

5G 특화망의 국방 활용 방안

장용업, 이재생, 봉지훈, 정길수

국방과학연구소

yujang@add.re.kr, jslee15@add.re.kr, aroti@add.re.kr, ksjeong@add.re.kr

Military Applications of 5G Private Networks

Yong-Up Jang, Jae Seang Lee, Jihoon Bong, Kil-Soo Jeong

Agency for Defense and Development

요 약

5G 특화망(Private 5G Network)은 특정 기관이나 조직이 독자적으로 통제하고 운용할 수 있는 전용 통신망으로, 초고속 데이터 전송, 초저지연 서비스, 초연결성을 제공한다. 상용 5G나 Wi-Fi와는 달리 외부 의존성이 낮고, 특화된 요구에 맞게 맞춤형 설계가 가능하다는 점에서 높은 보안성과 신뢰성을 확보할 수 있다. 군은 지휘통제, 감시정찰, 군수지원, 병력관리 등 다양한 영역에서 안정적이고 안전한 네트워크를 필요로 하기 때문에 5G특화망의 이러한 특성은 특히 국방 분야에서 큰 의미를 갖는다. 또한 군사 작전은 종종 단절, 간헐적 연결, 대역폭 제한 환경에서 수행되므로, 전용망이 아니면 안정적 임무 수행이 어렵다. 본 연구는 5G 특화망의 기술적 특징을 분석하고, 국방 활용 가능성을 교육훈련, 지휘통제, 군수지원, 경계감시 그리고 전술망 등 다양한 영역에서 살펴본다.

I. 서 론

5G 특화망은 현대 국방 분야에서 혁신적인 변화를 가져올 수 있는 핵심 기술로, 초고속·초저지연·초연결성이라는 세 가지 특성을 바탕으로 전통적인 국방 통신 시스템의 한계를 극복하고 미래형 전투체계 구축을 가능하게 한다. 5G 특화망은 공용 5G망과 달리 특정 기관이나 기업 전용으로 운용되는 맞춤형 네트워크로, 국방 분야의 높은 보안성과 안정성에 대한 요구사항을 충족할 수 있는 통신 인프라이다[1].

기존의 군 통신망은 일정 수준의 안정성을 제공했으나, 현대전의 복잡성과 분산성을 감당하기에는 한계가 뚜렷하다. 초저지연, 초고속, 대규모 동시접속을 제공하지 못하고, 특히 데이터 지연이 치명적 결과를 낼 수 있는 미사일 방어, 무인기 편대 제어, 사이버 방어와 같은 영역에서는 심각한 위험 요소가 된다. 더욱이 산악지형, 해양 작전 환경, 전자전 공격 등의 군사 환경은 단절·간헐적 연결·대역폭 제한이 빈번하게 유발되는 특수한 제약 조건 속에 놓인다. 이러한 상황에서는 기존 상용망에 의존할 경우, 지휘통제의 단절이나 작전 실패로 직결될 수 있다. 따라서 군은 독자적 운용과 보안성을 확보할 수 있는 5G 특화망을 도입할 필요가 있다.

본 논문은 이러한 배경을 바탕으로, 5G 특화망의 기술적 특징과 차별성을 분석하고, 국방 분야에서의 구체적 활용 방안을 고찰한다.

II. 5G 특화망 특징

5G 특화망의 특징을 설명하기 위해, 그림 1은 Wi-Fi, 상용 5G, 5G 특화망을 직관적으로 비교한 도식이다. Wi-Fi는 실내 소규모 통신 환경에서 간단히 설치해 사용할 수 있다는 장점이 있지만, 보안성 취약과 커버리지 한계로 인해 국방 분야에서는 활용이 제한적이다. 상용 5G는 광범위한 범위에서 높은 성능을 제공하지만, 민간 통신사업자망에 종속되므로 외부 공격이나 전자전 상황에서 독립적 운용이 불가능하다. 이에 비해 5G 특화망은 군이 직접 구축·운용하는 전용망으로, 독립성, 보안성, 임무 맞춤형 설계가 가능하다. 즉, 상용망의 장점을 흡수하면서도 국방 환경에 최적화된 안정성과 제어권을 보장한다. 국방 통신에서 QoS는 단순한 품질 보장을 넘어 생존성과 직결된다. 예를 들어, 영상 정찰 데이터, 미사일 요격 명령, 긴급 의료신호는 반드시 우선 전송되어야 한다. 5G 특화망은 IntServ와

