

5G MUM-T 운용 시스템 분석

5G MUM-T Operation System Analysis

김병운^{*,1)}

Byungwoon Kim^{*,1)}

[초 록]

본 연구는 4차 산업혁명 국방기술과 통신설비 기반 5G MUM-T 체계의 운용개념을 정립하고, 5G MUM-T 체계 및 운영의 선도국인 미국 정부 기술정책 사례를 중심으로 우리의 현황을 진단한다. 그리고 5G MUM-T 체계의 운용고도화를 위해서는 무기체계 세부 분류에 전투용 로봇·드론 반영, 저궤도 5G 위성통신 조기 도입, 실증·검증에 5G 특화망 및 도매제공 이용의 확대, 국방 AI 거버넌스 체계 구축, 방사법 무기체계의 3분류 방안의 필요성을 제시한다. 향후 연구는 6G MUM-T, 6G NTN 기술진화에 대응하고 중국, 독일, 영국, 일본 등의 국가별 정책사례를 비교·분석하는 것이 중요하다.

[ABSTRACT]

This study establishes the operation concept of the 4th industrial revolution defense technology and communication facility-based 5G MUM-T system, and diagnoses our current situation, focusing on the case of US government technology policy, which is a leading country in 5G MUM-T system and operation. And to advance the operation of the 5G MUM-T system, reflect combat robots and drones in the detailed classification of weapon systems, early introduction of low-orbit 5G satellite communication, expansion of the use of 5G specialized networks and wholesale provision for demonstration and verification, establishment of a defense AI governance system, Suggests the necessity of a 3-class method for radiological weapon systems. For future research, it is important to respond to the technological evolution of 6G MUM-T and 6G NTN and compare and analyze each country's policy cases, such as China, Germany, the United Kingdom, and Japan.

Key Words : 5G(차세대통신), Low Earth Orbit(저궤도위성), MUM-T(유무인전투체계), Non-Terrestrial Networks(비지상네트워크), Unmanned System(무인체계)

1. 서론

최근 러시아-우크라이나 전쟁으로 4차 산업혁명 미래국방 핵심기술인 인공지능(AI: Artificial Intelligence), 5G통신, 저궤도(LEO: Low Earth Orbit) 위성통신 및 그 기반의 유·무인 전투체계(MUM-T: Manned-Unmanned Teaming) 설비의 운영고도화를 통한 제도적 측면의 국방경쟁력 강화가 이슈가 되고 있다.

우리의 국방부는 2022년 7월에 인공지능(AI: Artificial Intelligence) 기반 유·무인 복합전투체계(MUM-T) 발전방안을 제시하였다. 과기정통부는 2024년에 5G 기반 무인기(드론)용 통신모델, 기지국의 개발을 완료하고, 2025년에 국방 M-BcN (Military Broadband convergence Networks) 망과 5G망 간의 연동기술을 개발·실증 완료할 예정이다.^[1]

미국은 육군항공체계센터가 2010년에 무인항공체계 로드맵(2010-2035)에서 MUM-T를 정의하고^[2], 미국방부(DoD: Department of Defense)가 2011년에 무인체계 통합로드맵(2011-2036)에서 MUM-T 구체화하고 로드맵 및 분류체계를 발표하였다. 육군교육사령부는 2016년에 미국방부의 무인체계 통합 로드맵(2017-2042)에서 MUM-T 무인체계 기술발전과 DoD의 전영역 복합전투체계 임무 수행을 위하여 도전과제로 상호운

1) 과학기술연합대학원대학교 ETRI 스쿨(ETRI School, University of Science and Technology, Korea)*
Corresponding author, E-mail: bukim@etri.re.kr
Copyright © The Korean Institute of Defense Technology
Received : April 27, 2023 Revised : June 7, 2023
Accepted : June 23, 2023

용성, AI·자율성, 인간·기계 협업 등으로 제시하고 각각의 세부적 기술 로드맵을 제시하였다. 같은 해, 미국방혁신위원회(연방정부 자문회의 법에 근거하여 신설)는 5G 및 저 대역 주파수 국방 활용의 필요성을 국방부 장관에게 자문·권고하였다. DoD는 2018년에 AI MUM-T 관련하여 국방 AI 전략 플랫폼을 구축, 2020년에 5G-MUMT 관련 5G 조직을 신설·운영하고, 2021년에 국방 5G 주파수 실증단지를 조성·확대 중이다.

최근 한미연합사령관은 한·미 5G MUM-T 관련, 美하원군사위원회 청문회 서면 답변에서 DoD가 추진 중인 합동전영역지휘통제(JADC2: Joint All-Domain Command and Control) 전략과 한반도의 연계성을 언급하였다. JADC2 전략은 MUM-T 무기체계를 포함한 軍의 시스템을 네트워크로 연결하는 네트워크 전략을 승계한 것이다. 美백악관은 2022년 12월 한미상호방위조약에 따라 미국의 모든 방어역량을 가용해 한국에 확장 역제를 확인하는 국방수권법에 서명하였다. 한·미 간 JADC2 연계 실현 가능성이 커 보인다. 한·미 JADC2 실현 시, 우리의 AI 지원의 5G MUM-T 거버넌스 및 플랫폼 구축, 상호 운용성 등 무기체계 운용 부분의 고도화가 주요 이슈가 될 것이다.

