 등
인간 감독형	임무부여, 계획 및 감독	임무 달성을 위해 정보를 분석하고, 인간의 승인에 따라 수행	인식, 분석, 판단, 행동	로얄 윙맨 등
완전 자율형	임무부여 및 필요시 감독	최종 임무 달성을 위한 복합과업 계획 및 수행	인식, 분석, 판단, 행동	미래수중기 리제거체계 등

Ⅲ. AI 기반 유·무인 복합 전투체계 전력발전을 위한 요구능력

3.1. 전투수행개념 발전

진화하는 전장환경에 유연하게 대응하기 위해서는 유·무인 복합전투체계 중심의 혁신적인 전투수행 개념과 싸우는 방법 등에 대한 정립이 필요하다. 각 군은 유·무인 복합 전투수행 개념을 수립하고 있지만, 무인전력의 효과적 운용을 위한 전투수행 방법의 단계별 발전계획 수립은 미흡한 실정이다.

첨단 무기체계를 효과적으로 활용하기 위해서는 전력화 계획, 전투발전지원요소 등을 종합적으로 고려한 작전유형별 전투수행의 체계적 발전과 함께 지상·해양·공중에서 우주·사이버로 확대가 예상되는 미래전장에서 유·무인 복합전투체계의 활용방법에 대한 연구가 필요하다.¹⁶⁾

유·무인 복합 전투수행 방법에 대한 검증기준을 정립하고, 실기동과 국방 M&S를 이용한 검증·환류체계를 구축하는 것 또한 함께 발전되어야 할 분야이다.¹⁷⁾ 현재 유·무

인 복합전력의 활용 증가에 따라 전투수행 방법의 검증기준 정립에 대한 필요성은 인식하고 있으나, 평가·검증기준과 전문조직의 역할 제고에 대한 발전 필요성 인식은 미흡한 실정이다.

기존의 분석도구 및 평가조직은 발전하는 유·무인 복합 전투수행방법에 대한 검증 및 효과분석에 한계가 있다. 또한 향후 전투수행 방법과 효과분석을 위해 실기동 실험 및 국방 M&S 데이터 축적을 위한 다수의 전투실험도 필요하다.

3.2. 주요 핵심기술 조기 개발

오늘날 세계 각국은 유·무인 복합전투체계에 많은 관심을 가지고 자국의 전투력 증강에 적극 활용하려 노력하고 있다. 이러한 환경 속에서 우리가 주도권을 확보하기 위해 선결되어야 할 것은 주요 핵심기술을 조기에 개발하는 것이다.

그중에서도 무인체계의 획득비용을 낮추고 신속한 전력화를 도모할 수 있는 플랫폼의 ‘계열화 및 모듈화’ 기술과, 유인↔무인체계 간 원활한 조종·통제를 통해 전투효율성 향상과 치명성을 확보할 수 있는 ‘지능화·자율화’ 기술의 개발이 우선적으로 요구된다.

‘계열화 및 모듈화’ 기술은 다양한 형태와 기능을 가진 무인체계가 개발되고 있는 현시점에서 유사한 기능을 가진 무인체계별로 표준화된 플랫폼과 제작기술을 적용하여 획득 효율성과 확장성을 확보하기 위해 필요하다.

소형 정찰로봇과 수중자율기뢰탐색체, 기지 경계용 드론과 같은 무인체계들은 운용과정에서 많은 손실이 예상되는 동시에 임무수행능력 향상을 위한 지속적인 성능개량이 필요하다.

또한 해군에서 운용 예정인 무인수상정의 경우 정찰용/기뢰전용/전투용 무인수상정으로 구분되어 있지만 기본적인 선체의 구성요소에는 항해장비/기관장비가 공통적으로 포함된다. 그 외에 임무에 맞는 무장과 추가적인 탐지장비 등이 각각의 플랫폼에 장착될 것이다.

이 과정에서 각각의 무인수상정에 기본 선체를 공통적으로 적용하고, 해당 임무에 맞는 부가장비를 모듈화하여 탑재할 경우 개발에 소요되는 시간과 자원을 절약할 수

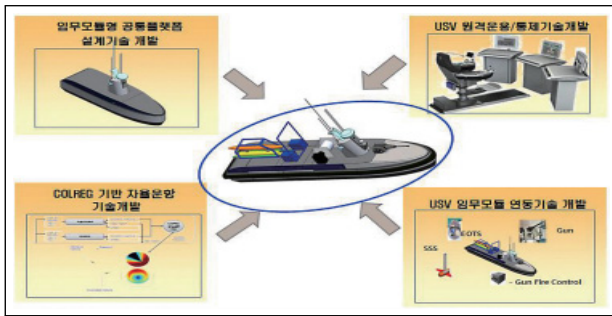
16) 유재명 외. “AI 공격용 드론 개발 방향 및 시사점”, 『한국방위산업학회지』 제30권 제1호, 2023. pp.65-71.

17) ‘국방 M&S(Modeling & Simulation)’ : 모델링과 시뮬레이션의 합성어로서 국방분야에서 수행되는 연습·훈련, 작전계획·전력분석, 획득, 합동·

전투실험 등을 다양한 모의기법을 통해 과학적으로 지원하는 도구 및 수단의 총칭임.

있을 뿐만 아니라 전장상황에 따라 집중적으로 요구되는 플랫폼을 신속하게 생산할 수 있는 능력을 갖추게 될 것이다.

이와 같은 개발전략은 군 내에서뿐만 아니라 무인수상정을 활용하고자 하는 민간 분야와의 협력에도 적용될 수 있는데 <그림 4>는 2015년부터 시작된 방위사업청과 해양수산부 간 협력사업인 ‘복합임무 무인수상정’ 공동개발의 형상이다.