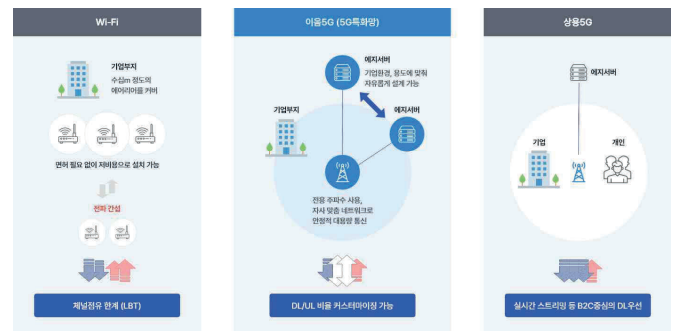


그림 1. Wi-Fi vs. 5G 특화망 vs. 상용 5G 비교

DiffServ 같은 QoS 기술을 활용하여, 중요 데이터가 지연 없이 전달되도록 보장한다. 특히 DiffServ 방식은 대규모 네트워크에서 효율적인 자원 관리가 가능하므로 군 작전에 적합하다. 이는 전장에서 통신 혼잡이 발생하더라도, 지휘관이 필요한 정보를 실시간 확보할 수 있도록 한다.

군 네트워크의 최대 위협은 외부 침투와 내부 위협을 모두 포함한다. 따라서 단순한 경계 보안이 아닌 제로 트러스트 아키텍처(Zero Trust Architecture) 개념이 필수적이다. 이는 모든 사용자·기기·데이터 흐름을 지속적으로 인증하고, 최소 권한만 부여하여 잠재적 위협을 차단하는 방식이다. 5G 특화망은 제로 트러스트 모델을 적용하여, 적의 사이버 공격뿐 아니라 내부의 이상 행위까지 탐지하고 방어할 수 있다.

단절·간헐적 연결·대역폭 제한이 빈번하게 유발되는 특수한 환경은 군 작전의 특수성을 반영하는 개념이다. 5G 특화망은 MEC(Mobile Edge Computing)와 네트워크 슬라이싱(Network Slicing)을 활용하여 이러한 제약을 극복한다. 예를 들어, 네트워크 단절 상황에서는 엣지 서버에서 최소한의 지휘통제 기능을 유지하고, 간헐적 연결 상황에서는 중요 데이터만 우선 전송하도록 트래픽을 조정할 수 있다. 이는 군 통신망이 단순히 연결 여부에 의존하는 것이 아니라, 상황별로 적응적 기능을 수행할 수 있음을 의미한다.

군 작전에서는 작은 시간의 지연도 전투 결과를 바꿀 수 있다. 따라서 5G 특화망은 고가용성(High Availability), 신뢰성(Reliability), 실시간성(Real-Time Performance), 회복탄력성(Resilience)을 모두 보장해야 한다. 이는 미사일

방어체계, 무인기 편대 제어, 원격 군의료 지원, 사이버 방어 등 다양한 영역에서 필수적이다. 결국 5G 특화망은 단순 통신망이 아니라, 미션 크리티컬한 군 시스템의 필수적인 요소라 할 수 있다.