따라서 본 연구는 5G 통신설비 기반 미래국방 MUM-T 체계의 운영개념을 정립하고, 북대서양 조약기구(NATO: North Atlantic Treaty Organization)가 제시한 4차 산업혁명 시대 미래국방 기술 도전과제, 그리고 AI 지원의 5G MUM-T 기술 정책 선도국인 미국의 무인체계 분류, 5G 및 주파수 정책, 부처 간 협업, 국방 AI 거버넌스 구축, 실증·검증 프로젝트를 조사·분석한다. 이를 기반으로 우리의 5G MUM-T 체계 현황을 진단하고, 무기체계 운영 부분 고도화를 위한 개선방안을 제시한다.

2. 4차 산업혁명과 5G MUM-T 운영 과제

2.1 미래국방 기술 환경변화

美표준기술연구소(NIST: National Institute of Standards and Technology)는 4차 산업혁명을 사이버물리시스템(CPS: Cyber-Physical System)으로 정의한다. 이 시스템들은 실시간(RDT: Real-Time Transfer)으로 5G MUM-T에 연동하는 복합전투체계로 하부시스템은 그림 1과 같이 무기체계(MUM-T, Interoperability), 무기체계 설비(5G, M-BcN), 무기체계 운용(Data, AI)로 구분할 수 있다.

그림 1에서 무기체계는 무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle), 무인지상차량(UGV: Unmanned Ground Vehicle), 무인수상정(USV: Unmanned Surface Vehicle), 무인잠수정(UUV: Unmanned Underwater Vehicle) 등으로 구성된다. 무기체계 설비는 5G, Military-BcN로 구성되며 저궤도(LEO) 위성 통신과 피더링크 Feeder 및 Service Link하여 무기체계에 서비스를 제공한다. 우리의 통신사업법 상호접속·도매제공 고시³⁾에 근거하여 접속망(Access Network)은 기지국(gNB)이 RRH(Remote Radio Unit)와 BBU(Base Band Unit)로 나누어져 있고, RRH는 셀 사이트에 위치한다. BBU는 코어망(Core Network)인 ONU(Optical Network Unit) 및 OLT(Optical Line Terminal)의 국사에 통합되어 있다. 각각의 구간은 광(Fibre)·양자(Quantum) 케이블 기반의 CPRI(Common public radio

interface)로 연결되어 있다. 무기체계 운용은 빅데이터 및 기계학습 분석 계층으로 구성된다. 미래국방 5G MUM-T 복합전투체계 시스템은 클라우드 컴퓨팅에서 AI/자율화 기술의 고도화로 프로그, 엣지로 확산될 것이다.

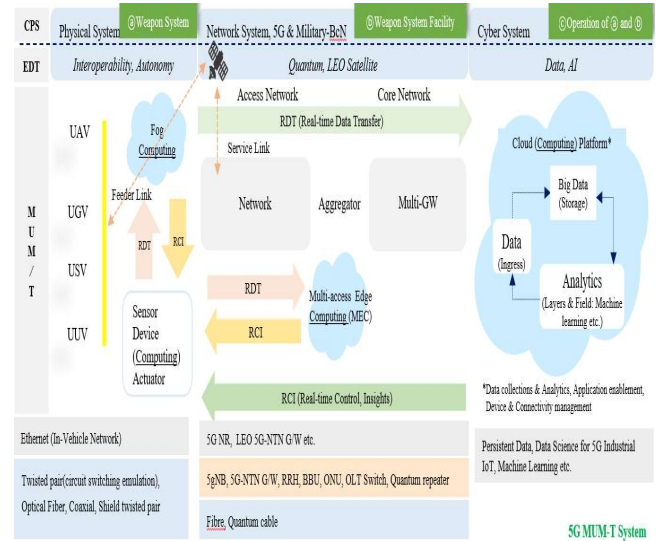


그림 1. 5G MUM-T 개념도

Fig. 1. 5G MUM-T Conceptual Diagram

북대서양 조약기구(NATO: North Atlantic Treaty Organization)의 2020년, “Science & Technology Trends 2020-2040” 보고서는 무기체계의 상호운용성 및 자율성, 무기체계 설비의 체계의 저궤도 5G 위성통신, 무기체계 운영의 빅데이터 및 기계학습(AI)이 2025년~2030년, 양자기술이 2030~2040년 정도에 군사력에 완전히 반영될 것으로 본다. 또한 미래 20년 군사기술은 지능형, 상호연결, 분산데이터, 디지털로 크게 나뉘며, 이들 간 기술융합은 저가형·분산형의 광범위한 센서를 사용하여 자율성·빅데이터·AI의 시너지 효과를 유발할 것으로 전망한다.⁴⁾

2.2 5G MUM-T 운영의 과제

그림 1의 전 영역 5G MUM-T 복합전투체계를 신뢰 기반 실시간 운용하기 위해서는 기술적 도전과제들이 해결될 필요성이 있다. 이 관련 NATO(2020)는 미래국방 EDT(Emerging and Disruptive Technologies)의 기술영역(TFA: Technology Focus Areas)에서 표 1과 같이 과제들이 제시하였다.⁴⁾ 무기체계의 자율성은 무인체계, 유·무인 협업, 자율행동 기술이 포함한다. 무기체계 운영의 데이터는 첨단 분석, 데이터통신, 첨단 의사결정 분야이다. AI는 첨단 알고리즘, AI 응용, 인간-기계 공생 기술이다. 무기체계 설비의 양자는 통신, 위성 플랫폼, 네트워크 기술이다.

