

다계층 통합 전술 통신망의 정보유통량 분석을 위한 시나리오 연구

김준섭*, 박상준**, 유이주*** 김용철*¹⁾

*육군사관학교, **국방기술진흥연구소, ***국방과학연구소

junseobkim@kma.ac.kr, sigpsj13438@naver.com, youij@add.re.kr, kyc6454@kma.ac.kr

Scenario Study for the Analysis of the Information Distribution Capacity of Multi-Layer Tactical Network

Junseob Kim*, Sangjun Park**, Yiju You*** Yongchul Kim*

*Korea Military Academy, **KRIT, ***ADD

요약

미래전의 전술통신체계는 드론봇, 사물인터넷 및 인공지능 기술 등이 활용되어 네트워크가 복잡하게 구성되고 정보유통량이 증대될 것이다. 전투원과 무기체계가 네트워크 내에서 정보를 안정적으로 송·수신하기 위해서는 전장에서 발생할 수 있는 다양한 상황을 고려하여 정보의 유통량과 네트워크 상태를 분석해야 한다. 본 논문에서는 부하분산, 장애극복 시나리오를 통해 지상·공중·우주망이 통합되어 운용될 다계층 통합 전술 통신망의 정보유통량 분석 방향을 제시한다.

I. 서론

육군비전 2050에서는 우주·공중·지상망이 통합된 인공지능 기반의 미래 지휘통신체계 및 감시정찰체계 운용 개념을 제시하였다. 현재 군에서 운용되고 있는 지상망 기반의 전술통신체계가 공중중계 UAV, 저궤도 군집 위성 등과 통합되어 다계층 통합 전술 통신망으로 발전이 이루어질 것이다. 또한 미래 전술통신체계는 드론봇, 자율무인차량 등의 무기체계가 발생시키는 대용량의 데이터가 계층별로 분산되어 송·수신될 것이다. 이를 분석하기 위해 [1, 2]에서는 Army TIGER 대대 및 여단의 무기체계 및 부대 규모를 가정하여 지상·공중·우주망의 정보유통량을 예측하였다. [3]에서는 다계층 전술네트워크의 효율적인 운용을 위한 다중빔 안테나의 공중중계 무인기 설치 운용 방안 등을 제시하였다.

한편, 전장에서는 아군 노드통신소의 파괴, 지형의 영향으로 인한 트래픽 불균형 등 다양한 상황이 발생할 수 있으며 이에 따라 변화하는 네트워크 상태를 분석하는 것이 필요하다. 예를 들어, 특정 지상 노드통신소에 데이터가 집중될 때 이를 공중·위성망으로 분산해야 하는 경우 각 계층별 유통되는 데이터의 양이 변화될 것이며, 이와 같은 상황들을 고려하여 미래의 전술통신체계를 발전시켜나가기 위하여 본 논문에서는 전장에서 발생 가능한 부하분산 시나리오 및 장애극복 시나리오를 통해 다계층 통합 전술 통신망의 정보유통량 분석 방향을 제시하고자 한다.

II. 본론

2.1. 부하분산 시나리오

전술통신체계에서는 각 부대 단위별 대형 및 소형 노드를 운용하여 네트워크를 구성하는데, 지형적인 영향으로 지상망의 LoS (Line of Sight) 확보를 위해 특정 노드통신소에 평균보다 많은 부대통신소가 접속하게 된다. 이러한 현상은 산악 지형이 많은 한반도에서 더욱 빈번하게 발생한다. 그림 1은 가상의 부대를 모의하여 지형의 영향으로 링크의 접속이 불균형한 네트워크 구성도를 나타낸다. 여단급 부대는 지상·공중·우주망의 모

든 링크가 접속되고, 대대급 부대는 지상·우주망 링크가 접속되어있다고 가정하였다. 그림과 같이 같은 규모의 부대임에도 일부 노드통신소에 링크가 집중되어있는 것을 볼 수 있는데, 이 경우 상위 노드로의 데이터 전송이 제한되어 네트워크의 기능이 저하될 수 있다. 지상망 위주의 현재 전술통신체계에서 네트워크 토폴로지 구성을 변화시키면서 이러한 제한사항들을 일부 극복할 수 있지만, 공중·우주망이 통합된 다계층 전술 통신망에서는 링크의 부하를 분산하는 것이 더욱 용이하다.

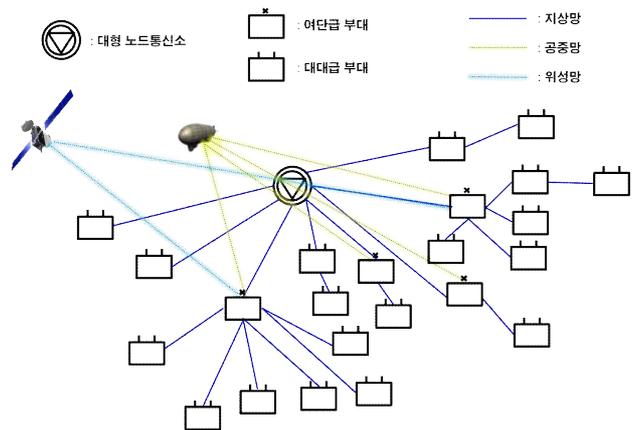


그림 1. 부하분산 전 네트워크 구성도

지상·공중·우주망을 통합하여 특정 노드통신소의 부하를 분산시키기 위한 시나리오를 그림 2와 같이 제시하였다. 일부 트래픽이 집중된 지상 링크를 제거하여 공중 및 우주망에 링크를 접속하였고, 모든 부대는 우주망 링크를 기본적으로 접속 유지함을 가정하였다. 이를 통해 대형노드통신소 1개소에 연결된 부대 통신소를 23개에서 10개, 43.5% 수준으로 감소시킬 수 있으며, 일부 부대는 공중중계기와 위성통신망을 이용하여 정보를 유통하는 구조로 네트워크 토폴로지를 변경함으로써 부하분산을 달성

할 수 있다. 지상망의 부하가 분산된 상황에서 각 계층별 평균 및 최대 정보 유통량을 분석함으로써 요구되는 정보유통능력에 대해 예측 가능하다.

