

모바일 네트워크에서 AI 서비스 자동화 기술 연구

이재욱, 고한얼*, 이승현**, 백상헌**
한국전자통신연구원, *경희대학교, **고려대학교

jlee0315@etri.re.kr, *heko@khu.ac.kr, **{dbsfhr1523, shpack}@korea.ac.kr

A Study on the AI Service Automation for Mobile Network

Jaewook Lee, Haneul Ko*, Seunghyun Lee**, Sangheon Pack**
ETRI, *Kyung Hee Univ., **Korea Univ.

요 약

본 논문은 3rd Generation Partnership Project (3GPP)에서 진행 중인 네트워크 자동화 표준 기술 동향을 분석하고, 분석된 내용을 토대로 모바일 네트워크에서의 더 나은 네트워크 자동화 기술을 제공하기 위한 AI 서비스 자동화 기술을 제안한다.

I. 서 론

3rd Generation Partnership Project (3GPP)에서는 5G 모바일 네트워크 출범과 함께 기계학습과 인공지능 기법을 통한 모바일 네트워크 분석 기능인 network data analytics function (NWDAF)을 정의하였다[1]. 또한, 2016년부터는 5G 모바일 네트워크를 위한 네트워크 자동화 서비스를 위해 표준 NWDAF 구조와 기능들을 정의하였다[2]. 현재는 5G-Advanced 모바일 네트워크를 위한 NWDAF 기능들을 연구하고 있다[3]. 앞으로 정의될 NWDAF의 대표 기능들로는 NWDAF가 사용하는 심층모델의 정확성을 평가하는 모델 평가 기능과 학습의 효율성을 높이기 위해 NWDAF들이 협력적으로 심층모델을 학습하는 연합학습 기능들을 표준화 작업 중에 있다.

이러한 모델 평가 기능과 연합학습 기능은 NWDAF에서 사용되고 있는 분석 서비스의 품질(심층모델의 정확성 등)을 실시간으로 인지하고, 서비스 품질의 저하 발생 시 재학습을 통해 고품질의 분석 서비스를 지속적으로 제공할 수 있는 AI 서비스 자동화 기술에 초석이 될 것으로 전망된다. 변화하는 상황에 맞게 심층모델을 제공하는 AI 서비스 자동화 기술은 환경이 자주 변경되는 특징을 갖는 모바일 네트워크에 필수적인 기술로 고려된다.

따라서, 본 논문에서는 최신 5G 모바일 네트워크 자동화 표준 동향을 분석하고, 분석된 내용을 기반으로 모바일 네트워크를 위한 AI 서비스 자동화 기술 및 절차를 제안한다.

II. 본론

본 장에서는 5G 모바일 네트워크 자동화 표준 동향을 분석하고, 더 나은 네트워크 자동화 서비스를 제공하기 위한 모바일 네트워크에서의 AI 서비스 자동화를 제안한다.

1. 5G 모바일 네트워크 자동화 표준 동향

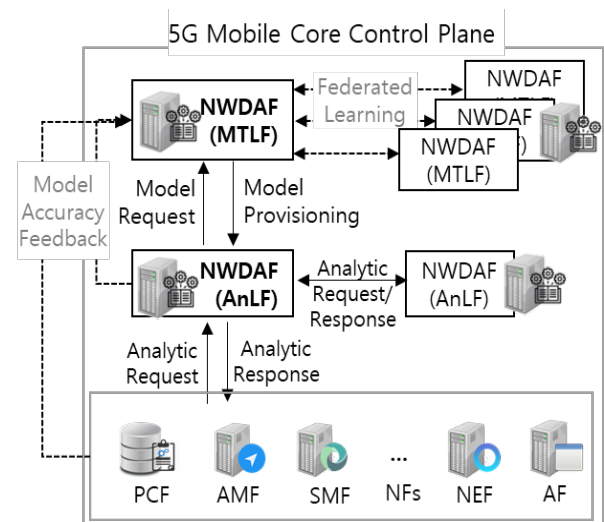


그림 1. NWDAF 구조 및 기능

3GPP에서는 5G 모바일 네트워크 출범과 함께 AI/ML 기술을 통한 네트워크 자동화 서비스 실현을 위해 네트워크 데이터 분석 기능인 NWDAF를 정의하였다. NWDAF는 네트워크 데이터를 수집 및 수집된 데이터를 심층모델을 통해 분석하고, 분석된 결과값을 다른 네트워크 기능에 제공하는 기능들을 수행한다. NWDAF에서 제공하는 네트워크 데이터의 분석 값(예측 및 통계 값)들은 다른 네트워크 기능들이 더 나은 결정을 할 수 있게 해준다.