특히 5G MUM-T 무기체계의 상호운용성·자율성 측면은 통신, 제어, 운영 문제를 해결해야 한다. 데이터 측면은 기술 진부화, 네트워크 할당, 검증구조, 고유표준화이다. AI 측면은 작전 의사결정을 지원하는 시스템의 검증, 확인 및 인증을 정의하고 수행해야 한다. 무기체계 설비의 양자·위성통신 측면은 고도로

분류된 공간 파생 정보에 대한 액세스, 상용 통신망의 운영·사용·활용 결과 공유, 상용 센서에서 수집한 데이터 사용에 대한 정책 등이 도전과제가 될 것이다.

표 1. 국방 ICT-EDT 도전과제
Table 1. Defense ICT-EDT Challenges

| EDT | TFA | ICT 도전과제 |
|-----|----------|------------------------------------|
| 자율성 | 자율체계 | 임무 자율 시스템 무인 플랫폼 |
| | 인간-기계 협업 | 인간과 기계 인터페이스 인간 자율 기계팀 구성 |
| | 자율행동 | 클러스터 및 스웜, 센서 통합 및 네트워크, 보안 통신 |
| 데이터 | 첨단분석 | 빅데이터 및 분석 |
| | 통신 | 신뢰할 수 있는 다중 도메인 정보 공유 |
| | 첨단결정 | 다중 영역 상황 인식, 불확실성 계획 및 관리 |
| AI | 알고리즘 | AI, 빅데이터 및 분석, 고급 신호 처리 |
| | 응용 AI | 다중 영역 상황 인식, 불확실성 계획 및 관리, 인간 의사결정 |
| 양자 | 인간-기계 공생 | 인간-기계 하이브리드 세력, 인간-자율 기계 팀 구성 |
| 위성 | 통신 | 보안 통신, 신뢰할 수 있는 다중 도메인 정보 공유 |
| 플랫폼 | 플랫폼 | 빠르고 민첩한 플랫폼, 능동 및 수동 EM 음향 및 광학 대책 |

3. 美DoD의 5G MUM-T 무기체계 및 운영 시스템 분석

3.1 美육군 UAV 무기체계 분류

그림 1의 ㉔ 관련, 美육군 무인항공체계(UAV)는 2010년 美국방성 무인체계(UMS: Unmanned System) 통합로드맵에 의거 표 2와 같이 분류하고 있다. 합동무인항공체계(JUAS: Joint Unmanned Aerial System) 센터는 각 군, 특수작전사령부와 긴밀히 공조하여 운용 중이거나 운용 예정인 모든 무인항공체계에 적용할 수 있는 무인항공체계 범주를 정립하고 있다.^[2]

표 2. 미국 UAV 무기체계 분류
Table 2. Classification of US UAV weapon systems

| 무인체계 (그룹) | 인증기준 | 관제공역 | 항공속도 |
|-----------|---------|----------------------------------|----------|
| | lbs(중량) | ft(고도) | knot(속도) |
| 5 | > 1,320 | > 18,000 MSL (Middle Sea Level) | 제한없음 |
| 4 | < 1,320 | < 18,000 MSL | |
| 3 | | | |
| 2 | < 21-55 | < 3,500 AGL (Above Ground Level) | < 250 |
| 1 | < 20 | < 1,200 AGL | < 100 |

자료: U.S.(2010)^[2] 재구성

그룹1은 소부대, 1,200피트 미만 저고도 운용, 운용자 가시선

범위 내 운용, 그룹2는 여단급 이하, 3,500피트 미만, 활주로 불필요, 적외선 장비 센서 운용, 그룹3은 중고도 운용, 정밀유도 탄약 사용 가능, 대규모 군수지원 가능, 그룹4는 통상 발사 및 복귀를 위한 활주소가 필요, 크기는 유인항공기 수준이다. 무인항공체계를 국가 공역에서 운용하기 위해 美국방부(DoD: Department of Defense) 감항인증 기준 충족, 공역요건 엄격 적용, 위성통신이 제한 시 가시선 범위 내에서 운용 의무를 진다.

3.2 DoD 5G MUM-T 거버넌스 구축·운영

DoD(2022)는 경쟁시대 기술 비전(Technology Vision for an Era of Competition)에서 민·관 협력으로 신속한 기술개발·실험, 사용자 전환 필요성을 인식하고 그림 1의 ㉔ 관련 5G 국방혁신기술 거버넌스를 그림 2와 같이 구축했다.^[5] 핵심기술실(Office of Critical Technology)의 5G 기술이전실(5G Transition Office)은 신뢰 기반 인공지능·자율성, 네트워크 체계통합, 첨단컴퓨팅·S/W, 우주기술, 인간-기계 협업의 최상위 거버넌스를 운영 중이다.

