

지능형 통합을 위한 국방 모바일 네트워크의 구현 방향 연구

고현호
한국국방연구원

hyunhokoh@kida.re.kr

A Research on Implementation Directions for Intelligent Integration in Defense Mobile Network

Hyunho KOH
Korea Institute for Defense Analyses

요 약

본 논문은 미래 전장 환경을 위한 지능형으로 통합된 국방 모바일 네트워크를 위한 발전 방향을 고찰한다. 다영역작전이 필수적인 미래 전장에서 초고속·초대용량·초저지연 특성을 갖춘 국방의 모바일 네트워크는 전투 영역에서 신경망 역할을 담당하며 실시간 정보 공유와 의사결정을 지원할 것이다. 우선 미 국방부의 5G 관련 전략의 추진 방향을 살펴본 후, 우리 군의 모바일 네트워크 현황을 분석했다. 이를 통해 Standalone 방식 구축으로 상호운용성 어려움, 성능 한계 등의 문제점을 식별했다. 발전방향 마련을 위한 지능형 통합을 위한 기본 방향을 제시했고, 이를 바탕으로 5G 기반 통합 코어 아키텍처, 이기종 모바일 네트워크 간 연동을 위한 원칙과 방향, 계층적 구조의 심층 방어 체계 구현, Data Network 연결을 위한 방향을 제안한다. 본 연구는 미래 전장 환경에 효과적으로 대응하기 위해 지능형 통합의 국방 모바일 네트워크 구현 방향을 제시함으로써, 작전수행능력 향상과 효율성 제고에 기여할 것으로 기대한다.

I. 서 론

빠르게 발전하는 정보통신기술로 인해 미래 전장은 동시통합의 다영역작전은 더 이상 선택이 아닌 필수 요소로 인식된다. 미래 작전 환경에서 국방의 지능형 모바일 네트워크는 '신경망' 역할을 담당하며 정보의 실시간 공유와 전파를 실현하는 핵심 기반이 될 것이다. 정보의 우위는 곧 전투의 우위로 직결되기 때문에, 국방 모바일 네트워크는 이동 중에도 고대역폭 데이터 통신이 가능한 구조로 변화를 요구한다. 특히 전투원 간 실시간 정보 공유를 통한 상황인식 및 신속한 의사결정 지원에서부터 유·무인 복합체계, 무기체계와 연결, 육·해·공군 간 원활한 정보 교환 및 합동작전 등으로 필요성과 중요성이 증대되고 있다.

본 논문에서는 미래 전장 환경에 작전수행능력 향상과 효율성 제고에 기여하는 지능형 통합의 국방 모바일 네트워크 구현 방향을 모색했다.

II. 미군의 추진방향 및 현실대 분석

미군은 5G를 군사적으로 활용하기 위해서 'DoD 5G Strategy'를 이미 5년전에 마련했다. [1] 2024년에는 'Private 5G Deployment Strategy'를 통해 'DOD 5G Vision'을 소개하고, 군사 분야 5G 특화망을 적용하기 위한 구체적인 기준 제시했다. [2] 특히 DOD 5G Vision은 상용망과 군 전용망의 융합적 활용을 위한 하이브리드 네트워크 구조, 네트워크 전반에 걸친 지속적 인증 및 검증을 위한 Zero Trust 보안 아키텍처, 상호운용성 확보를 위한 표준 기반 구축, 전장

환경에서의 분산형 데이터 처리를 위한 에지 컴퓨팅 강화, 그리고 제한된 주파수 자원의 효율적 활용을 위한 동적 스펙트럼 공유 등의 핵심 요소 등으로 구성된다. 또한 5G를 군사적으로 활용하기 위해 3개의 노력선(LoE)을 통해서 단계적인 접근법을 채택하고 있다.