III. 5G 특화망 국방 활용방안 및 전술망 적용시 고려사항

국방분야 5G 특화망 활용방안을 설명하기 위해 그림 2는 지능형 스마트 부대의 기본 운영 개념을 나타낸다. 지휘통제실은 빅데이터와 AI를 활용해 병력·장비·차량·무기·시설을 실시간 관리한다. IoT 센서, 드론, CCTV, 군용 단말기에서 수집된 정보가 5G 특화망을 통해 전송되며, 지휘관은 이를 종합적으로 분석하여 최적의 결정을 내린다. 이는 전장을 하나의 유기체처럼 연결하여, 실시간 상황인식과 신속한 의사결정을 가능케 한다. 5G 특화망은 무인 감시체계의 핵심 인프라로 활용된다. 드론, IoT 센서, CCTV가 연동되어 전장의 이상 징후를 자동 탐지하고, 실시간 경보를 발령할 수 있다. 또한 네트워크 슬라이싱 기술을 활용해 작전별로 트래픽을 구분 관리함으로써, 중요도가 높은 작전은 안정적이고 지연 없는 통신을 보장 받는다. 이는 적 침투조기 탐지와 신속 대응에 결정적 역할을 한다. 군수 지원은 전쟁 지속능력의 핵심이다. 5G 특화망 기반 RFID와 IoT 센서는 탄약, 연료, 보급품의 위치와 소모 현황을 실시간 추적한다. 이를 통해 보급의 정확성을 높이고, 불필요한 낭비를 줄일 수 있다. 더 나아가 병사 개인 복지와 의료 지원까지 확대 적용하면, 군수체계 전반의 효율성이 혁신적으로 향상된다.

국방분야에서 5G 특화망 활용범위는 단순한 지휘통제·훈련 차원을 넘어, 실제 전술이동통신체계의 한계를 극복하고 미래 전장 환경에 적합한 통신망을 구축하는 방향으로 확대되고 있다[2][3]. 기존 전술이동통신체계(TMCS)는 상용망처럼 고정 기지국 기반의 광역망이 아니라, 지휘소 단위로 임의 지역에 이동 후 한정된 범위에서만 서비스를 제공한다는 한계를 가진다. 5G 특화망을 전술적으로 활용하기 위해서는 단순히 새로운 통신 기술을 도입하는 차원을 넘어, 실제 전장 환경에서 빈번하게 나타나는 제약들을 극복할 수 있는 구체적인 방안이 마련되어야 한다. 특히 기동성, 연결성, 그리고 이중 네트워크 간의 연동성은 그 자체로 전장의 생존성과 직결되는 요소이기 때문에, 세심한 고려가 필요하다.

우선 가장 먼저 해결해야 할 과제는 전술 중계망의 확보이다. 기존 전술 통신체계는 주둔지 중심의 운용을 전제로 하고 있어, 기동 중인 부대에 대해서는 충분한 통신 지원을 보장하기 어렵다. 그러나 현대전은 빠른 기동과 분산 작전을 기본으로 하고 있으며, 부대가 이동하는 동안에도 지휘와 통제가 끊김 없이 유지되어야 한다. 이를 위해 차량이나 병사 단말, 나아가 소형 드론이 자동으로 중계 노드가 되어 하나의 Ad-hoc 다중 홉 네트워크를 형성할 필요가 있다. 더 나아가 고고도 플랫폼(HAPS), UAV, 계류형 기구를 활용한 공중 중계는 고주파 대역의 짧은 도달거리 문제를 보완하며, 빠르게 변화하는 전술 상황 속에서도 안정적인 커버리지를 제공할 수 있다. 이러한 전술 중계망은 단순한 신호 전달에 그치지 않고, MEC(Mobile Edge Computing)와 결합해 현장에서 데이터를 선별적으로 처리하고, 핵심 정보만 상위로 전송함으로써 지연을 줄이고 통신 효율을 극대화할 수 있다.