<그림 4> 복합임무 무인수상정 개발 형상

‘지능화 및 자율화’ 기술은 무인체계의 원활한 조종 및 통제를 위한 지능형 군집·자율 임무수행 기술과 신속한 지휘 결심을 위한 전장상황 인식·판단·대응기술 등이 해당된다.

우선 AI 분야에서는 무인체계를 활용한 실시간 탐지 및 추적과 동시에 선정된 방책을 효과적으로 수행할 수 있는 임무할당 기술이 필요하다. 또한 유·무인 복합 전투수행 분야에서는 무인체계 자율화 수준에 따라 운용자가 무인체계의 임무수행을 효과적으로 통제할 수 있는 기술이 필요하다. 이러한 요구능력의 개발수준을 기간별로 구분하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 기간별 지능화·자율화 기술개발 수준

구분	향후 5년	5-15년	15년 이후
인공 지능 분야	단일객체 실시간 탐지/추적, 소규모 군집 임무할당 등	다중객체 실시간 탐지/추적, 징후분석/방책추천, 지휘통제 지능화 등	이기종 군집 실시간 임무계획 및 할당, AI 정보작전 참모 등
유·무인 복합 분야	운용자 개입을 통한 무인체계 임무수행 및 경로생성 등 보조/지원	운용자 감독을 통한 임무수행 및 자기탐색 기반 경로 생성 등을 통한 유·무인 복합전투 수행	운용자 제외 임무수행 및 지능형(AI) 경로생성 등을 통한 무인체계 자율 임무수행

‘계열화 및 모듈화’와 ‘지능화 및 자율화’ 기술 조기 개발을 위해서는 관련 능력에 대한 개념 정립과 함께 업무 추진체계 구축과 규정 정비 등의 제도적 기반 마련이 필요하다. 또한 요구되는 능력이 정확히 확보되었는지에 대한 시험·평가 방안도 수립되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 기술들의 추진 로드맵을 <표 6>과 같이 제시한다.

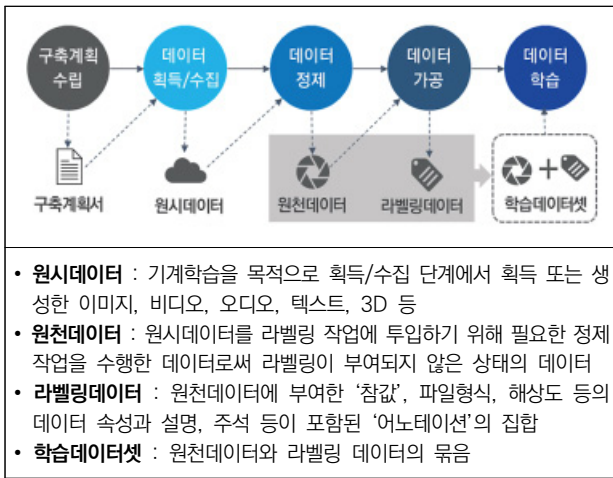
<표 6> 주요 핵심기술 조기개발 추진 로드맵

구분	'23-'24년	'25-'27년	'28년 이후
표준기술 개발	표준기술 개발 방향 구체화	핵심기술, 미래도전국방기술 등 기술개발 추진 및 지속 고도화	
제도적 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> 업무추진 체계 정립 소요군 임무 구체화 추진 제도개선 추진 (단기) 	<ul style="list-style-type: none"> 소요군 임무 지속 구체화 제도개선 추진 (~'25) 	<ul style="list-style-type: none"> 기술개발 결과물 표준화 및 적용, 관리
군집 운용 및 자율 임무 수행 기술 개발		<ul style="list-style-type: none"> 체계개발, 핵심기술, 미래도전국방기술 등 과제 착수 및 지속 기술개발 	
전장 상황 인식, 판단 및 대응 기술 개발			
AI 무인 체계 신뢰성 확보	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술 평가 방안 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 제도개선 방안 구체화 	

3.3. 지능화 데이터 확보 및 관리

AI 기반 유·무인 복합전투체계의 임무수행능력을 보장하기 위해서는 자율형 무인체계 기능 구현을 위한 체계적인 학습데이터(지능화 데이터)가 필요하다. 하지만 아직도 일부 무인체계의 개발계획 수립 시 관련 데이터 확보방안이 포함되지 않아 향후 필요한 학습데이터의 확보가 제한될 것으로 예상된다.

특히 AI 모델의 성능을 보장하기 위해서는 고른 분포를 가지는 라벨링된 충분한 학습데이터가 필요한데 이를 위해서는 원시데이터의 획득에서 학습데이터셋 구축까지 많은 단계의 데이터 가공이 필요하며 이 과정은 <그림 5>와 같이 표현할 수 있다.



〈그림 5〉 인공지능 학습용 데이터 구축 과정

지능화 데이터의 관리표준 정립 및 준비상태가 미흡할 경우 AI 학습을 위한 데이터의 구축에 장기간이 소요되거나 최악의 경우 학습데이터로 활용이 제한될 수 있는데 이런 상황에서는 무인체계 플랫폼을 아무리 정교하게 개발한다고 해도 원하는 전투력을 발휘하지 못하게 될 것이다.