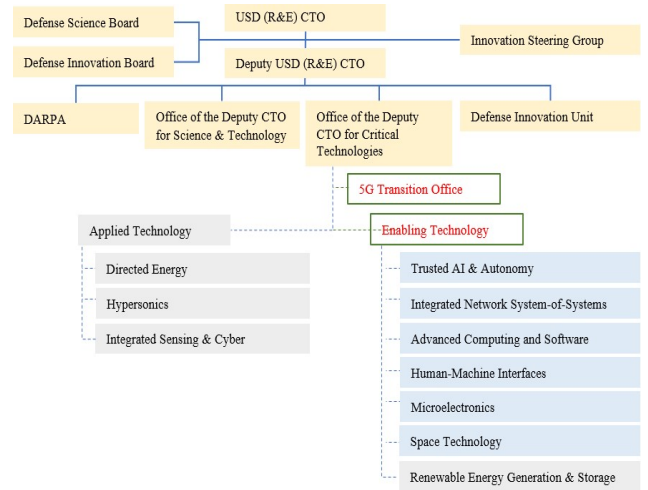


그림 2. DOD의 5G MUM-T 거버넌스 구축
Fig. 2. Establishment of DOD's 5G MUM-T governance

3.3 국방혁신위원회의 5G 및 주파수 권고사항

美연방자문위원회법(FACA: Federal Advisory Committee Act) 근거, 2016년 4월 설립된 국방혁신위원회(DIB: Defense Innovation Board)는 4차 산업혁명 시대 기술·군사적 우위를 보장하기 위해 국방부가 채택해야 하는 신기술·혁신적인 방식에 대해 국방부 장관 및 기타 DoD 고위지도자들에게 독립적인 권장 사항을 제시한다. 이사회는 DoD의 가장 큰 도전과제에 대한 다양한 통찰력을 제공하기 위해 국가안보 혁신기반 리더로 구성되며 소위원회는 그림 1의 ㉔ 관련 AI, S/W, 데이터, 디지털 현대화 및 인적자본 등의 주제에 대한 권장 사항을 생성한다.^[6] 2019년 4월 5G 생태계 자문 보고 활동 수행내용은 그림 1의 ㉔ 관련 표 3과 같이 국방 5G 인프라 및 서비스, 주파수 공동 활용 등에 대한 DIB 권고사항 제안했다.

표 3. DIB의 5G 생태계 조성을 위한 DoD 권고사항
Table 3. DoD recommendations for DIB's 5G ecosystem

| 구분 | 자문·권고 | 세부사항 |
|-------|---|---|
| 주파수 | 5G의 6GHz 이하 주파수 공유 계획, 대역폭 양범위, 공유기간, 영향·평가 | 5G mmWave에서 sub-6G Hz로 우선순위 변경 |
| | | 중국 sub-6GHz 이하 3.2~3.6 GHz 범위, 미국 4.8~5.0GHz 범위 작동 필요 |
| R & D | Post-Western 무선에코시스템에 공학·전략 시스템 보안·복원력 R&D | 네트워크 암호화·복원력 관점 사이버공격 취약 가정 |
| | | zero-trust 모델 채택 |
| | | 데이터 흐름 지속 유지 |
| 공급망 | 국가안보 자산 공급망 취약성 억제 무역정책을 옹호 | 5G 차세대 무선기술 기반 테스트·실험 시작 |
| | | 무역정책이 우수한 보안/코딩 보상, 관세 통해 취약성 옹호 |
| | | Five Eyes/NATO 파트너가 제품원산지와 관계없이 같은 관세 채택 장려 |
| | | 중국 국영기업 접근 거부 |

3.4 美의회 5G 주파수 권한과 부처 간 조율 법안

美의회조사국(CRS: Congressional Research Service)은 2022년 2월에 그림 1의 ㉔ 관련, 연방법규집(CFR: The Code of Federal Regulations)은 8.3kHz에서 275GHz에 이르는 주파수를 800개의 밴드로 나누어 30여 개의 통신서비스에 제공 중이며, 국제적인 주파수의 운영과 배분은 UN(United Nations) 산하의 국제전기통신연합(ITU: International Telecommunication)이 관리하지만, 미국 내 주파수의 배분은 연방통신위원회(FCC: Federal Communications Commission)와 대통령 권한임을 확인하고 주파수 배분에 대한 연방기관 간의 조율을 강화하기 위해 주기적으로 상호양해각서(MOU: Memorandum of Understanding)를 갱신하도록 만드는 법안의 통과를 추진하고 있다.^[7]

CRS는 2022년 4월에 5G 기술이 자율주행, 정보·감시·정찰(ISR: Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), 지휘통제(C2: Command and Control), 수송 등의 분야에서 활용할 수 있다고 발표하였다. 5G 기술은 빠른 데이터 이동과 개선된 대역폭을 바탕으로 무인 차량(Unmanned Vehicle) 등 다양한 부문에 활용될 수 있어, 세계 각국은 서로 다른 방식으로 기술발전을 이끌고 있다는 것이다. 중국 통신사는 Sub-6GHz (저·중 주파수대역)의 3~4GHz 대역폭, 미국은 24~300GHz(고 주파수 대역: mmWave) 활용 중심이며, DoD는 3~4GHz 대역폭이 사용한다. 또한 5G 기술은 국가안보에서 자율주행차량, 정보·감시·정찰(ISR), 지휘·통제(C2), 수송, 유지, 증강·가상현실 등에서 활용할 수 있다. 국방의 자율주행차량이나, 센서는 5G 기술을 통해 대형 데이터베이스에 저장된 정보를 그림 1의 ㉔ 클라우드로 연결해 활용할 수 있으며, 5G 기술의 빠른 반응 속도는 ISR이나 수송 활동을 획기적으로 변화시킬 수 있다.

