

AI/ML 인터페이스에 대한 3 GPP Rel-18 표준화 동향

김지형
한국전자통신연구원
savant21@etri.re.kr

Standardization Trends of 3GPP Rel-18 for AI/ML Interface

Kim Jihyung
Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)

요 약

본 논문은 3GPP Release 18에서 진행중인 다양한 표준 아이템들 중에 무선 인터페이스를 위한 인공지능(AI)/머신러닝(ML) 표준화 동향에 대해 살펴본다.

I. 서 론

5G 이동통신에 대한 사실상 표준화 단체인 3GPP (3rd Generation Partnership Project)에서는 다양한 버티컬 서비스 지원과 5G 이동통신에서 요구하는 KPI(Key Performance Indicator)를 만족하기 위해 Rel(Release)-15 부터 NR(New Radio) 및 LTE(Long Term Evolution)를 개발하고 있으며 5G-Advanced 라는 명칭으로 2022 년부터 Rel-18 을 진행하고 있다. 여기에는 듀플렉스 운용, 인공 지능(AI)/머신 러닝(ML), 네트워크 에너지 절감 등의 새로운 분야에 대한 표준화 연구도 포함되었다. AI/ML 은 수집 및 자동 처리된 데이터를 분석하여 운영자가 네트워크 관리 및 사용자 경험을 개선하도록 돕는 도구로 활용될 수 있으며, 그림 1에서 보듯이 Rel-17 의 RAN(Radio Access Network)에서는 RAN WG(Working Group) 3 를 중심으로 기능적 프레임워크(예: AI 기능 및 AI 지원 최적화를 위한 구성 요소의 입력/출력) 및 AI 지원 RAN 의 사용 사례 및 솔루션에 의해 지원되는 RAN 인텔리전스에 대해 연구하였다[1]. 이를 바탕으로 Rel-18 에서는 RAN1 과 RAN3 를 중심으로 각각 AI/ML 에 대한 표준화를 진행중이며, 성능 향상 및 복잡도/오버헤드 감소를 위해 AI/ML 기반 알고리즘의 향상된 지원을 가능하게 하는 기능으로 무선 인터페이스를 개선하는 것을 고려한다. 여기서 향상된 성능은 지연 시간, 안정성, 연결 밀도, 사용자 경험, 에너지 효율성 등을 포함하여 처리량, 견고성, 정확성 또는 신뢰성 향상 등이 될 수 있다. 본 논문에서는 3GPP RAN1 과 RAN3 를 중심으로 Rel-18 의 AI/ML 표준화 항목 및 범위에 대해 살펴본다.

II. Rel-18 AI/ML 표준화 동향

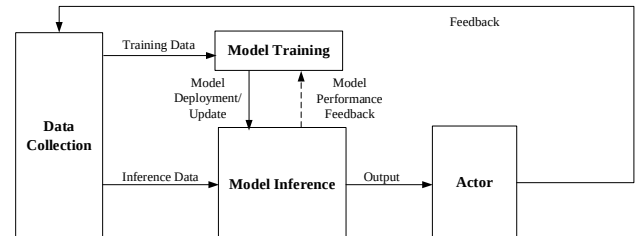


그림 1. RAN 인텔리전스를 위한 기능적 프레임워크[1]

그림 2는 3GPP Rel-18 AI/ML 표준화 타임라인을 보이고 있다. SA(Services and System Aspects)의 하위그룹인 SA1 에서는 5G 시스템에서 AI/ML 모델 전송을 위한 트래픽 특성 및 성능 요구 사항에 대해 표준화를 진행하였으며, SA2 에서는 AI/ML 기반 서비스를 위한 5G 시스템 지원, SA3 는 5G 에서 AI/ML 기반 서비스 및 애플리케이션의 보안 및 개인정보 보호, SA4 와 SA5 는 각각 미디어용 AI/ML 과 AI/ML 관리에 대해 표준화를 진행한다.

RAN1 을 중심으로는 NR 무선 인터페이스를 위한 AI/ML 에 대한 연구라는 항목으로 스터디 아이템(SI) 표준화 연구를 23 년까지 진행하며 연구 결과를 TR 38.843 로 문서화할 예정이다[2][3]. 여기에는 후속 표준화 단계에서 적용할 수 있는 AI/ML 아키텍처의 기능 요구 사항을 포함하여 공통 AI/ML 프레임워크를 식별할 수 있도록 사용 사례를 연구하고 AI/ML 이 무선 인터페이스 기능의 성능을 향상시킬 수 있는 영역을 식별하는 것을 목표로 하고 있다.