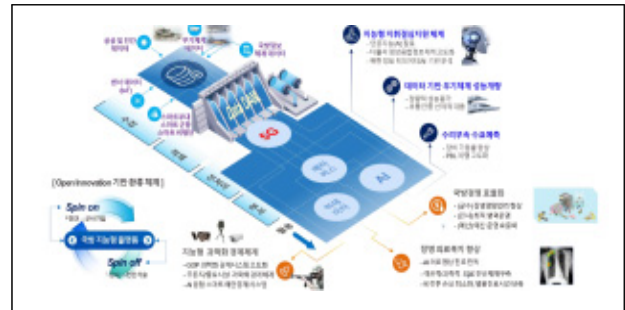
특히 국방 분야는 민간 분야에 비해 폐쇄적인 환경과 특수성으로 인해 학습데이터의 수집 자체에도 많은 어려움이 존재하기 때문에 합성데이터 등 다양한 개념의 데이터 확보를 위한 노력이 필요하다.¹⁸⁾

데이터 확보와 더불어 요구되는 능력은 데이터의 통합 관리 및 인프라 구축이다. 현재까지 AI 기반 유·무인 복합 전투체계는 해당 무인체계를 중심으로 각 군별로 개발이 진행됨에 따라 관련된 데이터 역시 부대별로 수집·관리되는 실정이다. 이로 인해 체계적이고 통합된 데이터 관리와 소재 파악이 제한되며, 보안 등의 문제로 군 내/외부와의 협력 시 국방 데이터 활용이 제한되고 있다.

이를 해결하기 위하여 〈그림 6〉과 같이 군 내부의 다양한 데이터가 종합되어 저장되는 데이터 호수(Data Lake) 개념, 혹은 여러 데이터를 한곳에 가두어 모으는 데이터 댐(Data Dam)의 클라우드 시스템이 구축되어야 한다. 이 개념은 실제 물리적으로 하나의 서버에 모든 데이터가 네

18) 김다빈 외. "국방 AI 학습데이터 부족 극복 방안: 합성데이터의 활용", 『국방논단』 제1937호, 한국국방연구원, 2023. pp.9-10; Zhang, Qingquan Tony et al. *Alternative Data and Artificial Intelligence Techniques Applications in Investment and Risk Management*, Palgrave Macmillan, 2022.

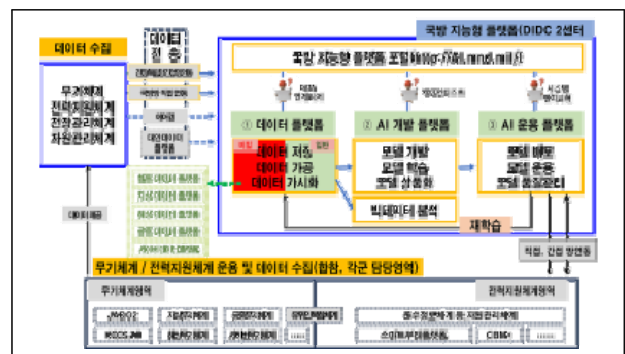
트위크로 연결되어 저장되는 것이 가장 안정적이다.



〈그림 6〉 국방 데이터 구축전략

하지만, 국방부, 합참, 각 군별로 별도의 체계를 갖추고 데이터를 축적해 온 현 상황에서 하나의 통일된 아키텍처로 데이터를 모으는 것은 현실적으로 어렵고 시간이 오래 걸리는 일이다. 단기적으로 하나의 허브에 Data Lake 기능을 부여하고 물리적 저장기 아닌 저장위치를 네트워크로 연결해 원하는 터미널에 제공하는 형식으로 운영하고, 점진적으로 통일된 아키텍처를 구상해 모든 데이터가 한 곳에 저장되어 연결된 모두가 동일한 데이터를 볼 수 있는 체계가 구축되어야 한다.

국방부는 군 데이터의 체계적 관리를 위해 2023년 1월 '국방데이터분석센터'를 창설하는 등 AI 기반 유·무인 복합전투체계의 안정적인 운용을 위한 기반을 마련하고 있다. 2023년 연말에 끝이 나는 국방지능화 플랫폼의 데이터 유통 체계는 〈그림 7〉과 같으며, 아직 국방차원의 데이터 축적은 없이 각군의 소요에 따른 데이터 확보계획에 따라 플랫폼에 저장 및 데이터 지도를 그리는 형식으로 진행 중에 있다.



〈그림 7〉 국방지능화 플랫폼 Main 클라우드 데이터 유통 개념

본 연구에서는 이와 같은 지능화 데이터의 확보 및 관리를 위한 추진 로드맵을 <표 7>과 같이 제시한다.

<표 7> 지능화 데이터 확보·관리 추진 로드맵

구분	'23-'24년	'25-'27년
데이터확보 로드맵 구축	<ul style="list-style-type: none"> 국방 데이터 확보 방안 관련 정책 연구 데이터 식별을 위한 협의회 정례화 국방 데이터 구축 로드맵 수립·보완 	
데이터 품질 강화	<ul style="list-style-type: none"> 국방 데이터 품질 강화 방안 마련 각군 데이터 품질관리 지침 확대 품질관리 도구 보급 	
데이터 통합 관리	<ul style="list-style-type: none"> 국방 데이터 플랫폼 1 단계 사업 	<ul style="list-style-type: none"> 국방 데이터 플랫폼 2 단계 사업
데이터 활용 강화	<ul style="list-style-type: none"> 데이터 원스톱 지원제도 신설 	<ul style="list-style-type: none"> 국방 데이터 가시화체계 고도화
국방 데이터 공유환경 제공		<ul style="list-style-type: none"> 인공지능 개발시설 및 데이터 제공

3.4. 지휘통제와 데이터 유통을 위한 네트워크 환경 구축

AI 기반 유·무인 복합전투체계가 안정적으로 운용되기 위해서는 신뢰성 있는 네트워크 환경 구축이 필수적이다. 미래 전장에서 자율 무인체계들은 군집화되어 팀 단위로 활동하고, 작전 목적 및 상황에 따라 유·무인 복합전투체계의 구성은 매우 유동적일 것이다. 특히 적은 아측의 무인체계 운용능력을 무력화시키기 위해 네트워크 교란 및 기만전술 등을 적극적으로 시도할 것으로 예상된다.¹⁹⁾

