

Army TIGER 군단 다계층 통합 전술통신망의 정보유통량 분석*

김 준 섭*, 박 상 준**, 유 이 주***, 김 용 철****

요 약

미래전의 양상은 첨단과학기술의 발전에 따라 다양한 유·무인 전투체계들이 전투를 수행하는 것으로 변화하고 있다. 미래의 무기체계들은 대량의 정보를 생성하고 송·수신하게 되며, 이에 따라 현재의 전술정보통신체계는 미래의 기반 통신체계로 운용하기에 제한된다. 또한 군단급 이상의 대규모 제대의 정보유통량을 분석하기 위해서는 전장에서 발생할 수 있는 다양한 상황들을 고려하여야 한다. 이에 본 논문에서는 Army TIGER 군단의 정보유통량을 분석하기 위해 지상망 단독 운용, 통합망 운용, 부하 분산, 장애 극복 시나리오 등 네 가지 시나리오를 기반으로 한 M&S 결과를 분석한다. 또한 지상·공중·우주망이 통합된 다계층 통합 전술통신망의 운용을 통해 네트워크의 신뢰성과 안정성을 향상할 수 있음을 제시한다.

Analysis of Information Distribution Capability of the Army TIGER Corps Multilayer Integrated Communication Network

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

ABSTRACT

Future warfare is evolving with advanced science and technology, introducing a variety of unmanned and manned combat systems. These systems generate and exchange massive amounts of information, challenging current tactical communication systems as a foundation for future communication infrastructure. To analyze the information distribution capability of the Army TIGER corps, this paper examines four scenarios: standalone ground network operation, integrated network operation, load distribution, and error recovery. Utilizing M&S results, we highlight the potential of a multilayer integrated command and control network, incorporating ground, air, and space networks, to enhance the reliability and stability of the overall communication network.

Key words : Army TIGER, Tactical Network, TICN, IER, ANASIS

접수일(2024년 04월 26일), 게재확정일(2024년 05월 07일)

- ★ 본 논문은 육군사관학교 화랑대연구소의 2024년도 연구활동비 지원을 받아 연구되었음. (연구번호: 2024B1023)
★ 본 논문은 국방과학연구소 지원(UE201124AD)에 의한 연구임

- * 육군사관학교/전자공학과(주저자)
** 국방기술진흥연구소/전력지원체계연구3팀(공동저자)
*** 국방과학연구소/군전력연구센터(공동저자)
**** 육군사관학교/전자공학과(교신저자)

1. 서 론

지능화, 기동화, 초연결 네트워크화의 특징을 가진 육군의 Army TIGER 4.0 체계는 빠르게 변화하는 전장 환경에 대응하기 위해 다양한 무기체계들이 도입되어 발전하고 있다 [1-3]. UAV, 무인전투차량 등의 무기체계들은 고품질 이미지, 실시간 영상 등 대량의 정보를 생산 및 송·수신하게 된다. 한편, 현재 육군의 지상 전술정보통신체계 TICN (Tactical Information Communication Network) 및 위성통신체계 ANASIS (Army Navy and Airforce Satellite Information System)는 미래의 기반 통신체계로 운용되기에는 전송속도가 제한된다 [4-7]. 따라서 미래의 군 전술통신체계는 미래전의 양상과 첨단 ICT 기술이 접목되는 무기체계의 변화를 반영하여 제대 간의 안정적인 데이터의 송·수신이 가능하도록 개발되어야 한다.

이에 [8]에서는 Army TIGER 대대의 무기체계별 정보교환요구량 (IER, Information Exchange Requirement)을 분석하고 공격 및 방어작전 시나리오를 통해 대대급 부대에 요구되는 정보유통능력을 제시하였다. 또한, [9]에서는 육군의 Army TIGER 여단급 제대가 기동하는 가장 공격작전 시나리오를 바탕으로 미래 보병여단에 요구되는 정보유통능력을 제시했다. 또한, [10, 11]에서는 지상망만을 운용하는 경우 전장 환경에서 부대 간의 LOS (Line of Sight)가 확보되지 않는 제한사항을 고려하여, 지상망 뿐만 아니라 공중중계 UAV 및 인공위성을 활용한 지상망·공중망·우주망을 통합 운용하는 방안을 제시했다.

