

전장 환경에서의 통신 생존성 향상을 위한 다중링크단말기 네트워크 통합 운용 방안

최민준, 김기훈, 이종만, 정은영, 정소연, 엄성식, 전민재

한화시스템

[mj93.choi, kihun19.kim, jongman0319.lee eyjung00, jungsy, sungsik.ohm, mj.jeon]@hanwha.com

Integrated networks operation method of Multi-Link Terminal to enhance Communication Survivability in Tactical Environments

Choi Min Jun, Kim Ki Hun, Lee Jong Man, Jung Eun Young, Jung So Yeon, Ohm Sung Sik,

Jeon Min Jae

Hanwha Systems

요약

본 논문에서는 전술 5G와 D2D 두 가지의 통신 링크를 사용하는 다중링크단말기의 통신 생존성 향상을 위한 네트워크 통합 운용 방안을 제안한다. 최근의 전술통신시스템은 기동형 전술 기지국, 공중 중계/기지국, 위성, MANET 등 다양한 통신 링크를 통합하여 다양한 전장 환경에서의 지속적인 통신 서비스를 제공한다. 하지만 예측 불가능한 전장 환경에서는 D2D를 제외한 통신 서비스가 단절되는 단말기가 발생한다. 이러한 통신 환경에서 지속적인 통신 서비스 제공을 위해 D2D 망과 5G 망의 네트워크를 통합하는 네트워크 통합 운용 방안을 제시하였다. 다중링크단말기의 네트워크 통합 운용 방안은 5G망 접속이 불가능한 환경에서 D2D 망을 통해 5G 망의 네트워크 접속과 서비스 사용이 가능하며 5G 서비스 범위보다 확장된 전술 통신을 제공한다.

I. 서론

최근의 전술통신시스템 연구/개발 동향은 초고속, 초저지연, 초연결 특성을 활용하기 위한 전술 5G 기반의 기동형 기지국과 5G 서비스 음영 지역 극복을 위한 유/무선 드론을 활용한 공중 중계/기지국을 통합하는 초연결 기동형 분산 전술통신시스템이 연구/개발이 진행되고 있다. 이외에도 다양한 전장 환경에서 통신서비스를 제공하기 위해 전술 5G, 저궤도 위성, MANET(Mobile Ad-hoc Network) 등의 여러 통신망을 통합하는 다계층 통신시스템 연구가 진행되고 있다. 하지만, 실제 전장 환경에서는 다양한 지형/지리적 요인과 예측 불가능한 전장 상황으로 인하여 다계층 통신시스템을 사용하더라도 작전 중 기존 통신망과 연결이 단절되는 단말기가 발생한다.[1-3]

본 논문에서는 초연결 기동형 분산 전술통신시스템에서 개발 중인 다중링크단말기의 전술 5G와 D2D(Device to Device) 통신 링크를 통합하여 통신 생존성을 향상시킬 수 있는 네트워크 통합 운용 방안을 제안한다. 해당 운용 방안은 5G 서비스 음영 지역에 있는 단말기의 D2D 망을 활용하여 전술 5G 네트워크와 연동을 가능하게 하여 기존 작전 통신망과의 지속적인 전술 통신 환경을 제공한다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 네트워크 통합 운용 방안의 운용 조건은 다음과 같다. 그림 1과 같이 최소한 1대의 단말기는 5G 망과 D2D 망에 모두 접속되어 있고, 5G 망 접속이 불가능한 단말기는 3홉 이내에 5G 망에 접속되어 있는 단말기와 동일한 D2D 망에 접속되어 있어야 한다.

다중링크단말기는 5G, D2D 두 개의 분리된 IP 네트워크로 구성된다. 서로 분리된 네트워크 구조에서 D2D 네트워크를 통하여 5G 네트워크와 IP

통신을 하기 위해 5G 망에 접속 중인 단말기는 D2D 망으로 수신되는 5G 서비스 IP 대역의 패킷을 5G IP 대역으로 IP-IP 터널링을 한다. D2D 망에서는 5G 접속이 가능한 단말의 정보를 D2D 망 라우팅 테이블을 통하여 5G 접속 라우팅 경로를 공유한다. 5G - D2D 네트워크 통합을 위한 주요 IP 터널링 및 라우팅 처리 조건을 정리하면 다음과 같다.