안정된 네트워크 환경 구축을 위해 요구되는 첫 번째 능력은 기반 네트워크의 보강이다. 유·무인 복합전투체계 운용에 따라 지휘부와 플랫폼 및 플랫폼 상호 간 대용량의 데이터 유통과 공유가 필요하나 현재의 광대역통합망 용량으로는 대응이 제한된다. 특히 후방지역의 네트워크는 트리형 구조로 설계되어 생존성이 취약하며, 서북도서 등 일

부지역은 노후화된 장비의 교체가 시급한 실정이다.²⁰⁾

이러한 문제를 해결하기 위해서는 먼저 대용량의 데이터를 안정적으로 송·수신할 수 있는 차기 국방광대역통합망(M-BcN : Defence Broadband convergence Network)의 조기 구축이 필요하다. 관련하여 2023년 8월 KT가 주도하는 민간투자사업 형식으로 차기 국방광대역통합망 구축사업이 착수되어 '24년 9월까지 완료될 예정이다.²¹⁾ <표 8>은 현재 운용 중인 국방광대역통합망과 차기 통합망의 차이를 정리한 것이다.

<표 8> 국방광대역통합망(M-BcN) 비교

구분	국방광대역 통합망	차기 국방광대역 통합망
범위	전방지역	전방지역 + 후방지역
케이블	광케이블 5,640km	광케이블 11,200km
속도	10 Gbps이상(작전사급)	40~60 Gbps (작전사/군단급)
	2.5 Gbps(군단급)	
	622 Mbps(사단급)	20 Gbps(사단급)
망관리	자가망·임대망 개별관제	통합망 관제·관리

인공위성을 활용한 통신능력의 향상은 기반 네트워크 보강의 또 다른 한 축으로 볼 수 있다. 군은 2006년부터 민·군 겸용 위성인 무궁화 5호를 활용하면서 본격적인 군 위성통신 시대를 열었으며, 2020년 7월에는 군 전용 통신 위성인 아나시스 2호를 확보함으로써 독자적인 위성통신 능력을 확보하게 되었다.

하지만 이러한 군 통신위성체계도 '이동 간 지휘통제(command and control on the move)' 능력 및 전송용량 부족 등의 제한점을 가지고 있다. 특히 이들 위성은 모두 고도 36,000km 상공에 떠 있는 정지궤도 위성으로 평균 0.5초의 통신 지연이 발생하기 때문에 실시간 상황공유와 즉각적인 판단 및 결심, 지시가 요구되는 미래 전장에서 많은 한계가 있을 것으로 예상된다.²²⁾

이에 비하여 최근 러시아-우크라이나 전쟁에서 크게 활

19) 이종관 외. “동적 전술 네트워크 환경에서 자율 무인체계를 위한 상호인용 기법”, 『한국정보통신학회논문지』제27권 제3호, 2023. p.406.

20) 트리형 네트워크 구조는 트리모양의 노드에 전송제어장치를 두고 노드를 연결하는 형태로써 상위 노드가 관리하는 형태이기 때문에 제어가 간단한 장점이 있지만, 트래픽이 집중되어 병목현상이 발생 할 수 있고, 중앙 전송제어장치 고장 시 전체 네트워크에 장애가 발생하는 단점이 있다.

21) 전성필. “KT, 차기 국방광대역통합망 구축 개시”, 『국민일보』, 2023. 8. 10.

22) 한명수 외. “최근 민간 저궤도 위성통신 개발동향과 군 위성통신체계 발전 방향”, 『국방논단』제1912호, 한국국방연구원, 2022. pp.2-3.

약한 저궤도 통신위성은 정지궤도 위성에 비해 지상 커버 면적은 작지만 소요비용이 저렴하고, 평균 통신 지연시간이 0.025초로 대단히 짧아 군사적 활용가치는 더 크다고 볼 수 있다.²³⁾

이러한 관점에서 미래 유·무인 복합전투체계 간 원활한 정보유통과 효율적인 지휘통제를 위하여 저궤도통신위성 체계는 반드시 필요하다. 그러나 군 전용 저궤도 위성통신 사업을 통한 확보는 많은 시간과 비용의 소요가 예상되기 때문에 미국의 스페이스X와 같은 민간 기업의 상용 저궤도 위성을 활용하는 방안을 신속연구개발 형태로 추진하는 전략이 요구된다. 본 연구에서는 이와 같은 기반 네트워크 보강을 위한 추진 로드맵을 <표 9>와 같이 제시한다.

<표 9> 기반 네트워크 보강 추진 로드맵

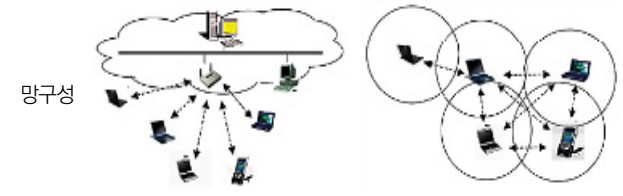
구분	'23-'24년	'25-'27년	'28년 이후
차기 국방 광대역 통합망 구축 및 운용	차기 국방 광대역 통합망 구축 ('23)	고도화를 위한 선행연구 추진 ('26~)	성능개선 (지속)
상용 저궤도 위성통신 체계 활용	신속연구개발사업('23년~'26년) 군용 저궤도위성체계 도입(장기)		

위와 같이 위성 및 지상 기반의 기반 네트워크를 충분히 보강한다고 해도 적의 공격에 의한 손상 가능성을 완전히 배제할 수는 없으며, 전장상황에 따라 기반 네트워크가 구축되지 않았거나 저궤도 통신위성의 통달거리 외곽에서 작전에 대비한 네트워크 기술의 확보도 필요하다.