한편, 육군 전체에 필요한 전술통신체계의 성능을 예측하기 위해 여단급 이상 상위 제대에서 요구되는 정보유통량 분석이 필요하다. 수십 개의 대대 및 여단으로 이루어진 군단급 이상 상위 제대의 정보유통량 분석은 기존 연구들에 비해 더욱 복잡할 것이며, 다양한 상황들을 고려해야 한다. 예를 들어, 산악 지형이 많은 한반도 지형에서 지상망의 LOS가 확보되지 않은 경우 일부 노드에 트래픽이 집중되는 상황이 발생할 수 있는데, 이 경우 원활한 데이터 통신을 위해 네트워크의 부하를 분산시켜야 한다. 또한 적의 공격으로 인해 노드통신소가 파괴되었을 때 주변의 다른 링크로 전송되는 트래픽을 수용할 수 있어야 한다. 따라

서 본 연구에서는 전장 상황에서 발생할 수 있는 다양한 시나리오를 제시하고, Army TIGER 군단의 무기체계와 IER을 반영한 M&S 결과를 분석한다. 이를 통해 미래 군단급 제대에 요구되는 정보유통량과 다계층 통합 운용구조의 효과를 제시한다.

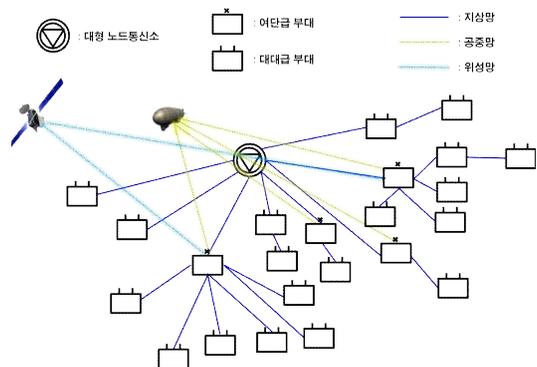
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 군단급 전술통신체계의 다계층 통합 운용구조 시나리오를 살펴보고, 3장에서는 시나리오 기반의 M&S 결과를 통해 정보유통량 분석 결과를 제시한다. 4장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 다계층 통합 운용구조 시나리오 분석

본 논문에서는 1) 지상망 단독 운용, 2) 지상·공중·우주망의 통합망 운용, 3) 부하 분산, 4) 장애 극복 등 네 가지 시나리오를 고려하였다. 구체적인 편성(안)을 제시하지 않았으나, 군단 규모의 정보유통능력 분석을 위해 시나리오의 정보유통 최소 모의 제대는 대대 단위로 설정하였다.

2.1 지상망 단독 운용 및 통합망 운용 시나리오

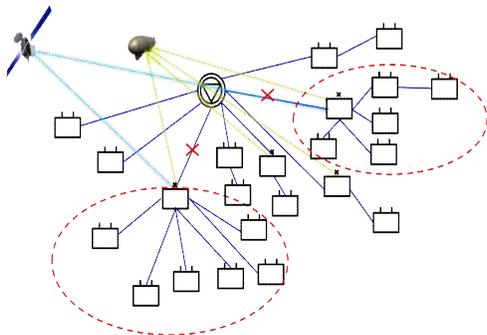
지상망 단독 운용 시나리오는 모든 제대의 지상망 LOS가 성립하는 것으로 가정하여 모든 데이터가 지상망을 통해 송수신되는 상황이다. 한편, 통합망 운용 시나리오는 실제 지형과 부대 배치를 고려하여 그림 1과 같이 지상망의 LOS가 성립되지 않는 링크에 대해서는 공중망 또는 우주망을 통해 정보가 유통되는 상황을 고려했다. 이때, 공중망은 제대의 규모에 따라 공중중계 UAV 및 드론을 운용하는 것을 가정했다.