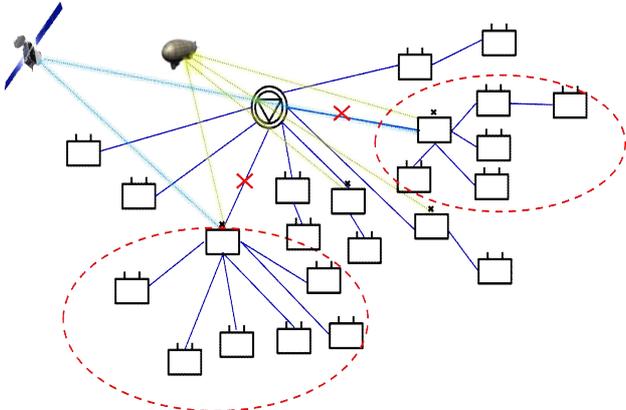


그림 2. 부하분산 후 네트워크 구성도

2.2. 장애극복 시나리오

공격 및 방어 작전에서 지상망의 대형 또는 소형 노드통신소가 파괴되거나 장비의 과부하로 인한 기능 상실 등으로 피지원 부대와 정보유통이 이루어지지 않는 상황이 발생한다. 외부의 공격에도 네트워크가 제 기능을 수행할 수 있도록 하는 방안으로 [4]에서는 그래프 이론을 적용한 분석 결과를 제시하였다. 핵심 노드가 단절되었을 때 네트워크의 지표 변화를 관찰하여 링크를 보완함으로써 네트워크의 강건성을 강화할 수 있다.

즉, 그림 3과 같이 대형노드통신소가 파괴되어 일부 지상망의 링크가 단절된 상황에서 주변의 다른 지상 링크 혹은 공중 및 우주망을 통해 데이터가 전송될 때 주변의 링크는 증가하는 트래픽을 수용할 수 있어야 한다. 이러한 시나리오를 바탕으로 한 시뮬레이션을 통해 미래 전술통신체계가 갖추어야 할 정보의 유통 능력을 분석할 수 있을 것이다.

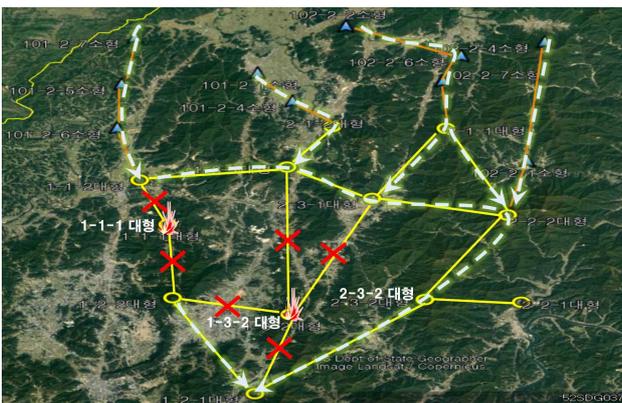


그림 3. 장애극복 시나리오

III. 결론

본 논문에서는 전장에서 발생 가능한 부하분산 및 장애극복 시나리오를 제시하여 다계층 통합 전술 통신망의 정보유통량 분석 방향을 도출하였다. 전술통신네트워크는 산악 지형에서 주로 활용되고, 적의 공격에 노출될 가능성이 있기 때문에, 일부 노드에 트래픽이 집중되거나 정보를 주변 링크를 경유하여 전송하는 경우가 많이 발생한다. 신뢰성 있는 통신망을 구축하기 위해 다양한 상황을 고려하고 각 상황별 변화되는 데이터의 양과 흐름을 예측하여 미래 전술통신체계를 발전시켜야 한다. 향후 연구에

서는 이러한 시나리오들을 기반으로 가상의 지형과 부대를 모의하여 미래 전술통신체계가 갖추어야 할 정보유통능력에 대해 분석할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 국방과학연구소 지원(UE201124AD)에 의한 연구임

본 논문은 2023년도 행정안전부 및 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 작성된 논문임
(No. RS-2023-0025992856482000770001)

참고 문헌

- [1] 김준섭, 박상준, 차진호, 김용철, "Army TIGER 정보유통능력 분석을 통한 미래 전술통신체계 발전 방안," 융합보안논문지, vol. 21, no. 4, pp. 23-30, 2021.
- [2] 김준섭, 박상준, 유이주, 김용철, "시나리오 기반의 미래 보병여단 정보 유통능력 분석 연구," 융합보안논문지, vol. 23, no. 1, pp. 139-145, 2023.
- [3] 박상준, 이원우, 김용철, 김준섭, 조오현, "비행체의 특징을 고려한 공중중계 무인기 다중빔 안테나 운용 방안," 융합정보논문지, vol. 11, no. 4, pp. 26-34, 2021.
- [4] J. Park, S. Yoon, S. Lee, "Robustness Evaluation of Tactical Network based on SNA," 한국컴퓨터정보학회논문지, vol. 24, no. 10, pp. 205-213, 2019