

전술 기동환경에서 기지국 최적화를 위한 AI 기반 전술 SON 운용 안

전민재, 이종만
한화시스템

mj.jeon@hanwha.com jongman0319.lee@hanwha.com

AI-based Tactical SON Operation Plan for Base Station Optimization In Tactical Mobile Environments

Minjae Jeon, Jongman Lee
Hanwha Systems

요약

전술 기동환경에서는 기지국과 단말의 빈번한 이동, 불확실한 전파 환경으로 인해 기존 상용 이동통신망과는 다른 네트워크 운용 전략이 요구된다. 본 논문에서는 상용 5G 망에서 활용되는 Self-Organizing Network(SON) 기술을 기반으로, 인공지능(AI)을 접목한 전술 SON 개념을 제안한다. 해당 개념은 환경 인지와 자율 의사결정을 통해 전술 이동환경에서도 안정적인 통신 품질과 네트워크 생존성을 확보하는 것을 목표로 한다.

I. 서론

상용 5G 이동통신망에서 Self-Organizing Network (SON)은 네트워크 자율구성 및 자율복구를 통해 운용 효율을 향상시키는 핵심 기술이다. 기지국 출력 제어, 셀 파라미터 자동 조정, 핸드오버 최적화, 간섭관리 등이 대표적인 기능이다. 그러나 이러한 기술은 고정된 기지국 배치, 안정적인 전파 환경, 중앙 집중형 관리 구조를 전제로 설계되어 왔다.

반면, 전술 기동환경은 다음과 같은 특수성을 가진다.

- 기지국과 단말의 지속적인 이동으로 인한 동적 네트워크 토플로지 변화
- 지형 및 전술 상황에 따른 급격한 전파 환경 변화와 간섭 발생 가능성
- 중앙 집중형 제어가 제한되거나 불가능한 상황 발생

이러한 특성으로 인해 기존 상용 SON 기술을 그대로 적용하기에는 한계가 존재한다. 따라서 전술 환경에 적합한 새로운 SON 운용 전략이 요구된다.

II. 본론

전술 기동환경에서 안정적인 통신을 확보하기 위해서는 상황에 따라 중앙집중형(cSON)과 분산자율형(dSON) 구조를 유연하게 전환할 수 있는 체계가 필요하다. 본 장에서는 두 가지 모델을 설명한다.

- 중앙집중형 SON(Centralized SON/cSON)

백홀이 유지되는 환경에서 운용되며, 하나의 상위 노드가 네트워크 데이터를 수집/분석하여 최적화 정책을 일괄 적용한다. 각 기지국은 셀 부하, 단말 분포, 채널 환경 정보를 상위 노드로 전송하고, 학습된 AI 모델이 최적화된 파라미터를 산출한다. 이 방식은 대규모 부대 기동이나 작전 초기 단계에서 효율적인 지원 운용을 지원한다.

- 분산자율형 SON(Distributed SON/dSON)

백홀 단절이나 단독 작전 상황을 가정한 모델로, 각 기지국이 독립적으로 상태를 모니터링하여 자율적으로 운용한다. 출력 제어 알고리즘을 기반으로 주변 셀 간 간섭, 단말 분포, 링크 품질을 고려하여 송신 전력을 조정한다. 이를 통해 제한된 범위 내에서 커버리지를 유지하고 간섭을 최소화하여 통신 연속성을 확보한다.

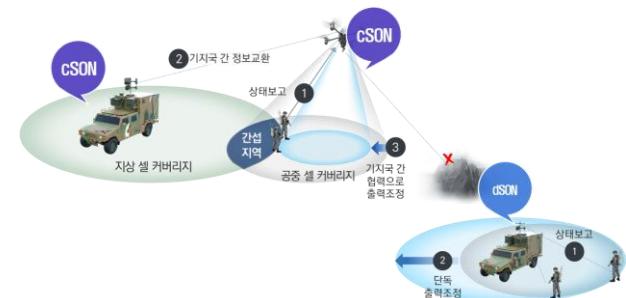


그림 1 cSON / dSON 운용 안

3GPP Release 18에서는 NG-RAN 운용 효율 향상을 위해 AI/ML 기반 최적화 구조를 도입하고 있으며, 중앙 학습과 분산 추론을 결합한 RAN 지능화 방향을 제시한다. 중앙집중형 모델은 O-RAN 프레임워크의 SMO 및 NON-RT RIC를 통해 구현되어, 다수 기지국에서 수집된 데이터를 기반으로 최적화 정책을 생성 및 배포하는데 적합하다. 또한, 분산자율형 모델은 Near-RT RIC 또는 기지국 로컬 제어 영역에서 구현되어, 백홀 단절이나 단독 작전상황에서 자율적으로 셀 파라미터 제어를 수행할 수 있다.

결과적으로, 제안된 전술 SON 운용 모델은 전술 기동환경에 적합한 표준 기반 지능형 네트워크 운용 체계로 확장될 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 전술 기동환경의 특수성을 고려하여 AI 기반 전술 SON 운용방안을 제안하였다. 제안한 모델은 이동성과 불확실성이 높은 환경에서도 안정적인 NG-RAN 운용을 가능하게 한다. 또한 3GPP Rel-18에서 도입된 AI/ML 기반 최적화 기술과 O-RAN 프레임워크와의 정합성을 통해 표준 기반 확장 가능성을 확보하였다.

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] Kwon D.S & Na J. H. "Research status of machine learning for self-organizing network - I" Electrics and Telecommunications Trends, 35(4), pp.103-114.