3.5 DoD 5G 실증·검증 프로젝트 시행

美DoD는 2020년 10월, 국가의 전투 능력과 경제적 경쟁력

을 강화할 목적으로 그림 1의 ㉔ 관련 5G 실증·시험대 프로젝트 발표하였다.^[8] 5G 기술은 국방현대화 프로그램의 기반이며 국가경제 안보에 필수적이다. 미군은 이중용도(미군·상업용) 5G 기술의 대규모 실험·시제품 제작으로 현재의 무선기기보다 더 초고속·초연결·실시간 대응 필요성을 제안한다. 이에 DoD는 2020년 6억 불(600M\$) 예산을 배정했다. 5G 실증 프로젝트는 표 4와 같이 증강·가상현실, 스마트창고 테스트, 분산 명령·제어 강화, 동적 주파수 활용 등 5개로 구성된다.

표 4. DOD의 5G 실증·검증 프로젝트

Table 4. DOD's 5G experimentation and verification project

| 실증단지 | 프로젝트 | 기업 | 임무 |
|------------|----------------------|----------|---------------------|
| JBLM | AR/VR | GBL | 낮은 대기 시간 범위 |
| | | AT&T | 5G 연결 |
| | | ON | 단말-5G |
| | | BAH | AR/VR 기술 |
| NBSD | 5G W/H | AT&T | 네트워크 |
| | | GE | 사전예측 및 분석 |
| | | VMSC | 네트워크 보안, 로봇 환경 센싱 |
| | | Deloitte | 자율화 로봇, UAS |
| MCLB | 5G W/H | FW | 옥내외 실증 |
| | | GE | 모델링 및 분석 |
| | | KPMG | 장비의 디지털화 프로세스 |
| | | SRC | 자율 관리 및 제어 |
| Nellis AFB | Distributed C2 | AT&T | 5G 환경 |
| Hill AFB | Spectrum Utilization | Nokia | 표준 및 아키텍처 개방 |
| | | GDMS | 무선 접속망 |
| | | BAH | 인공지능(AI) |
| | | KBW | 3.1-3.45 GHz 주파수 공유 |
| | | SSC | 5G 통신 |
| | | Ericsson | 기계학습 |

Deloitte사는 그림 1의 ㉔ 관련 자율이동로봇, 무인항공체계(자율드론), AR·VR 등 광범위한 애플리케이션을 제공하며, GE사는 미국의 대표적인 산업인터넷(IIoT: Industrial IoT) 사업자로서 5G 클라우드 기반 실시간 병참 참고 등 자산에 대한 그림 1의 ㉔ 관련 모델링, 예측·분석을 담당한다. AT&T사는 미국의 5G 유·무선 종합통신사업자로서 그림 1의 ㉔ 관련 이동통신의 고효율·저지연 환경을 조성한다. 5G 테스트베드는 유타주 힐공군기지, 워싱턴주 루이스·맥코드 합동기지, 조지아주 해병대 물류기지 Albany, 캘리포니아주 해군 기지 샌디에이고, 네바다주 라스베이거스의 넬리스 공군기지이다. 이 기지들은 주파수대역과 광섬유·무선 인프라에 대한 접속이 편리하고, 신규·개선된 인프라 요구사항을 지원하고, 동적 주파수 공유를 통해 통제된 실험을 수행할 수 있다. DoD는 2022년 기준 5G 기술을 활용하기 위해 12개 테스트베드를 운영 중이다. 2022년 8월에

는 신규 I5G(Innovate Beyond 5G) 프로젝트로 Open6G, 주파수보안(SESS: Self-Ensembling Semi-Supervised 3D Object Detection), MIMO(Multiple-Input and Multiple-Output)를 개시하였다. Open6G는 Open RAN(Radio Access Network)에 대한 6G 시스템 연구를 시작하는 산·학 프로젝트이다.^[9] DoD가 연구개발·검증·신뢰 개선 통합허브 역할이며, 연방정부와 산업계는 생태계를 지원하며 예산은 I5G가 177만 불이다. SESS는 무선망의 수요증가로 주파수 공유 기술개발이며, OUSD R&E(Office of the Under Secretary of Defense for Research & Engineering)가 164만 불을 지원한다. MIMO는 다양한 대역·대역폭 기술을 확장할 수 있는 핵심기술 탐색이 목적이며, OUSD R&E/I5G가 369만 불을 지원한다.