‘모바일 무선 네트워크(MANET : Mobile Ad-hoc Network)’는 인프라 없이 단말기만으로 네트워크를 구성하는 개념으로 기반 네트워크 운용 불가 시도 작전이 가능한 대안이 될 수 있다. 비록 대용량 통신이 제한되고, 단말기의 성능에 의존한다는 제한이 있지만 유·무인 복합 전투체계의 작전수행능력 보장을 위한 네트워크 요구능력으로써 확보가 필요하다. <표 10>은 인프라 기반 네트워크와 모바일 무선 네트워크에 대한 비교이다.

<표 10> 인프라 기반 및 모바일 무선 네트워크 비교

	인프라 기반	모바일 무선
장점	• 상대적으로 대용량 통신 가능	• 인프라 없이 단말기만으로 네트워크 구성 가능(시간 절약)
단점	• 인프라 장애시 통신 불가 • 인프라 구축을 위한 시간, 비용 발생	• 대용량 통신 제한 • 단말기 성능에 의존 (배터리 등)



3.5. 무인체계 운용 및 관리능력 발전

AI 기반 유·무인 복합전투체계의 주된 구성요소가 무인체계라는 점에서 무인체계의 안정적인 운용 및 관리능력의 확보는 전술의 개발만큼이나 중요하다. 다른 대부분의 무기체계와 마찬가지로 무인체계의 운용 및 관리를 위해서는 운용자에 대한 교육훈련과 플랫폼에 대한 정비가 가장 큰 비중을 차지한다고 볼 수 있다.

미국 공군이 지난 15년 간 Predator, Reaper, Global Hawk 등을 운용하면서 이들 무인기의 추락사고 원인을 분석한 결과 계통상의 이상이나 운용상의 실수가 초창기의 주된 사고원인이었다는 점은 군에게 무인체계의 안정적인 운용을 위한 관리능력의 발전이 조기에 이루어져야 한다는 당위성을 방증하고 있다.²⁴⁾

첫째, 무인체계 운용자에 대한 교육훈련 측면에서 아직 각 군별 무인체계의 전력화 시기에 부합하는 운용인력에 대한 교육훈련체계 구축 및 전문성 구비를 위한 자격화 계획은 미흡한 상태이다. 개발 예정인 무인체계별로 운용(조종·정비 등)능력 숙달을 위한 교육체계 구축이 필요하다.

자격부여 측면에서는 현재 무인체계 관련 국방분야의 국가자격은 ‘무인항공기’ 조종에 한정되어 있어 지상·해양 무인체계 분야의 조종과 정비분야에 대한 자격화 시스템은 부재한 상태이다. 무인체계 전력화 시기에 맞추어 각 군별 교육소요 판단과 교육과정 개발, 병과·특기별 경력관리 모

23) 저궤도 통신위성은 고도 160~2,000km 상공에서 운용되며 지상 커버능력은 1기당 지구 표면의 2% 안팎으로 전 세계 서비스를 위해서는 500기 이상이 필요하다. 반면 정지궤도 위성 1기의 지상 커버능력은 지구 표면의 34%이다. 한명수 외. 2022. p.4.

24) 전승문 외. “군용무인기체계 사고사례와 미래 발전방향 조망”, 한국항공우주학회 2021 추계학술대회 논문집, p.367.

델 개발이 이루어져야 한다. <표 11>은 본 연구에서 제시하는 무인체계 교육과정의 예시이다.

<표 11> 각 군 교육기관별 무인체계 교육과정 개설 ‘예’

병과학교	교육센터	부 대
• 무인체계 전술적 운용	• 자격화 교육 - 이론+시뮬레이터	• 전술적 운용 능력 배양
• 무인체계 조종/정비	- 조종, 정비	• 조종사/정비사
• 관제/통제	• 응용(개조) 능력	표준화 평가

둘째, 무인체계의 전투수행능력 극대화를 위해서는 운용자를 위한 과학화 훈련체계 구축도 이루어져야 한다. 특히 무인체계의 운용 특성상 기상과 지형, 해상상태 등에 따른 제약이 많이 받게 되는데 이러한 제한요소를 극복할 수 있는 기량 숙달을 위한 실기동 및 가상 모의 훈련체계가 구비된 LVCG(Live·실기동, Virtual·시뮬레이터, Constructive·위게임, Game·게임) 기반의 과학화 훈련체계 확보가 필요하다.²⁵⁾

현재 육군이 운용하는 승진훈련장, 해/공군의 사격훈련장은 재래식 전력 위주의 특정 군단 훈련이 가능한 환경이기 때문에 합동성에 기반한 전영역 통합작전을 수행할 AI 기반 유·무인 복합전투체계의 훈련은 제한되는 실정이다. 또한 현재 운용 중인 무인체계(드론, 로봇 등)용 마일즈 장비도 개발되어 있지 않기 때문에 지·해·공 무인체계별 적용이 가능한 일체형 마일즈 장비의 개발도 필요하다.

셋째, 효율적인 정비체계의 구축이다. 일반적으로 군에서 운용하는 무기체계는 부대정비, 야전정비, 창정비의 3단계로 구분된 정비개념을 적용하고 있다.²⁶⁾ 하지만 오늘날에는 많은 무기체계의 핵심 구성품이 컴퓨터 기반의 SW를 탑재한 전자장비로 변화하고 있다. 그런데 IT 기술의 발전으로 컴퓨터 프로세서와 운영체제는 1~2년 주기(실제로 더 빨라지고 있음)로 끊임없이 새로운 버전이 등장하고 있으며, 이로 인해 전자장비의 부품들이 단종되는 기간도 급격히 짧아지고 있다.

