

Chapter
04분산협력 AI 기반 5G+ 네트워크
데이터 분석 기능 및 제어 기술

박형곤_이화여자대학교 교수

I. 결과물 개요

개발목표시기	2025. 12.	기술성숙도 (TRL)	개발 전	개발 후
			4	6
결과물 형태	1. 네트워크 자동화 및 지능화를 위한 인공지능 기술 및 알고리즘(SW 및 SYS) 2. 인공지능 기술 적용 가능한 네트워크 구조 및 인터페이스(SW 및 SYS)	검증방법	자체검증, 3자 검증, 시험 인증	
Keywords	네트워크 데이터 분석 기능, 연합 학습, 메타 학습, 네트워크 자동화, 네트워크 지능화, Network Data Analytics Function(NWDAF), Federated Learning, Meta Learning, Network Automation, Network Intelligence			
외부기술요소	Open Source 사용 및 상용보드/시스템 이용	관리성	특허, SW	

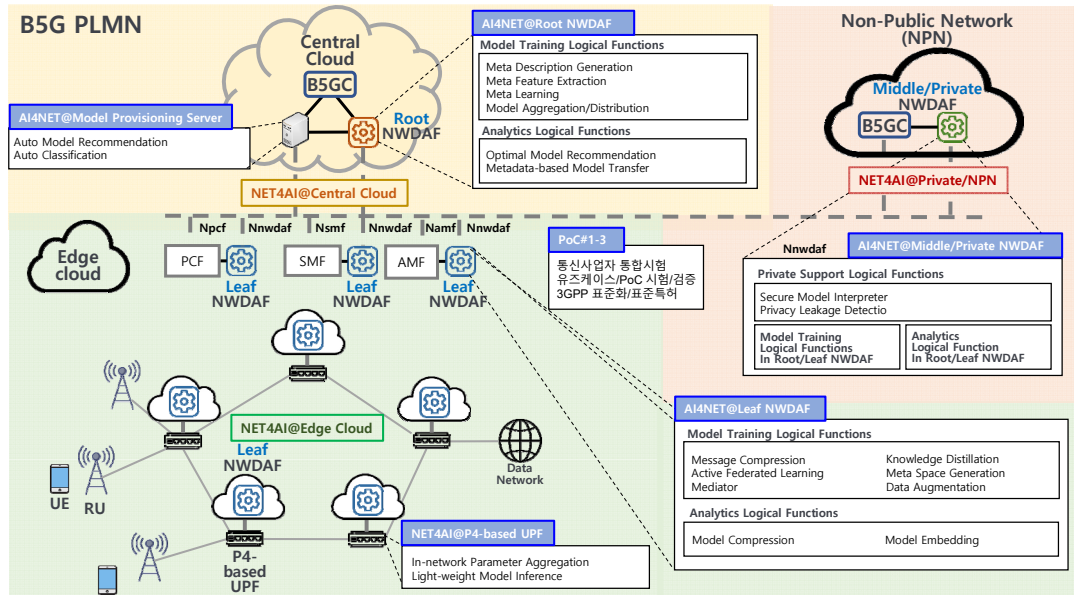
II. 기술의 개념 및 내용

- ▶ 네트워크 자동화 및 지능화를 위한 인공지능(AI for NET) 기술에 관한 연구 개발 및 인공지능 기술이 효과적으로 적용될 수 있는 네트워크의 구조 및 인터페이스(NET for AI) 기술 연구 개발로 추진

* 본 내용은 박형곤 교수(☎ 02-3277-3896, hyunggon.park@ewha.ac.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

***정보통신기획평가원은 현재 개발 진행 및 완료 예정인 ICT R&D 성과 결과물을 과제 종료 이전에 공개하는 "ICT R&D 사업화를 위한 기술예고"를 2014년부터 실시하고 있는 바, 본 칼럼에서는 이를 통해 공개한 결과물의 기술이전, 사업화 등 기술 활용도 제고를 위해 매주 1~2건의 관련 기술을 소개함



[그림 1] 기술개념도

- 네트워크 데이터의 효율적 처리를 위한 상위 레벨 데이터 치환 알고리즘 및 데이터 분석을 위한 최적 학습 모델 자동 추천 기술 개발
- 분산된 네트워크 데이터와 제어 기능 동작을 다중 네트워크 데이터 분석 기능의 협력 학습을 통해 네트워크를 동적 분석·제어하는 자동화 알고리즘 및 추론 모델 개발
- 다중 네트워크 데이터 분석 기능 간 협력 학습을 지원하는 5G+ 이동통신 네트워크 분석 기능 구조 및 인공지능 프레임워크 개발
- 개발한 기술의 시장성 확보를 위한 국제표준 반영 및 표준특허 확보