초기 사용 사례에는 크게 다음의 3 가지를 고려하고 있다. 먼저 CSI 피드백 향상으로서 예를 들어 오버헤드 감소, 정확도 향상, 예측을 위한 활용이다. 다음으로 빔 관리로서 예를 들어 오버헤드 및 지연 감소를 위한 시간 및 공간 영역에서의 빔 예측, 빔 선택 정확도 향상을

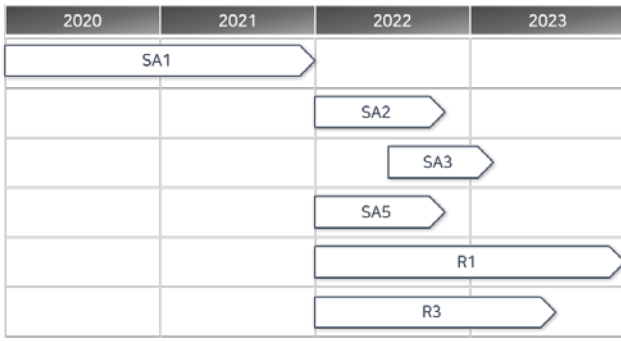


그림 2. 3GPP Rel-18 AI/ML 표준화 타임라인

위한 활용이다. 마지막으로 NLOS 조건이 높은 시나리오를 포함한 다양한 시나리오에 대한 포지셔닝 정확도 향상을 위한 활용이다. 사용 사례와 함께 프레임워크 연구를 위한 공통 및 특정 특성을 식별하기 위한 AI/ML 모델 등에 대한 정의도 고려한다. AI/ML 관련 알고리즘 및 관련 복잡성의 정의 단계 특성화에는 모델 생성, 검증, 테스트와 추론 운영 등이 포함된다. 이외에 사용 사례와 관련된 단말과 기지국간의 다양한 수준의 협업, AI/ML 모델의 수명 주기 관리 특성화, 훈련, 검증, 테스트 및 추론을 위한 데이터 세트 등이 정의될 수 있다. 사용 사례와 AI 모델 정의를 기반으로 AI/ML 기반 알고리즘의 성능 이득 평가 및 규격화에 필요한 사항을 연구한다. AI/ML 기반 알고리즘의 성능 이득에 대한 평가를 위해서 링크 및 시스템 레벨 시뮬레이션을 고려한다. 여기에는 AI/ML 기반 알고리즘의 성능, 추론 지연 및 복잡성 비교와 함께 각 AI/ML 활성화와 관련된 오버헤드, 전력 소비, 메모리 스토리지 및 하드웨어 요구 사항 등도 포함된다. 규격화에 필요한 사항 연구의 물리 계층 측면에서는 훈련, 검증 및 테스트를 위한 데이터 세트 구성 및 새로운 신호, 훈련 및 검증 수단 데이터 지원, 지원 정보, 측정 및 피드백과 같은 협업 수준별 규격 영향을 고려한다. 프로토콜 측면에서는 훈련/추론의 구성 및 제어 절차, 데이터 및 AI/ML 모델 관리 및 협업 수준별 규격 영향을 고려한다. 상호 운용성 및 테스트 가능성 측면에서는 AI/ML 기반 성능 향상을 검증하고 AI/ML 을 사용하는 단말과 기지국이 기존 최소 요구 사항을 충족하거나 초과하는지 확인하기 위한 요구 사항 및 테스트 프레임워크 등을 고려한다.

이와 함께, RAN3 를 중심으로는 NG(Next Generation)-RAN 을 위한 AI/ML 이라는 항목으로 워크 아이템(WI) 표준화를 23 년 6 월까지 진행할 예정이다 [4]. 여기에는 AI/ML 기반 네트워크 에너지 절약, 로드 밸런싱 및 이동성 최적화를 위한 기존 NG-RAN 인터페이스 및 아키텍처(비분할 아키텍처 및 분할 아키텍처 포함) 내에서 데이터 수집 향상 및 신호 지원을 목표로 하고 있다.

III. 결론

본 논문에서는 5G-Advanced 이동통신 개발에 따라 많은 관심을 받고 있는 3GPP Rel-18 에서의 AI/ML 표준화 동향에 대해 소개했다. AI/ML 의 활용을 통해 5G 의 다양한 KPI 측면에서의 성능 개선 연구를 진행하고 있다. 또한, AI 기반 무선 인터페이스는 6G 의 주요 기술 중 하나로써 고려됨에 따라 여러 서비스 시나리오와 접목한 표준화 개발을 통해 이동통신 성능 향상에 기여할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022-0-00436, 지능형 재구성 표면 중계기 표준기술개발).

참 고 문 헌

- [1] TR 37.817 v17.0.0, "Study on enhancement for Data Collection for NR and EN-DC (Release 17)", Apr. 2022.
- [2] RP-221348, "Study on Artificial Intelligence (AI)/Machine Learning (ML) for NR Air Interface", June 2022.
- [3] TR 38.843 v0.0.0, "Study on Artificial Intelligence (AI)/Machine Learning (ML) for NR air interface (Release 18)", May 2022.
- [4] RP-220635, "Artificial Intelligence (AI)/Machine Learning (ML) for NG-RAN", Mar. 2022.