(그림 1) 지상·공중·우주 통합망 네트워크 구성도

2.2 부하 분산 시나리오

전술통신체계는 부대 유형별로 대형 및 소형 노드를 운용하여 네트워크를 구성하는데, 한반도 지역은 산악 지형이 많아 일부 부대의 LOS가 제한되는 경우 통신 가능한 특정 노드에 트래픽이 집중된다. 특히, 지상망을 단독 운용하여 기동간 통신을 하는 경우 주변의 지형지물이 변화함에 따라 일부 노드에 트래픽이 집중되어 네트워크의 성능이 저하될 수 있다. 따라서 지상·공중·우주 통합망을 운용하여 특정 노드에 집중된 트래픽을 분산하는 시나리오인 부하 분산 시나리오를 고려할 수 있다. 즉, 그림 2에 빨간색 점선으로 표시된 것처럼 일부 노드에 많은 부대가 연결되어 트래픽이 집중된 경우 해당 노드통신소의 부하를 분산시키기 위해 X로 표시된 지상링크를 제거하여 해당 링크에 연결된 부대는 공중 및 우주망에 링크를 접속하는 상황을 고려할 수 있다. 이를 통해 대형 노드통신소에 연결된 부대의 수를 감소시키고, 공중중계기와 위성을 이용해 정보를 유통하는 구조로 네트워크 토폴로지를 변경하여 네트워크의 부하 분산이 가능하다.

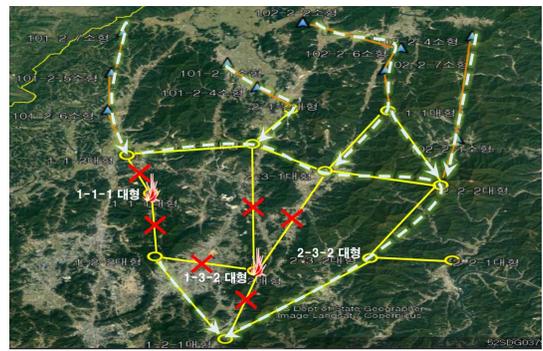


(그림 2) 부하 분산 후 네트워크 구성도

2.3 장애 극복 시나리오

전장 상황에서 적의 공격으로 인해 아군의 노드통신소가 파괴되거나, 2.2장에서 언급한 것과 같이 특정 노드에 트래픽이 집중되어 장비가 과부하되는 경우, 해당 노드에 연결된 부대의 통신이 중단될 수 있다. 그림 3은 임의의 지형에 있는 부대의 노드통신소가 파괴되어 X로 표시된 지상 링크가 단절되는 상황을 나타내는데, 이러한 경우 주변에 연결되어있는 링크를

통해 정보가 전송된다. 즉, 네트워크의 장애가 발생한 경우 통신의 중단을 방지하기 위해 주변의 지상 링크, 공중 및 우주망을 활용해 통신을 유지하게 되며, 주변의 링크는 급격한 트래픽 증가에 대비해 충분한 안정성을 갖추어야 한다. 따라서 군단급 부대의 공격 및 방어 작전에서 임의의 노드통신소가 작동하지 않는 상황을 가정하고, 주변 링크에 증가하는 정보유통량을 분석함으로써 미래 전술통신체계가 갖추어야 할 안정적인 정보유통능력을 평가할 수 있다.