따라서 이러한 환경에서 기존의 3단계 정비개념으로는 무기체계의 성능 진부화를 막을 수 없기에 미국을 비롯한

선진국들은 개발업체 주관으로 무기체계의 수명주기 동안 지속적인 HW 및 SW의 성능개선을 실시하는 ‘수명주기지원(LTS : Life Time Support)’ 정비개념을 적용하고 있다.

해군은 2016년부터 함정에 탑재된 전투체계를 대상으로 LTS(Life Time Support) 정비를 시행하고 있다.²⁷⁾ AI 기반 유·무인 복합전투체계도 전통적인 3단계 정비개념에서 탈피하고, ‘기계적 수명’이 아닌 ‘기술적 수명’ 관점에서 개발업체 등 민간의 전문기술을 적극 활용하는 정비·관리가 필요하다.²⁸⁾

이를 위해 본 연구에서는 무인체계에 대한 민·군 협력형 정비개념 정립방안을 제시한다. 이것은 2단계로 구성되어 있는데 1단계는 ‘현장정비’로써 예방정비 및 모듈형 장비 교체를 통한 고장수리와 SW 점검 등을 수행한다.

2단계는 ‘입고정비’로써 외주업체 또는 야전정비지원센터(MRO : Maintenance Repair Overhaul)를 통한 전문적인 점검 및 수리를 수행한다. <그림 8>은 야전정비지원센터(MRO) 운용개념의 예이다.²⁹⁾



<그림 8> 야전정비지원센터(MRO) 운용개념 및 설치(안)

25) 장상국 외, “미래 국방을 대비한 인공지능 기반의 방위산업 발전방향 연구”, 『한국방위산업학회지』 제28권 제3호, 2021. pp.133-135.
 26) 부대정비는 운용부대 주관으로 점검장비나 육안을 이용하여 변형, 파손, 부식상태 등을 점검하고 오일 등을 교환주기에 따라 교체한다. 야전정비는 전문 정비요원에 의해 잠재적인 불량상태까지 식별한다. 창정비는 장비를 제작사로 보내 모든 부품을 최소단위로 분해하여 정비 후 재조립하는 정비이다.

27) 임진국 외, “함정 전투체계 수명주기지원(LTS) 추진성과 및 발전방향”, 『국방과 기술』 제497호, 한국방위산업진흥회, 2020. pp.86-87.
 28) 김성진 외, “상용드론 확보 및 국방 분야 운영 활성화를 위한 정책 제언”, 『한국방위산업학회지』 제28권 제1호, 2021. p.118.
 29) 야전정비지원센터(MRO) : 민간 전문정비업체의 기술력과 인프라, 자원을 활용하여 전투장비의 정비가 가능하도록 일정지역에 외주정비 업체를 통합 유치하여 조성한 수리센터

이러한 정비개념 정립과 함께 무인체계 개발시 계열화·모듈화 기술개발과 연계하여 작전 중 장비고장 발생 즉시 해당 부품의 교체·운용(Plug&Play)이 가능하도록 설계가 이루어져야 한다. 군 내에도 무인체계의 자체 정비능력 확보를 위해 조직구성 및 전문인력의 확보계획이 수립되어야 할 것이다. 본 연구에서는 이와 같은 무인체계 운용 및 관리 능력 발전을 위한 추진 로드맵을 <표 12>와 같이 제시한다.

<표 12> 무인체계 운용 및 관리능력 발전 추진 로드맵

구분	'23-'24년	'25-'27년	'28년 이후
교육 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> 교육과정 신설 교육인프라 보강 중기계획 반영 	<ul style="list-style-type: none"> 각 군 교육시설 기능 및 시설보강 무인체계 시뮬레이터 개발지원 '가상모의훈련체계' 개발 	
자격화 추진	<ul style="list-style-type: none"> 국방 무인항공기 조종사 응시 자격 개정 국방 무인항공기 정비사 자격 신설 민간자격과 상호 경력인정 제도 마련 	<ul style="list-style-type: none"> 국방 로봇조종사 및 정비사 자격 신설 	
과학화 훈련 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> 표준 임무필수 과업 목록 도출 과학화 전투훈련 방법 및 통제기준 정립 	<ul style="list-style-type: none"> LVCG 기반 과학화훈련체계 구축 및 고도화 	
무인 체계 마일즈 장비 개발	<ul style="list-style-type: none"> 각 군 소요제기 중기계획 반영 	<ul style="list-style-type: none"> 무인체계별 마일즈 장비 개발 통합 일체형 장비로 단계적 성능개량 	
과학화 훈련장 고도화 및 확장 소요반영	<ul style="list-style-type: none"> 과학화훈련장 규모 확장 및 고도화 방안 연구 과학화훈련장 소요 제기 	<ul style="list-style-type: none"> 과학화훈련장 고도화 및 확장을 위한 중기계획 반영 과학화훈련장 고도화 및 확장 추진 	
유·무인 복합 전투체계 정비개념 정립	<ul style="list-style-type: none"> 민군 협력형 정비 개념 정립 	<ul style="list-style-type: none"> 야전정비 지원센터 설치 및 운영 관련 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> 정비체계 운용실 적 분석 및 보완
SW관리 특화조직 구성	<ul style="list-style-type: none"> 전담조직 규모, 임무, 편성 등 구성 	<ul style="list-style-type: none"> 조직 신설/ 지정 및 운영 	
기술적 수명 관점의 관리	<ul style="list-style-type: none"> 기술수명 적용기준 구체화 및 대상장비 식별 	<ul style="list-style-type: none"> 관련규정 개정 제도운영 결과분석 및 보완 	

IV. 결론

전쟁의 역사 속에서 과학기술의 발전은 새로운 무기체계의 개발과 전투수행개념의 변화를 가져오며 전쟁의 패러다임을 전환시켜 왔다. 증기기관으로 대표되는 1차 산업혁명으로 대규모 화력전이 등장하였고, 전기·통신·내연기관 등장에 따른 2차 산업혁명으로 지·해·공 입체작전 개념이 등장하였다. 컴퓨터·인터넷으로 대표되는 3차 산업혁명에 따라 장거리 정밀타격 기술을 사용한 효과 위주의 마비전과 정보화전쟁 개념이 등장하였고, 인공지능·사물인터넷 등장에 따른 4차 산업혁명을 맞이한 오늘날의 전장에는 인공지능이 탑재된 무인체계가 전투의 주역으로 등장할 준비를 서두르고 있다.