NWDAF는 5G Phase 1 (Release 15) 규격에서 단순히 네트워크 슬라이스 선택을 돕고자 처음 제안되었다[1]. 그 후, 5G 모바일 네트워크에 네트워크 지능화/자동화 기술 도입하기 위해 NWDAF의 구조 및 기능을 고도화하는 표준화 작업이 수행되었으며, 최근에는 5G-Advanced 모바일 네트워크를 위한 NWDAF 기능을 표준화 작업 중에 있다 [3]. 그림 1은 최근까지 정의된 5G 네트워크를 위한 NWDAF 대표 기술(실선)과 앞으로 정의될 5G-Advanced 모바일 네트워크를 위한 NWDAF의 대표 기술(점선)을

나타낸다. 그림 1 과 같이 심층모델을 통해 분석 서비스를 제공하는 analytics logical function (AnLF) 과 심층모델을 학습시키고, 학습된 심층 모델을 AnLF 에 제공하는 model training logical function (MTLF)를 NWDAF 의 대표 논리적 기능으로 정의하였다. NWDAF 는 AnLF 와 MTLF 중 한가지 혹은 두가지 기능을 가지고 있을 수 있으며, 내포된 논리적 기능에 따라 제공 가능한 서비스가 상이하다.

5G 네트워크를 위한 NWDAF 의 대표 서비스는 AnLF 에서 심층모델을 통해 네트워크 데이터를 분석하고, 분석된 값을 다른 네트워크 기능들에게 제공하는 분석 서비스 (analytics service)와 MTLF 에서 학습된 심층모델을 AnLF 에 제공하는 모델 제공 서비스 (model provision service)가 있다. AnLF 에서 제공할 수 있는 분석 서비스는 미리 정의되어 있으며, NWDAF 를 포함한 네트워크 제어 기능들은 필요에 따라 AnLF 가 내포된 NWDAF 에게 분석 서비스를 요청하고, 요청한 분석 서비스에 대한 결과 값을 받을 수 있다. 해당 결과 값을 통해 네트워크 기능들은 보다 더 나은 결정을 내릴 수 있다. 또한, AnLF 에서 요청된 분석 서비스를 위한 심층모델이 없는 경우, AnLF 는 MTLF 가 포함된 NWDAF 로부터 모델 제공 서비스를 통해 분석 서비스를 위한 모델을 받아올 수 있다.

5G-Advanced 네트워크를 위한 NWDAF 의 대표 서비스로는 제공된 모델의 정확성을 평가하는 모델 평가 서비스와 MTLF 들 간의 연합학습기법을 통해 심층모델을 학습하는 연합학습 서비스를 정의하기로 결정하였다 [3].

2. 모바일 네트워크에서 AI 서비스 자동화 기술

NWDAF 를 통해 제공되는 네트워크 분석 서비스의 품질은 NWDAF 에서 사용하는 심층모델에 따라 결정된다. 예를 들어, 심층모델이 모바일 네트워크 환경에 적합하지 않는 경우, NWDAF 를 통해 제공되는 분석 결과 값은 다른 네트워크 제어 기능들로 하여금 더 좋지 못한 결정을 하게 만들 수 있다. 특히, 시시각각으로 환경이 변화하는 모바일 네트워크에서는 이러한 문제가 더 심화될 것으로 전망된다. 해당 문제는 변화하는 상황에 따라 적합한 모델을 제공해주는 AI 서비스 자동화 기술을 통해 해결 가능할 것으로 고려된다. 따라서, 본 논문에서는 MTLF 가 AnLF 에게 제공한 심층 모델을 품질을 지속적으로 인지하고, 상황에 따라 적절한 심층모델을 학습하여 AnLF 에게 제공해주는 AI 서비스 자동화를 위한 필요 기술과 절차를 제안한다.