(그림 3) 노드통신소 파괴로 인한 장애 극복 시나리오

3. Army TIGER 군단 전술통신망의 정보유통량 분석

3.1 M&S 환경설정



(그림 4) 군단 책임 지역 및 부대 배치 현황

2장에서 제시한 네 가지 시나리오를 기반으로 M&S를 수행하기 위해 평지 지형과 산악 지형이 고루 분

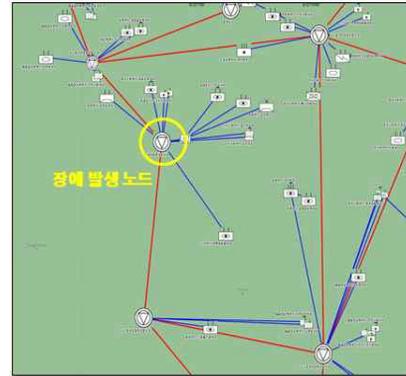
포되어있는 임의의 지역을 군단 책임 지역으로 설정하였다. 그림 4는 시나리오에서 제시하는 대대급 이상 부대들의 위치를 나타내며, 군단의 개략적인 책임 지역은 정면 00km, 중심 00km 범위이다. 미래 무기체계를 반영하기 위해 Army TIGER 4.0에서 제시한 군단 부대 편성(안)을 참고하였다.

시나리오를 위한 M&S 환경 설정은 표 1과 같다. 지상망과 우주망은 대대 이상 전 부대에서 운용하고, 공중망은 여단급 이상 부대에서 운용하는 것으로 설정하였다. 통신 계층별 링크 대역폭은 Army TIGER 보병여단 정보유통능력 분석 연구와 유사하게 설정하였다 [9]. 부하 분산 M&S를 위해 그림 2와 같이 일부 트래픽이 집중된 부대에 대해서는 지상 링크를 연결하지 않고 공중 및 우주망에만 연결하도록 설정하였다.

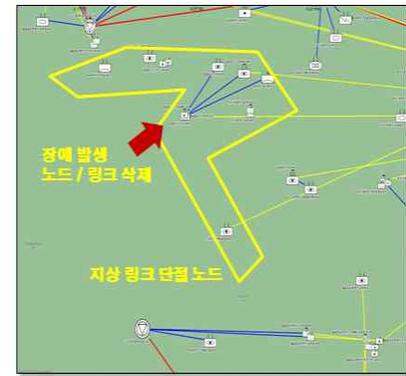
<표 1> 군단 정보유통량 분석 M&S 환경설정

항목	구성	
통신망 구성	지상망	<ul style="list-style-type: none"> · 대대 이상 전 부대 지상전술망 운용 · LOS 미확보 부대 지상링크 미 연결 (통합망, 부하 분산, 장애 극복 시나리오) · 부하 분산: 노드 통신소 부하 분산을 위한 0개 여단 지상망 미연결 · 장애 극복: 장애 노드 접속 부대 지상링크 미 연결, 0개 노드 장애 모의
	공중망	<ul style="list-style-type: none"> · 군단 공중망 : 군단 지휘소 ↔ 지작사, 직할여단/사단과 공중링크 구성 · 여단 공중망 : 각 여단 지휘소 ↔ 예하 대대 간 공중 링크 구성
	우주망	<ul style="list-style-type: none"> · 대대 이상 전 부대 우주망 운용
링크 설정	지상망	· 000Mbps
	공중망	<ul style="list-style-type: none"> · 여단 공중망: 000Mbps · 군단 공중망: 000Mbps
	우주망	<ul style="list-style-type: none"> · 지작사: 000Mbps, 군단: 00Mbps · 사단: 00Mbps, 여단: 00Mbps · 대대: 0Mbps
부대 배치	부대통신소(000), 노드통신소(00), 공중망(0), 위성(0)	

장애 극복 시에는 노드 통신소의 파괴 상황을 묘사하기 위하여 그림 5와 같이 일부 노드 통신소를 삭제하고 해당 노드 통신소에 지상 링크를 접속하고 있던 부대 통신소들은 공중 및 우주망을 활용하도록 하였다. 이 경우, 일부 부대는 공중망에 대한 LOS가 확보되지 않아 우주망만을 활용하는 상황이 발생하였다.