III. 국내외 기술 동향 및 경쟁력

1. 기술의 특성 및 성능

- 본 기술은 기능 및 지역으로 분산된 네트워크와 상이한 장비 제조사에서 구현된 5G 이동통신사업자의 네트워크 데이터 분석 기능(Network Data Analytics Function: NWDAF)

간 상호 호환을 위해 분산/협력 학습 기술을 기반으로 5G+(Beyond 5G: B5G) 네트워크 기능((Access & Mobility Management Function: AMF), SMF(Session Management Function), PCF(Policy Control Function) 등)에서 요구하는 추론 및 동작을 제공하는 다중 NWDAF 기반 5G+ 지능화·자율화 기술임

[표 1] 본 기술의 최종 연구개발 목표

평가 항목 (주요성능1)	단위	세계최고 (보유기업, 보유국)	연구개발 전 국내 수준	최종 연구개발 목표치
		성능수준	성능수준	
1. 학습을 위한 총 통신량	%	unknown	수백 GB/일(KT)	< 10
2. 추론 및 분석 정확도	%	80% 이상	unknown	> 90
3. 추론 및 분석 처리 시간	%	약 80%	unknown	< 80
4. 서비스를 위한 네트워크 시그널링 오버헤드 감소	%	unknown	unknown	< 50
5. PoC 모델 종류	개	1개 이상	unknown	1
6. 3GPP 표준 기고	건	unknown	unknown	3
7. 3GPP 표준 특허 후보	건	unknown	1	1
8. 정보누출 검사 계산량(Attack lter)	회	약 25회(USA)	unknown	< 15
9. 정보누출 검사 정확도(ASR)	%	약 76%(USA)	unknown	> 85

2. 경쟁기술/대체기술 동향 및 현황

▶ 국내 경쟁기관 현황

기관	기술개발 내용 및 현황
ETRI	- 지능형 네트워크 환경에서의 자원 최적화 및 우회경로 자동 선택 등의 자동화 솔루션 개발을 위해 이화여대와 함께 표준과 호환되는 엔진의 기술개발(2020)
SKT	- 5G를 타깃으로 빅데이터 분석과 머신러닝을 기반으로 자체 개발한 AI 기반 네트워크 관리시스템 TANGO 운용 중 (2020)
KT	- AI 기반 통신장애 분석 및 복구 솔루션 'Dr.Lauren'을 개발하여 5G 네트워크에 적용했으며, 인공지능 기술을 도입한 지능형 관리기술 지속 개발 중(2020)
삼성전자	- 5G 시장을 공략하기 위해 인공지능 기반 네트워크 및 서비스 분석 솔루션 업체인 Zhilabs 인수(2018) - 자회사인 Zhilabs는 인공지능을 기반으로 5G 네트워크와 서비스를 실시간 자동화 분석/관리하는 솔루션 '넷라이너 (NetLiner)' 출시(2020) - Vodafone, TELUS 등 여러 이동통신사에 솔루션 공급(2020)

기관	기술개발 내용 및 현황
텔코웨어	- NWDAF와 연동되는 NSSF 솔루션 개발(2020) - 해당 솔루션이 LG유플러스에 공급될 것으로 전망(2020)

〈자료〉 한국정보통신기술협회, ICT 표준화전략맵 Ver. 2021, 각사 공식홈페이지, 뉴스기사

➤ 국외 경쟁기관 현황

기관	기술개발 내용 및 현황
Huawei	- 네트워크 지능화를 위해 AI 기반 자체 개발 네트워크 분석 솔루션인 CloudMSE 고도화 중(2020) - 전세계 60여개 네트워크에 솔루션 적용(2020)
RADCOM	- 네트워크 지능화를 위해 다양한 포맷을 지원하는 애자일 방식의 NWDAF 솔루션인 I.C.O.N 개발(2019) - Rakuten Mobile 등 이동통신사에 솔루션 공급(2020)
ZTE	- NWDAF 지원하는 5GC 슬라이싱 솔루션 개발(2018) - 전세계 약 46개 업체와 5G 관련 솔루션 공급 계약을 체결(2020)
Ericsson	- 인공지능을 활용하여 기존 통신사업자를 위한 실시간 빅데이터 분석 솔루션 Expert Analytics 업그레이드(2020) - BT, swisscom 등 이동통신사에 솔루션 공급(2019~2020)
Nokia	- 통신사업자를 위한 AI 기반 5G 네트워크 자동화 솔루션 AVA 출시(2020) - 유명시장조사기관 GlobalData는 AVA와 같은 지속적인 혁신 솔루션을 근거로 Nokia를 업계 선두기관으로 평가(2020)
Guavus	- 통신사업자를 위한 AI 기반 분석 및 자동화 솔루션 Guavus-IQ 출시(2020) - Jio 등 이동통신사에 솔루션 공급(2019)
MYCOM OSI	- 통신사업자를 위한 AI/ML 기반 5G 가속화 솔루션 Experience Assurance & Analytics 출시(2020) - Magenta Telekom 등 이동통신사에 솔루션 공급(2020)
Ciena	- 통신사업자를 위한 AI/ML 기반 지능형 closed loop 네트워크 오케스트레이션 솔루션 Blue Planet 출시(2019) - DISH Network, Etisalat 등 이동통신사에 솔루션 공급(2020)