4. 우리의 5G MUM-T 무기체계 운용고도화 정책방안

4.1 MUM-T 무기체계 세부분류 방안

2022년 11월 국방과학기술 혁신법^[10](이하 '혁신법'이라 함) 제2조(정의) 제1호, 방위사업법^[11](이하 '방사업'이라 함) 제3조(정의) 제3호는 "'무기체계'라 함은 유도무기·항공기·함정 등 전장(戰場)에서 전투력을 발휘하기 위한 무기와 이를 운영하는 데 필요한 장비·부품·시설·소프트웨어 등 제반 요소를 통합한 것으로서 대통령령이 정하는 것을 말한다.' 정의한다. 혁신법·방사업의 국방 전력발전 업무 훈령(이하 '업무 훈령'이라 함) 근거 MUM-T 무기체계 세부 분류는 대분류/중분류/소분류로 구성되어 있다. 대분류 기준 무인체계는 기동 무기체계(육군), 함정 무기체계(해군), 항공무기체계(육군/해군/공군), 중분류 기준 무인체계는 지상 무인체계(UGV), 함정무인체계(USV), 무인항공기(UAV)이다. 지상 무인체계는 전투용(무인 경전투 차량 등), 전투 지원용(폭발물 탐지/제거 로봇 등), 함정부인체계는 수상 무인체계(정찰용 무인수상정, 기뢰전용 무인수상정, 전투용 무인수상정 등), 수중주인체계(수중 자율 기뢰 탐색에, 정찰용 무인잠수정, 전투용 무인잠수정 등), 무인항공기는 무인전투기, 무인정찰기, 대공제압무인기 등이 포함된다. 그림 1의 ㉔(UAV, UGV), 표 1(EDT, TFA), 표 2(lbs) 관련 자율화 및 인간-기계 협업 고도화를 고려할 때 전투용 로봇, 드론의 무기 체계에 포함될 필요가 있다.

4.2 MUM-T 무기체계 상호호환성 개선방안

2022년 11월 현재, 과기정통부는 표 5와 같이 그림 1의 관련 5G MUM-T 정책을 발표하였다. 저고도 무인체계 간 연동 국제표준이 추진하고 있으며 5G와 그림 1의 ㉔㉕의 연동은 현행 1km에서 2025년 20km 확장에 착수한 상황이다. 고도 공영은 150m 이하로 미국 UAS 무인체계 표 2의 1,200 AGL(360m) 이하보다 낮다. 5G DNA 기반 비가시권 실시간 관계 공영을 위한 모델, 기지국, 군집 자율 운행 기술은 2024년에 개발을 완료할 계획이다. 5G 특화 망 제도는 2021년부터 시행되어 2022년 10월 해군이 주파수를 지정받았다. 이 사례는 표 4의 5G MUM-T 실증·검증 프로젝트에 적용할 수 있다. 정부는 5G와 M-BcN 연동은 2025년 실증이 예정하고 있고, 저궤도(LEO) 위성통신 14기 연동^[12]은 2031년 이후 가능할 것으로 판단된다. 스타링크는 2023년에 LEO 5G 위성통신 사업을 계

획중이다. 우리의 LEO 14기 도입시점이 앞당겨 질 필요가 있다.

표 5. 5G MUM-T 상호호환성
Table 5. 5G MUM-T Interoperability

| 5G 기술 | 현황 분석 |
|-------------------------|--|
| 무인기 ↔ 무인기 연동 표준화 ('22) | 저고도 드론 간 표준안 '22년 국제표준 제정 |
| 무인기 ↔ 5G 연동체계 ('25) | 통신 (RF 통신 및 LTE 기간망) 이중화, 드론 통신거리가 1Km 내외임. 무인기(드론) 비행 20km 확장, 무인기(드론) 150m 이하 |
| 5G DNA → 무인기 접목 ('24) | (Data) 위성·항공·공간 데이터 연계 센서 데이터 표준화, (5G) 5G 드론 실증, 드론용 5G 통신모뎀, 이동형 기지국 등 개발, (AI) AI를 슈퍼컴 고성능 시스템 기반 드론 적용 |
| 5G 특화 망 ('21.6~) | 5G 특화 망 28GHz, 6GHz 이하(Sub-6GHz) 공급, 해군('22.10) 지정 |
| DNA → 디지털 인프라 고도화 ('25) | M-BcN 구축('23), 위성·드론 영상의 송수신, 5G 군이용 R&D 실증 추진, 국방 M-BcN과 상용 5G망 간 연동 실증('25) |
| 6G ↔ 위성통신 연동('25) | 5년간 2천억 원 예비타당성 조사 최종 통과, '31년 14기 검증·실증 저궤도위성 발사 |

표 6. 국방 5G MUM-T 주파수 활용 방안
Table 6. Defense 5G MUM-T frequency utilization plan

| 유형 | 관련법 | 항. 호 | |
|-------|-------|---------------------------|--|
| 주파수승인 | 정부할당 | 제9조(주파수분배) | ① 국방·치안 및 조난구조 등 국가안보·질서유지 또는 인명 안전의 필요성 |
| | | 제18조의6(공공용 주파수 수급 계획의 수립) | ② 관계 중앙행정기관 등의 장은 다음 연도의 공공용 주파수 이용계획서를 작성하여 매년 3월 31일까지 과학기술정보통신부 장관에게 제출 |
| 주파수할당 | 전파법 | 5G 특화 망 주파수 공급방안 | 다수 사업자가 토지/건물 등 제한된 구역에서 소규모 네트워크를 구축하고 소규모 투자로도 서비스 제공이 가능 |
| 도매제공 | 사업자할당 | 제6조의3(주파수 공동사용) | ① 과기정통부장관은 주파수의 전부 또는 일부를 주파수 공동사용에 제공 가능 |
| | | 통신법 | 제38조(전기통신 서비스의 도매제공) |