장애발생 전 지상링크 구성도



장애발생 후 지상링크 구성도

(그림 5) 노드통신소 장애 발생 전·후 네트워크 구성

시나리오에 따른 네트워크 토폴로지는 Riverbed Modeler를 통해 구성하였고, 부대별 링크 상태를 분석하기 위해 HTZ Warfare를 활용하였다. 시나리오를 통해 발생한 정보유통량을 분석하기 위해 체계명, 기능, 데이터 크기, 시간당 발생 빈도로 구성된 IER을 작성 후 M&S를 수행하였다. 메시지의 발생 시기는 무작위로 적용하였으며 시뮬레이션은 1시간 동안 진행하였다.

3.2 정보유통량 분석

시뮬레이션 결과 군단에서 발생하는 총 정보 발생량은 약 000Mbps이다. 시나리오별 지상망·공중망·우주망의 정보유통 비율은 표 2와 같다. 통합망 운용 시 지상망의 LOS가 성립되지 않는 부대들로 인해 전체 트래픽의 4%는 우주망을 통해 8%는 공중망을 통해 유통되었다. 부하 분산 시나리오의 경우 지상망의 트래픽이 우주망과 공중망으로 분산되며, 우주망의 비

율이 10%로 증가함을 볼 수 있다. 장애 극복 시나리오 또한 우주망으로 15%의 데이터가, 공중망으로 13%가 데이터가 유통되었다. 공중망에 비해 우주망의 정보유통 비율이 크게 증가한 이유는 상위 부대까지 전송 흡수가 공중링크에 비해 우주링크가 적어 고용량의 데이터가 우주망을 통해 전송되기 때문이다. 이는 본 연구에서 사용한 네트워크 토폴로지에서 우주망이 공중망에 비해 효율적일 수 있음을 의미한다.

<표 2> 시나리오에 따른 통신계층별 정보유통 비율

통신망	정보유통 비율			
	지상망 단독 운용	통합망 운용	부하 분산	장애 극복
우주망	-	4%	10%	15%
공중망	-	8%	11%	13%
지상망	100%	88%	79%	72%

그림 6은 트래픽이 집중되었던 두 개 부대의 부하 분산 전·후 평균 정보유통량 변화를 나타낸다. 부하 분산 시나리오에서 이 부대들의 평균 정보유통량이 급격히 감소한 것을 볼 수 있는데, 이를 통해 지형 등의 영향으로 일부 노드에 트래픽이 집중된 경우 주변의 링크로 부하를 분산함으로써 네트워크를 효율적으로 운용할 수 있음을 알 수 있다.



(그림 6) 부하 분산 전·후 평균 정보유통량 변화

그림 7은 군단 시나리오별 중단 간 전송 지연 시간을 보여준다. 그래프의 기울기가 클수록 전송 지연 시간이 낮은 것을 의미하며, 통합망 운용 시 네트워크가 가장 안정적으로 운용되고 있음을 알 수 있다. 반면, 부하 분산 및 장애 극복 시나리오에서는 네트워크의 불안정성이 증가하여 전송 지연이 발생하였으나, 99% 이상의 데이터가 폐기되지 않고 전송되는 것을 알 수 있다. 이는 지상망과 공중 및 우주망을 통합 운용하는 다계층 통합 전술통신망을 통해 일부 노드통신소가 불안정한 경우에도 네트워크 내에서 정보의 송·수신 가능성이 있음을 보여준다.



(그림 7) 시나리오별 중단 간 전송 지연 시간

4. 결 론

본 논문에서는 다계층 통합 전술통신망의 효과를 분석하고 미래 군단급 제대에 요구되는 정보유통능력을 예측하기 위해 지상망 단독 운용, 통합망 운용, 부하 분산, 장애 극복 등의 시나리오를 제시하였으며, 이를 바탕으로 한 M&S 결과를 제시하였다. 군단의 전체 정보유통량을 도출하였으며, 네트워크의 부하가 발생하거나 노드통신소가 파괴되는 상황에서도 다계층 통합 전술망을 활용하여 99% 이상의 정보가 송수신됨을 확인하였다. 본 연구 결과를 통해 미래 전술통신체계의 하드웨어 및 소프트웨어가 갖추어야 할 성