본 연구는 4차 산업혁명 시대의 전투를 주도하게 될 'AI 기반 유·무인 복합전투체계'의 개발과 운용이 성공적으로 이루어질 수 있도록 5가지 분야의 발전방안을 제시하였다.

첫 번째로 제시한 '전투수행개념 발전'은 무인전력의 효과적 운용을 위한 전투수행방법의 단계별 발전계획 수립 필요성을 제기하였다. 또한 유·무인 복합 전투수행 방법에 대한 검증기준을 정립하기 위해 실기동을 포함한 전투실험과 전문조직의 확보 필요성을 제안하였다.

두 번째로 제시한 '주요 핵심기술 조기 개발'은 플랫폼의 '계열화 및 모듈화' 기술과 '지능화·자율화' 기술의 개발이 필요함을 주장하였다. 운용과정에서 손실이 예상되고, 기술발전의 가속화에 따라 지속적인 성능개량이 요구되는 무인체계의 특성을 고려할 때 계열화 및 모듈화 기술은 무인체계 개발에 소요되는 시간과 자원을 절약하고, 특정 플랫폼을 신속하게 생산할 수 있는 능력을 보장하게 될 것이다.

세 번째로 제시한 '지능화 데이터 확보 및 관리'는 자율형 무인체계 운용을 위해 플랫폼 개발과 함께 학습을 위한 데이터 확보방안 마련이 병행되어야 함을 강조하였다. 특히 보안 문제 등으로 민간 분야에 비해 학습데이터의 확보가 어려운 국방 분야의 특성을 고려하여 합성데이터 등 다양한 개념의 데이터 확보방안을 제시하였다.

네 번째로 제시한 '지휘통제와 데이터 유통을 위한 네트워크 환경 구축'에서는 유·무인 복합전투체계의 안정적인

운용을 위해 신뢰성 있는 네트워크 환경 구축이 필수적임을 강조하고 이를 위해 기반 네트워크 보강 필요성을 제기하였다. 이를 위해 대용량의 데이터 송·수신이 가능한 차기 국방광대역통합망(M-BcN)의 구축과 함께 상용 저궤도 위성을 활용하는 군 위성통신체계의 발전방안을 제시하였다. 이에 더하여 기반 네트워크 운용 불가상황에 대비하여 단말기만으로 네트워크 구성이 가능한 ‘모바일 무선 네트워크(MANET)’를 소개하였다.

다섯 번째로 제시한 ‘무인체계 운용 및 관리능력 발전’에서는 운용자를 위한 무인체계에 특화된 교육훈련체계 구축 및 자격부여방안의 필요성을 제시하였다. 또한 무인체계의 효율적인 정비를 위해 기존의 3단계 정비개념에서 탈피하여 ‘기술적 수명’ 관점에서 수명주기 동안 최적의 성능을 보장할 수 있는 ‘민·군 협력형 정비개념’을 제시하였다.

본 연구에서 5가지 발전방안에 대하여 시기별 로드맵까지 포함하여 제시하였지만 이를 실제 구현하는 과정에서 나타나게 될 기술적/제도적/예산적 문제점을 극복할 수 있는 방안까지는 고민하지 못했다.

또한 현재 각군에서 실제로 운용되고 있는 무인체계(기지경계용 드론 등)가 도입목적에 맞게 기능을 발휘하고 있는지, 개선 및 보완할 점은 무엇인지에 대하여 운용자 관점에서의 피드백 수렴 및 향후 발전방안으로의 환류가 필요하다. 그리고 미국, 일본 등 주변 선진국의 사례를 연구하여 우리의 발전방안을 더 효과적으로 추진하는 노력이 필요하다.

오늘날 AI 기술을 접목한 유·무인 복합전투체계가 전장의 게임체인저가 될 수 있다는 점에 대하여 많은 국가들이 공감하고 상대국의 개발수준에 뒤처지지 않기 위해 부단히 노력하고 있다. 이제 AI 기반 자율무인체계는 군비경쟁의 새로운 분야가 될 것이며, 강력한 인공지능 기반의 무인체계가 전쟁의 억제 수단으로 활용될 수 있을 것이다.

미래 군사강국의 주인공은 병력과 무기의 우열보다 AI 기반 유·무인 복합전투체계의 기술적 수준과 관리·운용의 효율성에 의해 결정될 것이다. 본 연구가 대한민국이 4차 산업혁명 시대의 군사강국으로 자리매김하는데 기여하기 바란다.