〈자료〉 한국정보통신기술협회, ICT 표준화전략맵 Ver. 2021, 각사 공식홈페이지, 뉴스기사

3. 우수성 및 차별성

경쟁기술	본 기술의 우수성/차별성
<ul style="list-style-type: none"> - NWDAF의 전반적인 프레임워크와 네트워크 데이터 수집 구조 및 인터페이스에 대한 기술과 네트워크 혼잡도 예측 기술(Nokia) - 특정 단말에 관련된 데이터를 액세스하는 방법과 데이터 플랜의 데이터 수집 방법 및 분석 절차 등에 대한 기술(Ericsson) 	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 상용화 중인 Rel-15, Rel-16 기반의 단일 NWDAF 대비 Rel-17 이후의 다중의 NWDAF를 효율적으로 관리 및 제어하기 위해 계층화된 구조화 제안 및 표준화된 인터페이스를 통해 기존 5G 네트워크로의 적용 및 NWDAF 상호간 연동이 가능할 것으로 예상함

4. 표준화 및 특허 동향

- ▶ 국내 삼성전자 및 ETRI는 3GPP에서 개발 중인 NWDAF 기능과 관련하여 국제표준화 활동을 활발하게 추진 중에 있으며, 삼성전자는 NWDAF를 이용한 네트워크 슬라이스 제어, 라우팅 경로 변경과 같은 유즈케이스와 NWDAF에서 네트워크 이벤트 및 분석정보 구분을 위한 메타데이터 등의 이슈를 중심으로 표준화에 기여하고 있고, ETRI는 NWDAF에서 제공되는 응용별 QoS 프로비저닝, NWDAF의 네트워크 데이터 수집 인터페이스 및 구조, 프레임워크 등의 이슈를 중심으로 표준화에 기여하고 있어 관련 IPR 등을 보유하고 있을 것으로 판단됨
- ▶ 특히, ETRI는 Release-16 NWDAF 표준화 작업을 통해 써드파티 응용 서비스 데이터 수집 구조 및 인터페이스, 네트워크의 변동성을 고려한 NWDAF 데이터 수집 구조 및 인터페이스, NWDAF의 사용자 통신 패턴 예측방법, NWDAF를 활용한 특정 응용의 QoS 프로비저닝 방법 등에 대한 국내외 IPR 확보 및 표준반영을 완료하였고, 머신러닝 기반 다중 NWDAF 구조 및 인터페이스 등에 대한 다수의 IPR을 확보한 상황임
- ▶ 3GPP SA2에서는 최근 중국 화웨이 및 차이나 모바일 주도로 인공지능 및 빅데이터 분석 기술을 5G 네트워크에서 활용할 수 있도록 하는 네트워크 데이터 분석 기능(NWDAF)을 5G 시스템 내에 새롭게 정의하여 표준 개발을 진행 중이며, 이와 관련한 수집 데이터 구조, 유형, 분석 방법 등 다수의 표준특허를 보유할 것으로 판단됨
- ▶ 특히, 화웨이는 5G에서 정의한 PCF와 NSSF 네트워크 기능 등과 연계하여 네트워크 슬라이스 인스턴스 선택 및 프로비저닝, 운용자 QoS 정책 평가 및 최적 설정이 가능하도록 자동화된 결정을 해당 기능에 내려주는 NWDAF 유즈케이스를 중심으로, 이를 지원하기 위한 NWDAF 구조 및 인터페이스 등에 대한 다수의 표준특허를 확보한 것으로 분석됨
- ▶ Release-17 이후의 규격을 대상으로 분산된 NWDAF 기능을 활용한 다양한 분산협업 AI 기술 적용 및 성능 향상을 고려하는 최적화 기법에 대한 IPR은 현재 특허로 출원되어 공개된 것은 없으나, 화웨이를 비롯한 노키아, 에릭슨 등의 글로벌 제조사들과 버라이즌, 차이나 모바일 등의 글로벌 사업자들로부터 관련 기술개발 및 지식재산권, 표준 규격 등에 대한 논의가 활발히 진행되고 있는 상황임