4.3 5G 주파수 할당 및 활용 방안

그림 1의 ㉔ 및 표 3 관련 전파법, 통신사업법에 따라 주파수 활용 방법은 표 6과 같이 3가지 유형이 가능하다. 주파수 사용승인은 정부에 국방용으로 일반, 신속 획득 사업을 고려하여 주파수 소요 요청하여 주파수를 획득하여 사용한다. 주파수 할당·사용은 5G 특화 망 주파수 공급정책 관련 정부에 국방용으로 주파수를 할당받아 제한된 구역에서 국방서비스 제공한다. 전기통신 서비스 도매제공은 통신망 사업자가 획득한 주파수의 일정 대역을 도매로 받아 국방서비스를 제공한다. 주파수의 부처 간 조율이 어려울 때는 미국의 사례와 같이 부처 간 MOU를 강화하고 갱신하는 법안 마련의 접근방법이 있다.

4.4 5G MUM-T 거버넌스 구축 및 운영 방안

DoD의 그림 2와 같이 그림 1의 ㉔ 기반 5G MUM-T 거버넌스 체계는 그림 3과 같이 설계할 수 있다. 국방부 국방개혁실에 5G 신속획득 추진관을 신설하고 기술/제도 담당관 산하에 신뢰 기반 AI 자율화, 네트워크 체계통합, 첨단 컴퓨팅 S/W, 인간-기계 협업과 공생, 초소형 전자공학, 양자/우주기술을 배치하여 거버넌스를 운영하는 것이 바람직하다.^[13] 이러한 5G 거버넌스에 추가로 국방개혁실을 디지털 인공지능실 명칭 변경, 또는 국방개혁실에 디지털인공지능관을 신설하고 미국 JADC2와 같은 플랫폼을 구축, 운영하여 지속해서 군 능력을 향상하는 것이 중요하다. DoD는 거버넌스를 통해 민군협력 기반 5G MUM-T 무기체계의 경쟁력 강화를 추구하고 있다.

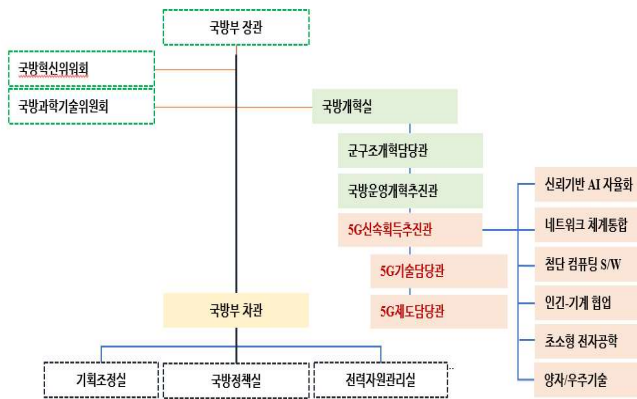


그림 3. 5G MUM-T 거버넌스 구축안

Fig. 3. 5G MUM-T Governance Establishment Plan

4.5 5G MUM-T 분류체계 방안

혁신법은 무기체계만을 다루며, 전력지원체계를 법령의 범위에 포함하지 않고 있는 것이 방사법과 차별된다. 혁신법은 무기체계만을 분류범주에 두며, 방사법은 무기체계 및 전력지원체계 모두를 범위로 다루고 있다. 2분류 체계 안은 무기체계 중심이며, 최근의 인공지능·자율화·상호운용성·표준화 등 운용 측면이 명확하게 제시되는 것이 더 바람직해 보인다. 방사법 제2조(무기체계의 분류), 제2조의2(전력지원체계의 분류)에 표 7과 같이 무기체계 설비 신설 검토가 가능하다. 방사법 제3조 제3호 “무기체계”를 무기체계와 무기체계 설비로 구분 검토할 수 있다. 2019년, 과기정통부는 전기통신사업법 개정으로 사물

인터넷 등 한정된 용도로 소규모 네트워크를 스마트시티에 구축하려는 사업자 시장진입 허용하였다. 같은 해, 산업부의 전기 新 사업자는 전기사업법 제2조 제12호의 5(전기자동차충전사업자), 제12호의7(소규모전력 중개사업자)에 근거하여 시장진입 허용하였다. 국방부의 무인체계 분류에는 MUM-T 핵심 기술인 AI, 자율화 부분이 제한적이므로, 무기체계에서 무인체계를 별도 분리하여 무인체계 및 유·무인체계의 AI 지원 자율화 발전이 필요하다. UGV 전투용 대상 장비에 장애물 개척 로봇, UAV 대상 장비에 드론이 반영되지 않아 현실 민간기술 영역을 반영하지 못하고 있다. 따라서 국방 AI 지원 자율화 무인체계 범주 및 분류는 개선이 필요하다.