능을 예측할 수 있었다. 특히, 다계층 통합 전술통신망이 안정적이고 효율적으로 통신을 지원하는 데에 효과적임을 확인했다. 본 논문의 연구 결과를 통해 미래 군의 전술통신체계가 획기적으로 발전될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] 안병준, 조수연, “육군의 Army TIGER 시스템 4.0 환경 지휘통제통신체계 발전방안 연구 (I),” 국방과 기술, 제479호, pp. 76-83, 2019.
- [2] 안병준, 조수연, “육군의 Army TIGER 시스템 4.0 환경 지휘통제통신체계 발전방안 연구 (II),” 국방과 기술, 제480호, pp. 92-97, 2019.
- [3] 아미타이저 설명자료, “미래 다영역작전을 주도하는 첨단과학기술군 Army TIGER,” 육군본부, 2022.
- [4] 김주현, 강길재, 권동호, “미래 전투지휘체계의 정보유통 경량화 설계 연구,” 한국방위산업학회지, 제 23권, 제 2호, pp. 25-45, 2016.
- [5] 박귀순, 황정섭, “미래 전장 환경변화에 따른 TICN체계 요구기능 및 능력,” Telecommunications Review, 제 20권, 제 2호, pp. 196-206, 2010.
- [6] 김준섭 외, “미래 전술통신체계의 발전 방안,” 융합정보논문지, 제11권, 제6호, pp. 14-23, 2021.
- [7] 변종신, 박상준, 김용철, “미래 전술통신체계 개발을 위한 고려사항 연구,” 융합보안 논문지, 제18권, 제5호, pp. 35-41, 2018.
- [8] 김준섭 외, “Army TIGER 정보유통능력 분석을 통한 미래 전술통신체계 발전 방안,” 융합보안 논문지, 제21권, 제4호, pp. 23-30, 2021.
- [9] 김준섭 외, “시나리오 기반의 미래 보병여단 정보유통능력 분석 연구,” 융합보안논문지, 제23권 제1호, pp.139-145, 2023.
- [10] 박상준 외, “다중빔 기반 다계층 공중전술네트워크를 활용한 미래 작전 시나리오,” 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 1071-1072, 2020.
- [11] 조오현 외, “다계층 공중전술네트워크 운용 개념과 기술적 고려사항,” 한국통신학회 학술대회논문집, pp. 708-709, 2019.

[저자 소개]



김 준 섭 (Junseob Kim)
 2016년 2월 육군사관학교 학사
 2020년 7월 Texas A&M University
 전자공학과 공학석사
 2020년 8월 ~ 현재
 육군사관학교 전자공학과 조교수
 email : junseobkim@kma.ac.kr



박 상 준 (Sangjun Park)
 2000년 2월 육군사관학교 학사
 2010년 2월
 한국과학기술원 정보통신공학 석사
 2016년 7월 ~ 2022년 12월
 육군사관학교 전자공학과 조교수
 2022년 12월 ~ 현재
 국방기술진흥연구소/전력지원체계연구센터
 email : sigpsj13438@gmail.com



유 이 주 (Yiju You)
 2009년 2월
 아주대학교 시스템공학 박사
 1987년 2월 ~ 현재
 국방과학연구소 연구원
 2011년 1월 ~ 2022년 4월 전술정보통신체계(TICN)개발, TICN-II(가칭) 사전개념연구
 email : youij@add.re.kr



김 용 철 (Yongchul Kim)
 1998년 2월 육군사관학교 학사
 2001년 11월 University of Surrey
 전자공학과 공학석사
 2012년 1월
 North Carolina State University
 전자공학과 공학박사
 2012년 6월 ~ 현재
 육군사관학교 전자공학과 교수
 email : kyc6454@kma.ac.kr