그림 2 는 본 논문에서 제안하는 AI 서비스 자동화 절차를 나타낸다. 우선, 네트워크 기능 (NF)이 특정 분석 서비스를 AnLF 에 요청하면 (단계 1), AnLF 는 MTLF 에게 해당 분석 서비스를 위한 심층모델을 요청한다 (단계 2). 이때, AI 서비스 자동화를 위해 AnLF 는 필요한 심층모델의 요구사항 (최소 정확도, 최대 계산량 등)을 같이 전송한다. 해당 요구사항을 받은 MTLF 는 요구사항을 충족할 수 있는 심층모델을 선택하여 AnLF 에게 전달하고 (단계 3), AnLF 는 해당 모델을 통해 분석 서비스를 NF 에게 제공한다 (단계 5, 6). 이때, AnLF 는 분석 서비스를 수행하는 동안 심층모델에 대한 성능 값 (정확도 등)을 MTLF 에게 보고한다 (단계 7). MTLF 는 보고받은 성능 값을 통해 제공한 모델의 품질을 인지하고 재학습 여부를 결정한다 (단계 8). 예를 들어, 보고 받은 정확도가 해당 서비스의 요구되는 정확도보다 낮은 경우, MTLF 는 심층 모델을 재학습하기로 결정할 수 있으며, 심층 모델의 학습 특성

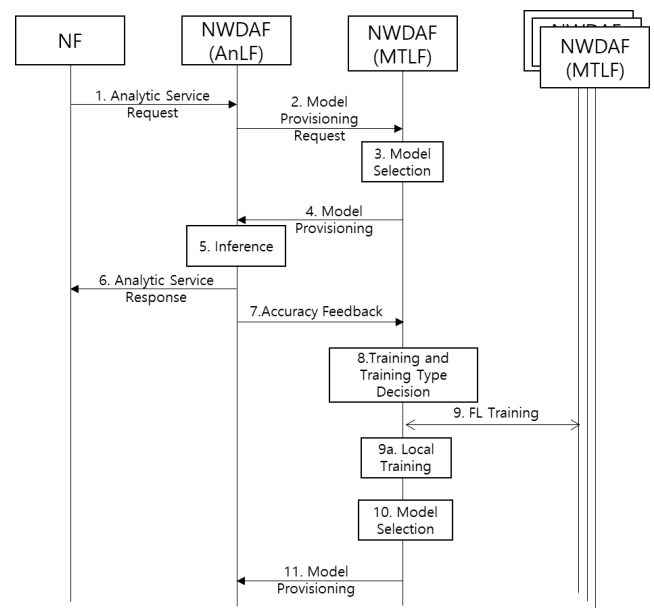


그림 2. AI 서비스 자동화 절차

등을 고려하여 연합학습을 통해 재학습을 수행할지 (단계 9), MTLF 가 단독으로 재학습을 수행할지 (단계 9a) 결정한다. 재학습이 완료된 심층모델은 AnLF 에게 제공되어지고 (단계 10, 11), AnLF 는 제공된 모델을 통해 지속적으로 분석 서비스를 NF 에게 제공해준다.

III. 결론

본 논문에서 모바일 네트워크 자동화 표준화 기술을 분석하고, 분석된 표준화 기술을 기반으로 AI 서비스 자동화 기술을 제안하였다. 제안된 기술을 통해 NWDAF 는 네트워크 기능들에게 어떤 상황에서도 적절한 네트워크 분석 서비스를 제공할 수 있을 것으로 고려된다. 향후 연구로는 최적의 네트워크 자동화 서비스를 제공하기 위해 AI 서비스 자동화 기술 내의 모델 선택 기법, 학습 및 학습 방법 결정기법을 최적화하는 연구를 수행할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 2022 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원 [과제번호: 2020-0-00974] 과 한국연구재단 [과제번호: 2022R1F1A1063183] 지원을 받아 수행된 연구임.

참 고 문 헌

- [1] 3GPP TS 23.501, "System Architecture for the 5G System (Release 16)," 2016.
- [2] 3GPP TS 23.288, "Architecture Enhancements for 5G System(5GS) to Support Network Data Analytics Services (Release 18)," 2022.
- [3] 3GPP TR 23.700-81, "Study on Enablers for Network Automation for the 5G System(5GS); Phase 3 (Release 18)," 2022