우리 군은 각 군별 및 체계별로 다양한 모바일 네트워크를 도입하여 운영하고 있다. 육군은 전술통신체계를 중심으로 통신을 구현하고 있으며, 해군은 함정 내 LTE 네트워크 구축 및 LTE TDD 기술을 해군 부대에 부분적으로 적용하고 있다. 공군도 TDD LTE 기술을 활용하여 비행단에 모바일 네트워크를 구축하여 운영하고 있다. 이와 같이 군별로 독자적인 통신체계를 보유하고 발전시켜 왔기 때문에 유지보수의 어려움과 상호운용성의 제한으로 통합의 어려움을

야기하는 체계 분절화가 존재한다. 그리고 대용량 영상 등 고대역폭 데이터 전송에 제약으로 인한 성능 한계, 새로운 요구사항이나 기술변화에 대응하기 어려운 폐쇄적 구조로 인한 확장성 부족 등의 다양한 이슈가 존재한다. 이러한 현실대는 첨단 무기체계의 네트워크 요구사항과 미래 전장 환경에 효과적으로 대응하기 어려운 구조적 한계를 내포하고 있다.

III. 지능형 통합을 위한 기본 방향

우리 군의 모바일 네트워크 통합은 다음과 같은 기본 원칙을 중심으로 체계적으로 추진되어야 한다. 첫째, 평시에는 민간의 상용이동통신망과 연계를 통한 효율성을 추구하고 유사시에는 군 통제 하에 통합 운용할 수 있는 체계를 구축한다. 둘째, 표준을 최대한 활용하되 보안, 생존성 등 군 특수 요구사항을 충족하는 방향으로 발전시키는 범용성과 특수성의 균형을 유지해야 한다. 셋째, 기존 체계의 급격한 변경보다는 점진적 통합을 통한 안정적 전환을 도모하는 단계적인 통합 추진이 필요하다. 넷째, 정보의 중요도에 따라 평문, 비밀, 특수비밀 등으로 구분하여 보안체계를 적용하는 보안 수준별 계층화가 이루어져야 한다.

본 논문에서 제시하는 지능형 통합 방향의 핵심은 물리적으로 분리된 다양한 국방 5G 특화망, 상용이동통신망 활용, 재난안전통신망 등 국방의 모바일 네트워크를 효율적으로 관리하고 필요시 안전하게 연동할 수 있는 구조를 설계하는 것이라고 할 수 있다.

IV. 국방 모바일 네트워크 통합 방향

지능형 통합의 핵심은 보안 수준별 분리와 효율적 관리 구조의 구현에 있다. 이를 위해 5G 기반 통합 모바일 코어 아키텍처를 바탕으로 국방 모바일 코어 센터 구축은 필수적이다. 통합 모바일 코어 아키텍처는 분리된 모바일 네트워크를 효율적으로 관리하면서도, 서비스 특성과 보안 요구사항에 따라 최적화된 환경을 제공할 수 있는 장점이 있다. 여기에는 군의 특수한 요구사항을 반영하여 구축이 필요하다. 우선 첫번째로 국방 업무용(평문), 작전/기밀용(비밀리) 및 특수 임무용으로 분류하여 운용한다. 둘째, 마이크로서비스 기반의 유연한 기능 구현을 위한 서비스 기반 아키텍처(SBA)를 도입한다. 셋째, 확장성과 유연성 제공을 위한 컨테이너 기반 구현을 가능케 하는 클라우드 네이티브 설계를 적용한다. 넷째, 지연 민감 서비스의 로컬 처리 및 생존성 강화를 위한 에지 컴퓨팅 분산 배치를 구현한다.

국방의 다양한 모바일 네트워크 간 연동은 다음과 같은 원칙과 방향으로 체계적으로 추진되어야 한다. 첫째, 3GPP 국제 표준을 준수하여 상호운용성을 확보하는 표준 인터페이스 기반 연동을 구현한다. [3] 둘째, 네트워크 간 연결점에 군의 보안 수준을 충족하는 게이트웨이를 설치하여 침해를 방지한다. 셋째, 트래픽 상황에 따른 최적 경로 선택을 가능케 하는 동적 라우팅 및 로드밸런싱 기술을 적용한다. 넷째, 특정 연동점 장애 시에도 서비스 연속성을 보장하는 이중화된 연동점 구성을 통해 네트워크 신뢰성을 강화한다. 결국, 군의 중요 트래픽 우선순위 보장 및 서비스품질 관리를 위한 QoS 보장 메커니즘을 바탕으로 연동을 구축한다. 단계별 시나리오(평시/위기/전시)에 따라 다르게 운용될 수 있도록 유연하게 설계되어야 하며, 평시에는 효율성을, 위기/전시에는 보안과 생존성을 우선시하는 상황 맞춤형 운용개념 수립도 필수적이다.

