

# 전술데이터링크 네트워크 상태감시 기술현황분석

송대영, 구영훈, 최신욱, 김경택\*

국방과학연구소, \*링크나인시스템

daeyoungsong@add.re.kr, gyh0808@add.re.kr, schoi@add.re.kr, \*kkim610@lnsystem.co.kr

## Analysis on Technical Status for Tactical Data Link Network Monitoring

Daeyoung Song, Young-Hoon Goo, Sinuk Choi, Kyeongtaek Kim\*

Agency for Defense Development, \*Linknine System

### 요약

현대의 전쟁 환경은 무기체계 간 네트워크 연결을 통하여 전쟁을 수행하는 네트워크 중심전(NCW: Network Centric Warfare)이 핵심 개념으로 자리잡고 있다. 다수의 전장에서 발생하는 전술정보를 실시간으로 수집하고 공유하기 위해서 한국군은 전술데이터링크(Tactical Data Link)를 활용하고 있다. 작전 개념이 발전되고 플랫폼 간 교환되는 전술정보가 증가함에 따라, 전술데이터링크의 안정적인 통신 능력 확보는 모든 무기체계의 전투력을 최대도로 발휘하게 한다. 이에 따라, 전술데이터링크 네트워크 상태를 실시간으로 감시하고 한정된 네트워크 자원을 효율적으로 관리하기 위한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 전술데이터링크 네트워크 상태를 감시하기 위해 설계된 주요 네트워크 상태지표와 측정 방법에 대한 기술현황을 분석하였다.

### I. 서론

합동작전 수행을 위한 한국형 합동 전술데이터링크 체계가 고도화되고 다양한 무인체계가 도입됨에 따라, 한국군 작전 환경에 맞춰 국내 독자 개발된 Link-K 전술데이터링크를 통하여 교환되는 전술정보가 증가할 것이다[1]. 안정적인 네트워크 연결성을 확보하기 위해서는 네트워크 관리자의 지속적인 네트워크 상태감시가 필요하며, 제한된 네트워크 자원을 효율적으로 할당하기 위해서는 작전 경험이 풍부한 네트워크 설계자가 필요하다. 따라서, 대규모의 전술정보가 교환되는 전술데이터링크 네트워크를 안정적으로 운용하기 위해서는 많은 작전 수행 경험과 인력이 필요하다. 전술데이터링크 네트워크 상태를 실시간으로 감시해야 하는 중요성이 커지고 있으며, Link-K 전술데이터링크 네트워크 상태를 체계적으로 감시하고 네트워크 자원을 효율적으로 관리하기 위한 연구가 요구된다.

네트워크 상태지표는 네트워크 상태와 성능을 측정하기 위한 지표를 의미한다. 네트워크 관리자는 설계된 네트워크 아키텍처에 따라 네트워크 상태지표를 감시하고 수집한 네트워크 상태지표를 분석한다. 이를 통하여 실시간 네트워크 자원 사용량, 네트워크 장애 발생 여부 등을 확인할 수 있다. 본 논문에서는 Link-K 네트워크를 실시간으로 감시하여 네트워크 상태를 식별하고 제한된 네트워크 자원을 효율적으로 할당하기 위해서, 각 전술데이터링크별 네트워크 상태감시 기술현황을 소개하고 분석하였다.

### II. 본론

현재 Link-K, Link-16, Link-22 전술데이터링크는 각 시스템 특성에 따라 아키텍처가 구성되며, 각 메시지 표준에 정의된 프로토콜을 기반으로 메시지 처리가 이루어진다. 따라서 각 전술데이터링크별 측정 가능한 네트워크 상태지표와 각 네트워크 관리 소프트웨어별 제공하는 네트워크 상태지표 또한 상이하다. 이외에도 전술데이터링크 네트워크에서 교환되는 트래픽 등을 분석하여 네트워크 상태를 측정할 수 있다.