- 5G, D2D 망 접속 단말: D2D IP 트래픽 → 5G IP - IP 터널링
- D2D 망 단독 접속 단말: 5G 접속 중인 단말의 D2D IP 라우팅 정보
- 전술 5G 기지국: D2D IP Dst 패킷 → D2D IP - IP 터널링

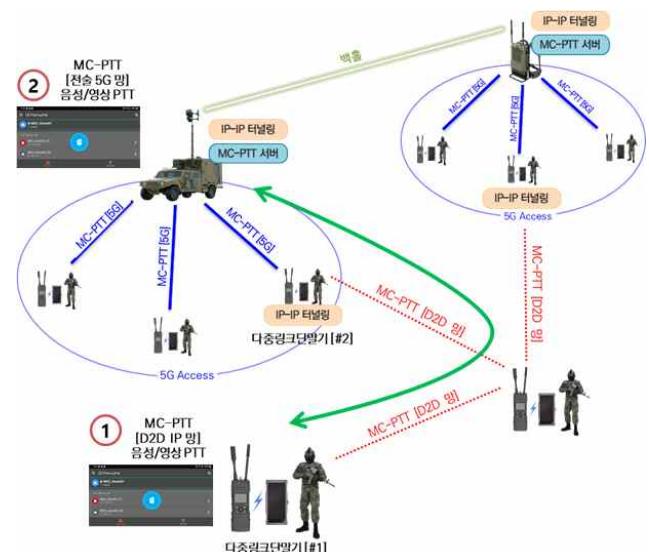


그림 1 전술 5G - D2D 네트워크 통합운용 방안

그림 2는 5G - D2D 네트워크 통합 운용 방안을 적용했을 때 5G 망에서 운용 중인 MC-PTX 음성/영상 통화 서비스 사용을 예시로 한 IP 흐름도이다. D2D 망에 단독으로 접속 중인 단말기[#1]에서 MC-PTX 서비스 접속 시 해당 패킷을 5G, D2D 모두 접속 중인 단말[#2]로 라우팅한다. 이후 5G, D2D 망에 접속 중인 단말[#2]은 해당 패킷이 D2D 망으로부터 5G 망으로의 접속으로 판단하고 단말기가 할당받은 5G IP로 IP 캡슐화하여 MC-PTX 서버가 구성되어 있는 기지국으로 패킷을 전송한다. 이때 기지국은 해당 D2D IP 대역이 전달된 단말의 5G IP를 목록화하여 관리한다. 기지국은 수신 받은 패킷을 역캡슐화하여 MC-PTX 서버에 전달하고, 서버에서 D2D IP 대역대로 송신하는 패킷은 D2D를 수신 받았던 단말[#2]의 5G IP로 IP 캡슐화하여 단말로 송신한다. 이후 5G, 단말에서 수신 받은 패킷을 역캡슐화하여 목적지에 해당하는 D2D의 단말[#1]로 패킷을 송신한다.

이와 같이 제안한 5G - D2D 네트워크 통합 운용 방안은 5G 망에 접속할 수 없는 단말기에서도 5G 망의 네트워크 연동 및 영상/음성 통화가 가능하여 지속적인 작전 수행과 5G 기지국 서비스 범위보다 확장된 통신 환경을 제공하여 통신 생존성을 향상시킬 수 있다.



그림 2 D2D 망 단독 접속 단말기 MC-PTX 서비스 활용 IP 흐름도

III. 결론

본 논문에서는 통신 생존성 향상을 위한 다중링크단말기의 5G, D2D 네트워크를 통합 운용 방안을 제안하였다. 제안한 5G - D2D 네트워크 통합 운용 방안은 5G 접속이 불가능한 단말기도 D2D 망을 통하여 5G 망의 네트워크 접속 및 운용 중인 서비스를 활용할 수 있게 된다. 이는 통신 생존성 뿐만 아니라 5G 서비스 범위보다 확장된 통신 환경을 제공하여 다양한 전장 환경에서 지속적인 통신 서비스를 제공한다는 이점이 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 정부(방위사업청)의 재원으로 국방기술 진흥연구소의 지원을 받아 수행된 연구임(KRIT-CT-22-036, 초연결 기동형 분산 전술 통신시스템 개발).

참 고 문 헌

- [1] Secretary of Defense, Research and Engineering, "Department of Defense(DoD) 5G Strategy," Technical and Special Report, p.9, May. 2020
- [2] Oh, D., Han, D., & Lee, J. "A Plan for Future Battalion Tactical Network with 5G Network". Journal of Digital Contents Society, 22(3), 537-545, Mar, 2021

[3] Kim, J., Park, S., You, Y., & Kim, Y. . "Scenario Study for the Analysis of the Information Distribution Capacity of Multi-Layer Tactical Network". Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences, Jan 2024