표 7. 무기체계 및 무기체계 설비 분류안

Table 7. Classification proposal for weapon system and weapon system equipment

| 분류 | 무기체계 | 무기체계 설비 | 전력지원체계 |
|---------|--------------------------|--|--|
| 방사법 제3조 | 제3호 가. 유도무기/항공기/함정 무기 | 제3호 나. 무기체계 운영 장비/부품/시설/소프트웨어/사물인터넷/빅데이터/인공지능 등 | 제4호 무기체계 설비 외의 장비/부품/시설/소프트웨어 그 밖의 물품 등 |
| | 혁신법 제2호 1호 가. “무기체계” | 나. “무기체계 설비” | - |

5. 결론

최근 DoD 및 DIB는 5G MUM-T 국제경쟁력 강화^[5] 및 산업 생태계 조성^[6]에 집중하고 있다. 본 연구는 우리의 5G MUM-T 무기체계의 NATO 상호운용성 및 미국 JADC2 협업에 부합되게 운용고도화를 위한 제도개선 방안을 제시하였다. 첫째, 2022년 11월 기준 혁신법·방사법의 무기체계 세부 분류에 전투용 로봇, 드론이 미포함되어 있어, 이를 반영한 세부 분류 개선안 마련이 필요하다. 둘째, 표 5의 MUM-T 상호호환성 현황 분석 관련 정부의 저궤도 5G-NTN 위성 연동은 2031년 14기 연동을 계획하고 있다. 미국 스타링크는 2023년 2월 한국에서 저궤도 5G-NTN 위성통신 사업을 위하여 통신사업법의 기간통신사업자 등록 신청을 하고, 5월 12일에는 등록이 완료되었다. 저궤도 MUM-T 무기체계 경쟁력 제고를 위하여 LEO 5G-NTN 위성통신의 확보 시점을 앞당길 필요가 있다. 셋째, 5G 주파수 할당·사용은 표 6과 같이 5G 특화망 확대 활용, 통신사업법 도매제공의 통신망 사업자가 획득한 주파수의 일정 대역을 도매로 받아 MUM-T의 실증·검증에 사용할 수 있다. 넷째, 5G MUM-T 거버넌스 체계는 4차 산업혁명 기술, 민간기업과 협업 등을 고려하여 그림 2의 미국방부와 같이 그림 3 처럼 국방부 장관 직속으로 운영하는 것이 더 바람직함

것으로 판단된다. 다섯째, 방사업 무기체계의 2 분류는 무기체계 운용고도화를 위하여 표 7과 같이 3 분류체계로 무기체계, 무기체계 설비, 전력지원체계로 재구성이 필요하다. 이는 스마트시티, 사물인터넷, 전기차 충전 등 신사업의 활성화 및 경쟁력 강화를 위하여 스마트 도시법, 통신사업법, 전기사업법 개정 사례와 같은 접근방법이다. 본연구 결과는 4차 산업혁명 핵심기술과 시스템, 한미 정부의 정책사례, 우리의 과기정통부의 통신사업법 상호접속·도매제공 고시, 방사업과 혁신법의 분류체계로 접근하였다. 향후 연구는 미국, 중국, 독일, 영국, 일본 등의 정책사례로 확대하여 비교·분석될 필요성이 있다.

사 사

본 논문은 ETRI 기본사업인 “국가지능화 기술정책 및 표준화 연구(23ZR1400)”를 통해 작성된 결과물입니다.

References

- [1] J. Y. Lee, “Manned-Unmanned Collaborative Combat System(MUM-CCS) Operation Concept and Development Direction,” KRINS QUARTERLY, Vol. 3, No. 3, pp. 194-198, 2018.
- [2] U.S. Army UAS Center of Excellence, “U.S. Army Roadmap for Unmanned Aircraft Systems 2010-2035,” Washington, pp. 63-64, 2010.
- [3] <https://www.law.go.kr/admRulSc.do?menuId=5&subMenuId=41&tabMenuId=183&query=%EB%8F%84%EB%A7%A4%EC%A0%9C%EA%B3%B5#liBgcolor0>(검색일: 2023.3.26.)
- [4] NATO, “Science & Technology Trends 2020-2040, March 2020,” pp. 9-22, 2020.
- [5] U.S. Department of Defense, “USD(R&E) Technology Vision for an Era of Competition,” Washington, pp. 2-6, 2022.
- [6] Defense Innovation Board, “The 5G Ecosystem: Risks & Opportunities for DoD,” Washington, pp. 10-31, 2019.
- [7] Congressional Research Service, “National Security Implications of Fifth Generation Mobile Technologies,” IN FOCUS, Washington, pp. 1-3, 2022.
- [8] U.S. Department of Defense, “DOD Announces \$600 Million for 5G Experimentation and Testing at Five Installations”, IMMEDIATE RELEASE, Washington, pp.2-4, 2020.
- [9] U.S. Department of Defense, “Three New Projects for DOD's Innovate Beyond 5G Program,” IMMEDIATE RELEASE, Washington, p. 1, 2022.
- [10] <https://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&query=%ED%98%81%EC%8B%A0%EB%B2%95#undefined>(검색일: 2023.3.26.)
- [11] <https://www.law.go.kr/lsSc.do?menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&query=%EB%B0%A9%EC%9C%84%EC%82%AC%EC%97%85#undefined>(검색일: 2023.3.26.)
- [12] Ministry of Science and ICT, “Microsatellite and 6G Satellite Communication Technology Development Plan,” Seoul, p. 5, 2022.
- [13] B. W. Kim, “Strategies for Autonomous MUM-T Defense Industry,” Journal of Aerospace System Engineering, Vol.17, No. 2, pp. 56-61, 2023.