전술데이터링크 노드를 구성하는 소프트웨어 간 교환되는 네트워크 상

태정보는 각 전술데이터링크 시스템 IDD(Interface Design Description)에 정의된 내부 인터페이스 메시지를 사용한다. 내부 인터페이스 메시지를 통해 전달되는 네트워크 상태정보는 네트워크 관리 소프트웨어가 종합하고 분석하여 네트워크 상태지표로 도출하고, 이를 시각화하여 네트워크 관리자에게 전시한다. 현재 다양한 네트워크 관리 소프트웨어가 출시되어 있으며, 네트워크 상태정보 전시방법은 소프트웨어마다 상이하다. 다음은 각 전술데이터링크 별 네트워크 상태지표 및 측정 방법에 대해 서술한다.

#### 1. Link-K 전술데이터링크

Link-K는 노드 내 네트워크 관리기 시스템 소프트웨어(NMSS: Network Management System Software)를 활용하여 다른 소프트웨어 구성품과의 연결 상태, 네트워크 운용 제어 및 상태 전시, 운용 이력 관리 기능 등을 수행한다. Link-K는 네트워크 가입관리, 타임슬롯 관리 등 기능을 수행하는 네트워크 관리 메시지를 사용하여 다양한 네트워크 관리 기능을 수행한다. 하지만 다른 노드에서 측정된 네트워크 상태지표를 교환하기 위한 별도의 메시지는 설계되지 않았다. 노드 내 소프트웨어 구성품 간 교환되는 내부 인터페이스로 호스트 인터페이스 메시지 표준을 사용한다. 전술데이터링크 처리 소프트웨어는 호스트 인터페이스 메시지를 통하여 수집되는 네트워크 상태지표 데이터를 네트워크 관리기 시스템 소프트웨어로 송신한다. 표 1은 Link-K에서 측정되는 네트워크 상태지표다.

표 1. Link-K에서 측정되는 네트워크 상태지표

지표 분류	세부 설명
완성형 무선 네트워크 타임슬롯 정보	- 타임슬롯 할당량, 타임슬롯 사용량 - 오류 발생 수신 메시지가 존재하는 타임슬롯 개수
유선 네트워크 송수신량	- 유선 채널별 송수신량
무선, 위성 네트워크 송수신량	- 완성형/기본형 무선, 위성 송수신량
네트워크 채널 상태정보	- 네트워크 채널별 운용 현황 및 상태정보

### 2. Link-16 전술데이터링크

Link-16은 시스템 정보 교환과 네트워크 관리 메시지를 활용하여 참여 노드 간 연결 품질 상태정보를 교환한다. 연결 품질 상태정보를 제외한 네트워크 상태지표 교환 메시지는 설계되지 않았다.

터미널은 내부 인터페이스 메시지를 통하여 다른 소프트웨어 구성품과 네트워크 상태정보를 교환한다. 표 2는 Link-16에서 측정 가능한 네트워크 상태지표다. 터미널 패밀리 종류, 플랫폼 종류, 타입에 따라 통신 인터페이스, 메시지 데이터 포맷과 메시지 구성이 달라지므로, 네트워크 관리 소프트웨어에서 측정 가능한 네트워크 상태지표는 달라질 수 있다[2].

표 2. Link-16에서 측정 가능한 네트워크 상태지표

지표 분류	세부 설명
무선 네트워크 지연시간	- 수신메시지 평균 지연시간
무선 네트워크 송수신량	- 처리량, 전송량, NPG(Network Participation Group)별 전송량
무선 네트워크 타임슬롯 정보	- 타임슬롯 할당량, 타임슬롯 사용량 - 타임슬롯 점유율(TSDF: Time Slot Duty Factor)
무선 네트워크 수신메시지 오류율	- 수신메시지 오류 비율 정보
무선 네트워크 IEM 수신 여부	- IEM(Initial Entry Message) 수신 여부
무선 네트워크 시간 및 위치 품질	- 시간 및 위치 품질 정보
무선 네트워크 연결성	- 참여 노드 연결 품질 정보
무선 네트워크 FCA	- FCA(Frequency Clearance Agreement) 준수 상태감시 정보