참고문헌

1) 저서

(1) 국방부. 『2022 국방백서』, 2023.
 (2) 김재훈, 신태성, 이종용, 이재국. 『미래국방 2030 기술전략 : 국방 AI 기술로드맵』, 국방기술진흥연구소, 2022.
 (3) 이재국, 이일로. 『국방 AI 플랫폼 개발을 위한 제언』, KRIT Issue Paper Vol. 03, 국방기술진흥연구소, 2022.
 (4) 정현중, 정태경, 김정훈, 백예진, 전우영. 『유·무인 협업(MUM-T)체계 기술수준 평가』, KRIT Issue Paper Vol. 05, 국방기술진흥연구소, 2022.
 (5) 한국지능정보사회진흥원. 『2023 인공지능 학습용 데이터 품질관리 가이드라인 및 구축 안내서 v3.0』제1권 품질관리 가이드라인 v3.0, 2023.
 (6) U.S. DoD. *Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036*, 2011.
 (7) Zhang, Qingquan Tony·Li Beibei·Xie, Danxia. *Alternative Data and Artificial Intelligence Techniques Applications in Investment and Risk Management*, Palgrave Macmillan, 2022.

2) 논문

(1) 김다빈, 김영도. “국방 AI 학습데이터 부족 극복 방안: 합성 데이터의 활용”, 『국방논단』제1937호, 한국국방연구원, 2023.
 (2) 김성진, 최공영, 진아영. “상용드론 확보 및 국방 분야 운영 활성화를 위한 정책 제언”, 『한국방위산업학회지』제28권 제1호, 2021.
 (3) 박선준, 오경원. “유무인 복합체계에서 인간의 역할에 대한 연구”, *Journal of the KNST* Vol.6 No.1, 한국해군과학기술학회, 2023.
 (4) 박창희. “인공지능 시대의 지능화전쟁: 제지능권 개념과 지능우세 달성 방안”, 『국방정책연구』제37권 제3호, 한국국방연구원, 2021.
 (5) 배학영. “한국형 유명함대(무인원격함대) 운용개념 및 전력 발전방향”, 『한국방위 산업학회지』제29권 제2호, 2022.
 (6) 유재명, 길병욱. “AI 공격용 드론 개발 방향 및 시사점”, 『한국방위산업학회지』제30권 제1호, 2023.
 (7) 윤정현. “국방 분야 인공지능 기술 도입의 주요 쟁점과 활용 제고 방안”, 『STEPI Insight』제279호, 과학기술정책연구원, 2021.

(8) 이종관, 박정규, 이종덕. “동적 전술 네트워크 환경에서 자율 무인체계를 위한 상호인증 기법”, 『한국정보통신학회논문지』 제27권 제3호, 2023.
 (9) 이종용. “유·무인 복합전투체계 운용개념 및 발전방향: 지상전을 중심으로”, 『한국국가전략』제8호, 한국국가전략연구원, 2018.
 (10) 임진국, 최용석, 김수범. “함정 전투체계 수명주기지원(LTS) 추진성과 및 발전방향”, 『국방과 기술』제497호, 한국방위산업 진흥회, 2020.
 (11) 장상국, 최기일. “미래 국방을 대비한 인공지능 기반의 방위산업 발전방향 연구”, 『한국방위산업학회지』제28권 제3호, 2021.
 (12) 편집부. “방위사업청·해양수산부, 복합임무 무인수상정 공동 개발”, 『국방과 기술』 제437호, 한국방위산업진흥회, 2015.
 (13) 한명수, 안병오. “최근 민간 저궤도 위성통신 개발동향과 군 위성통신체계 발전방향”, 『국방논단』제1912호, 한국국방연구원, 2022.
 (14) 한현진, 송도현, 배민수. “국방 AI 무기체계 발전을 위한 선결요건 연구”, 『국방과 기술』제524호, 한국방위산업진흥회, 2022
 (15) 허광환. “러시아-우크라이나 전쟁 1년이 한반도 미래전에 주는 함의”, 『한국군사』 제13호, 한국군사문제연구원, 2023.
 (16) 황성인, 양광진, 오지현, 설현주. “공대공 교전을 위한 유무인항공기 협업 전술 개발”, 『한국항공우주학회지』제50권 제1호, 2022.
 (17) Chen, Jie·Sun, Jian·Wang, Gang. “From Unmanned Systems to Autonomous Intelligent Systems”, *Engineering*, Volume 12, May, 2022.
 (18) Ransbotham, Sam·Khodabandeh, Shervin·Kiron, David·Candelon, François·Chu, Michael and LaFountain, Burt. “Expanding AI’s Impact With Organizational Learning”, *MIT Sloan Management Review*, October, 2020.
 (19) Singer, Peter W. “One Year In: What Are The Lessons from Ukraine For The Future Of War?”, *Defense One*, February 22, 2023.

3) 세미나 및 심포지엄(학술발표) 발표

(1) 배학영. “지능화전쟁시대 해군력 발전방향”, 한국해군과학기술학회 기초강연 발표자료, 2023.
 (2) 임상민. “전투기 유무인 복합체계 개발동향 및 운용개념에

- 관한 연구”, 한국항공 우주학회 2021 추계학술대회 논문집.
- (3) 전승문, 이재화, 이정석. “군용무인기체계 사고사례와 미래 발전방향 조망”, 한국항공 우주학회 2021 추계학술대회 논문집.
 - (4) 조관호. “병역자원 감소 시대의 국방정책 방향”, 2023 저출산고령사회 서울신문 인구포럼, 한국국방연구원, 2023.
 - (5) 최현철, 차용훈, 배준성, 김민수, 김재형, 길기남. “한국형 해상초계기 유무인 복합운용을 위한 분산형 수중 음향탐지체계 설계 방안”, 한국항공우주학회 2023 춘계학술대회 논문집.

4) 일반 잡지 및 신문기사

- (1) 과기정통부. “Data Dam project begins, being key to Digital New Deal(Sep. 2)”, 2020.10.23.
- (2) 유용원. “장난감 같던 北 무인기, 이제 장난 아니다”, 『조선일보』, 2023. 7.31.
- (3) 전성필. “KT, 차기 국방광대역통합망 구축 개시”, 『국민일보』, 2023. 8.10.