둘째, 5G 특화망이 직면할 수밖에 없는 단절·간헐적 연결·대역폭제한 환경의 극복이다. 전장에서는 지형적 요인, 전자전 공격, 기상 상황 등에 의해 통신이 단절되거나 간헐적으로만 유지되며, 심지어 제한된 대역폭만 사용할 수 있는 경우도 빈번하다. 이러한 상황에서 기존의 연속적 연결에 의존하는 네트워크는 제대로 기능하기 어렵다. 따라서 데이터를 저장했다가 재연결 시 전송하는 저장-전송(store-and-forward) 방식, 임무의 중요도에 따라 데이터 전송 우선순위를 부여하는 QoS 정책, 그리고 엣지 컴퓨팅을 통한 현장 분석 기능이 필수적으로 도입되어야 한다. 예를 들어 드론이 촬영한 영상 전체를 전송하는 대신, MEC에서 적의 움직임이나



그림 2 지능형 스마트 부대의 기본 운영 개념

위협 요소만을 추출해 전송하면, 제한된 대역폭 속에서도 임무 수행에 필요한 핵심 정보는 지연 없이 상위 지휘소에 전달될 수 있다. 이처럼 전술 환경을 전제로 설계된 5G 특화망은 통신이 끊기더라도 전투 수행에 치명적 공백을 남기지 않는 탄력적 네트워크로 기능하게 된다.

셋째, 지상-공중-우주를 아우르는 다층 네트워크 연동성 확보가 필요하다. 전술 현장은 지상망만으로는 충분하지 않으며, 공중 플랫폼과 위성 통신을 결합해야만 광역적이고 연속적인 연결성을 보장할 수 있다. 특히 LEO 위성과의 결합은 낮은 지연을 통해 빠른 의사결정을 가능하게 하며, GEO 위성과의 연계는 넓은 지역을 커버할 수 있다. 이러한 다층 네트워크 구조를 실질적으로 구현하기 위해서는, 서로 다른 망을 연결하는 게이트웨이와 프로토콜 변환 장치가 필요하며, 이를 통해 QoS 정책과 보안 규칙이 일관되게 적용될 수 있어야 한다. 더 나아가 SDN/NFV 기반 오케스트레이션 기술을 활용하면 상황 변화에 따라 네트워크 슬라이스를 유연하게 재편할 수 있고, 지상망이 끊겼을 때 자동으로 위성망으로 전환하는 등 탄력적인 망 운용이 가능하다. 또한 저주파 대역을 커버리지 확보용으로, 고주파 대역을 대용량 전송용으로 병행 활용하는 이중 전략은 주파수 제약을 극복하는 효과적인 수단이 될 것이다.

IV. 결론

5G 특화망은 초고속·초저지연·초연결 특성을 활용하여, 단순히 현재의 전술망 한계를 보완하는 데 그치지 않고, 미래 유무인 복합 전투체계 운용을 위한 핵심 인프라로 자리잡을 것이다. AR/VR 기반의 몰입형 훈련, 무인자살의 실시간 원격 제어, 지휘소·부대 간 상황 공유 등에서 획기적 변화가 예상된다. 또한, 전술 중계망 확보, 전술환경 대응, 다층 네트워크 연동성 확보는 상호 보완적으로 작용하는 핵심축이며, 유기적으로 결합될 때 5G특화망이 전술 네트워크에도 활용될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 대한민국 정부(산업통상자원부 및 방위사업청) 재원으로 민군협력진흥원에서 수행하는 민군기술협력사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다(과제번호 23-CM-TC-13).

참고문헌

- [1] J. Lee, and J. Lee.. "A Study on the tactical mobile communication service by 5G private networks." Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Inforantion Sciences, pp.1551-1552, 2024
- [2] S. Lee, W. Choi, E. Kim, K. Kim, and J. Lee. "Standardization Trends and Military Communication Applications of Core Technologies of 5G NR" Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, 27(5), pp.611-618, 2024
- [3] D. Oh, D. Han, and J. Lee. "A Plan for Future Battalion Tactical Network with 5G Network," Journal of Digital Contents Society, vol, 22., no. 3, pp.537-545, 2021