### 3. Link-22 전술데이터링크

Link-22 전술데이터링크는 개방형 시스템 아키텍처로 계층화된 통신 스택 접근 방식을 사용하며, 노드 내 SNC(System Network Controller)에서 네트워크 상태지표와 네트워크 통계 정보를 수집한다. SNC는 네트워크 관리를 위한 제어 및 네트워크 상태지표 메시지를 생성하고 네트워크를 관리한다. SNC와 DLP(Data Link Processor) 간 송수신하는 메시지 규격이 정의된 인터페이스 설계 명세서에 따라, 자동으로 또는 요청 메시지 송신시 SNC에서 도출된 네트워크 상태지표를 다른 소프트웨어 구성품으로 송신한다[3]. 혼잡 상태를 비롯한 일부 네트워크 상태지표는 각 노드의 SNC 간 자동으로 교환한다. 측정된 네트워크 상태지표를 분석하여 SNC는 네트워크에서 발생한 이슈 관리, 중계, QoS, 혼잡 제어, 늦은 네트워크 가입 등 다양한 종류의 네트워크 관리 기능을 네트워크 관리자 개입 없이 자동으로 관리한다. 표 3은 Link-22에서 측정되는 주요 네트워크 상태지표다.

표 3. Link-22에서 측정되는 네트워크 상태지표

지표 분류	세부 설명
채널 사용량	- 채널별 우선순위에 따른 전송메시지 비율 - 채널별 우선순위에 따른 relay 전송메시지 비율
연결 상태	- 두 노드 중, 수신 노드의 연결 품질(단방향, 2홉까지) - 두 노드 중, 송신 노드의 수신 연결 품질(단방향, 2홉까지) - 두 노드 간 연결 품질(양방향, 3홉까지)

혼잡 상태	- 우선순위에 따라 분류된 송신 큐에 쌓인 메시지 양
NU 수신여부	- 특정 노드로부터 패킷 수신 여부(마지막 패킷 수신 시간, 최대 3홉까지)
동적 TDMA 참여 노드	- 다른 노드에 타임슬롯을 제공한 횟수, 다른 노드에서 수락한 횟수 - 추가 타임슬롯 요청 횟수, 다른 노드의 요청 수락 횟수
오류률	- 송신 메시지 성공률 - 수신 전송메시지 중 오류가 발생한 비율
지연시간	- 전송메시지 수신 지연시간 오차 - 송신 메시지 생성 시간과 송신 완료된 시간 차이 - 송신 메시지 생성 시간과 메시지 수신 시간 차이

### III. 결론

본 논문에서 각 전술데이터링크 별 측정되는 네트워크 상태지표 및 측정 방안을 분석하였다. 각 전술데이터링크 표준에 따라 네트워크 상태지표를 소프트웨어 구성품 간 그리고 참여 노드 간 교환한다. Link-22 전술데이터링크의 경우 다양한 네트워크 상태지표를 측정하여 네트워크를 자동 관리한다. 한국군 합동작전을 위해 사용하는 Link-K에서 교환되는 전송정보의 규모와 작전 참여 노드 개수가 증가하여 네트워크 상태감시의 중요성이 커질 것으로 예상되지만, 아직 Link-K 네트워크 상태를 감시하고 관리하는 연구가 부족하다. 향후 연구로, 분석된 전술데이터링크 별 네트워크 상태지표와 측정 방안을 활용하여, 네트워크 안정성을 확보하고 제한된 Link-K 네트워크 자원을 효율적으로 사용하기 위한 연구를 수행하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년 정부의 재원으로 수행된 연구 결과임

### 참고 문헌

- [1] Song Y., Lee Y. and Goo Y., "A Study on the Weapon System Software Reliability Testing for the Joint Tactical Data Link System," The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 17 No.4, pp. 663-670, 2022
- [2] Lee S., Kim J., Wi S., Lee T., Jee S. and Lee S., "Design and Implementation of Framework Based Emulator Considering Expansion of MIDS LVT Platform", Journal of KIISE, Vol. 48, No. 1, pp. 61-70, 2021
- [3] Jeong S., Lee Y., Hwang J. and Park J., "A Study on the Expansion and Improvement of the Tactical Data Link Processing Structure for Link-22 SNC Interface," The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, Vol. 16, No. 6, pp. 1045-1052, 2021.