▶ 관련 보유특허

No.	국가	출원·등록번호(출원·등록일)	상태	명칭
1	미국	등록번호 US 10855817/ 등록일 2020.12.01	등록	Method and Apparatus for Network Encoding based on Low-Complexity Algorithms for Network Coding using Matrix Decomposition
2	대한민국	등록번호 1019751040000/ 등록일 2019.04.26	등록	동적 네트워크에서 네트워크 형성 방법 및 장치
3	미국	등록번호 US10219210B2/ 등록일 2019.02.26	등록	무선 통신 시스템에서 채널 선택 방법 및 장치
4	미국	등록번호 US10003954/ 등록일 2018.06.19	등록	분배 이동성 관리를 위한 방법 및 장치
5	대한민국	등록번호 1020286500000/ 등록일 2019.09.27	등록	프로그래밍 가능한 스위치 기반의 서비스 기능 체이닝 기법
6	미국	등록번호 US 10779254/ 등록일 2020.09.15	등록	SERVICE REQUEST METHOD FOR 5G LOCAL SERVICE
7	미국	등록번호 US 10575220/ 등록일 2020.02.25	등록	SESSION MANAGEMENT METHOD BASED ON REALLOCATION OF PDU SESSION ANCHOR DEVICE, AND DEVICE PERFORMING THE SESSION MANAGEMENT METHOD
8	미국	등록번호 US 10142994/ 등록일 2018.11.27	등록	COMMUNICATION METHOD AND APPARATUS USING NETWORK SLICING
9	미국	등록번호 US 9723428/ 등록일 2017.08.01	등록	INTERNET-OF-THINGS SYSTEM FOR PUBLIC TRANSPORTATION SERVICE AND METHOD OF OPERATING SAME
10	미국	등록번호 US 9532306/ 등록일 2016.12.27	등록	INTERNET PROTOCOL-BASED SLEEP MODE CONTROL METHOD

IV. 국내외 시장 동향 및 전망

1. 국내외 시장 동향 및 전망

- ▶ 정보통신기획평가원에서 발간한 ‘2018년 ICT 기술수준조사 보고서’에 따르면, 26대 ICT 기술 분야 중 이동통신 분야의 기술은 최고 기술 보유국인 미국 기술 수준을 기준으로 중국 97.5%, 유럽 96.4%, 일본 93.9%의 상대수준을 보이고 있고, 우리나라는 96.8%에 해당하는 상대수준(최고 기술 보유국 대비 0.6년의 기술격차에 해당)을 보이고 있어, 미

국, 중국에 이어 글로벌 Top 3에 진입해 있음을 알 수 있음

2. 제품화 및 활용 분야

활용 분야(제품/서비스)	제품 및 활용 분야 세부내용
전송기기	광전송시스템
네트워크 장비	유선, 무선 LAN 장비
교환기	VOIP
유무선통신기기 부분품	광통신 부품, 유선 교환기 부품, 고주파 부분품
무선통신시스템	무선통신용 교환기, 기지국용 송수신기, 무선통신용 중계기
기타 유무선통신기기	상위 분류에 포함되지 않은 유선, 무선 장비

V. 기대효과

1. 기술도입으로 인한 경제적 효과

- KISDI(2019.1) 보고서에 따르면 5G는 네트워크 장비 및 단말, 첨단 디바이스·보안, 융합 서비스 등 주요 관련 산업 분야에서 2026년 총 1,161조 원 규모의 시장 창출이 전망되고 있으며, 따라서 본 과제를 통한 연구 개발이 경제적/산업적 측면으로 매우 높은 부가가치를 창출할 것으로 기대함
- 본 과제는 NWDAF 플랫폼을 통해 알고리즘을 연구·적용하므로 학교/연구소/산업체 등에서 쉽게 사용할 수 있으며, 또한 대형 솔루션을 적용하기에 비용적으로 부담이 되는 중소 산업체에서 오픈소스 솔루션 개발을 통해 비용 절감의 효과를 기대할 수 있음

2. 기술사업화로 인한 파급효과

- 인공지능/머신러닝 알고리즘을 제조·미디어·자동차·의료 등 각 분야에서 적합한 5G+ 서비스에 적용하여 새로운 가치를 구현하고 서비스할 수 있는 계기가 될 것으로 기대됨

- CogNet, IDN, KDN 등을 연구하는 해외 연구기관 및 산업체들과의 교류를 기대할 수 있으며, 궁극적으로 인공지능/머신러닝을 통한 NWDAF 플랫폼의 효율적인 관리라는 새로운 연구, 산업 분야의 저변을 확대함으로써 새로운 인력을 양성함과 동시에 일자리를 창출할 수 있음
- 본 연구 과제를 통해 인공지능/머신러닝 분야의 전문가를 양성하여 인력 부족 문제를 해결하며, 인공지능/머신러닝 전문가 인력뿐만 아니라 NWDAF 연구 및 운용 인력을 양성할 수 있을 것으로 기대됨