통합 모바일 네트워크의 보안은 계층적 접근법을 통해 심층 방어 체계를 구현해야 한다. 첫째, 앞서 기본 방향에서 제시한 평문, 비밀 및 특수비밀 등으로 계층화하고, 여기에 각 보안 수준에 따라 기준을 마련하여 보안을 적용한다. 둘째, 전송 수준(종단간 암호화, 양자 암호), 단말 수준(하드웨어 보안모듈, 보안 부팅), 사용자 수준(다중인증, 생체인증) 등 다중 보안 체계를 적용한다. 셋째, 지속적 인증 및 권한 검증, 최소 권한 원칙 적용, 세션 기반 접근제어 등을 통한 제로트러스트 아키텍처를 도입하여 보안의 심층화를 추구한다. 특히 이중망 간 연결점은 보안 취약점이 발생할 수 있는 위험이 존재하므로, 암호화 터널링, 방화벽, 침입방지시스템 등 다중 보안을 적용하여 철저하게 보호해야 한다.

Data Network(DN)은 연결은 지능형으로 통합된 국방 모바일 네트워크와 국방의 다양한 서비스, 체계에 접근하기 위한 역할을 담당한다. 연결 구조는 다음과 같은 요소로 구성해야 한다. 첫째, UPF(User Plane Function) 기반 직접 연결, 보안 수준별 독립 DN 구성, 가상 네트워크 기능(VNF) 기반 유연한 연결 등의 DN 연결 구조를 구현한다. 둘째, 사용자/단말/서비스 기반 세분화된 접근정책, 상황인식형 동적 접근제어, API 기반 안전한 서비스 접근 등의 DN 접근 제어 체계를 적용한다. 셋째, 네트워크 핸드오버 시 세션 유지, 백업 경로 자동 전환, 우선순위 기반 리소스 할당 등의 서비스 연속성 보장 요소를 구현한다. 정보보호 수준별로 물리적으로 분리하여 운영하되, 통합 관제와 정책 적용이 가능하도록 체계적으로 구축해야 한다.

V. 결론

본 논문에서는 미래 전장 환경 대응을 위한 우리 군의 지능형 통합 모바일 네트워크 발전 방향을 제시했다. DOD 5G Vision 에서 확인할 수 있듯이, 미군은 모바일 네트워크를 국방력의 핵심 요소로 인식하고 통합과 체계적인 도입을 적극 추진하고 있다. 우리 군도 현재의 다양한 모바일 네트워크를 지능형으로 통합하여 상호운용성을 확보하고, 유지보수 효율성을 높이며, 나아가 생존성을 향상할 수 있는 구조로 전환해야 할 시점에 있다. 이를 위해서 우선 위한 지능형 통합을 위한 기본 방향을 제시했다. 그리고 기본 방향을 바탕으로 5G 기반 통합 코어 아키텍처, 이기종 모바일 네트워크 간 연동을 위한 원칙과 방향, 계층적 구조의 심층 방어 체계 구현, Data Network 연결을 위한 방향을 제시했다.

지능형으로 통합된 아키텍처는 6G 로 기술 발전, 저궤도 위성과 같은 새로운 통신수단에 유연하게 대응할 수 있는 확장성을 포함하여, 향후 더욱 중요해질 것이다. 지금까지 제시한 발전방향은 단순한 기술 도입을 넘어, 미래 전장에서의 작전수행능력 향상과 국방 효율성 제고를 위한 전략적 과제로 접근해야 하며, 이를 통해 우리 군의 합동작전 능력과 대응역량을 획기적으로 강화할 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] U.S. DoD. (2020). 5G Strategy Implementation Plan.
- [2] U.S. DoD. (2024). Private 5G Deployment Strategy.
- [3] 3GPP, TS 23.501, "System Architecture for the 5G System (Release 17)," 2023.