

오픈소스를 활용한 End-to-End 지능형 이동통신 네트워크 구축

권혁선, 최호성, 이상연, 김건, 이성진, 이종석, 김유빈, 유현민, 김우중*, 홍인기
경희대학교, *인텔 코퍼레이션

gurtjs@khu.ac.kr, to6044@khu.ac.kr, sangyeon@khu.ac.kr, ssjj3552@khu.ac.kr, howrhee@khu.ac.kr,
dbqls15@khu.ac.kr, yhm1620@khu.ac.kr *woojoong.kim@intel.com, ekhong@khu.ac.kr

Implementation of an End-to-End Intelligent Mobile Network using Open Source

Hyuksun Kwon, Hoseong Choi, Sangyeon Lee, Geon Kim, Sungjin Lee, Jongseok Rhee, Yuvin Kim,
Hyunmin Yoo, Woojoong Kim*, Een Kee Hong
Kyunghee University, *Intel Corporation

요약

본 연구에서는 범용 하드웨어와 오픈소스로 공개되는 OpenAirInterface (OAI)의 DU/CU 소프트웨어, Aether 프로젝트의 SD-RAN 소프트웨어를 활용하여 end-to-end 지능형 이동통신 네트워크를 구축하는 과정을 소개한다. 기존의 독립적이고 비용이 높은 이동통신 장비 시장의 진입 장벽을 낮추기 위해 software-defined RAN 및 open RAN 기술과 private 5G 기술을 사용하였다. Software-defined Radio (SDR) 장비와 범용 서버를 활용하여 구축한 네트워크에 상용 단말기를 연동하고, 네트워크에서 발생하는 로그를 분석하여 3GPP 표준 준수 여부를 확인하였다. 이를 통해 학계에서도 저비용으로 네트워크를 구축하고 연구 및 성능 최적화를 시도할 수 있는 방향성을 제시한다.

I. 서론

서버 엔터프라이즈 및 인공지능 분야에서 큰 성공을 거둔 오픈소스 생태계가 통신 분야에 접어들어 따라, 독립적으로 이루어졌던 이동통신 장비 시장의 진입 장벽이 대폭 낮아지게 되었다 [1], [2]. 더 나아가, 오픈소스로 공개된 radio access network (RAN) 및 Core 소프트웨어가 등장함에 따라, 사용자가 직접 이동통신 네트워크를 구축할 수 있게 되었다 [3], [4]. 본 논문에서는 범용 하드웨어와 오픈소스 소프트웨어를 활용하여 사용자가 직접 이동통신 네트워크의 구조를 설계하고 구축하는 과정을 소개한다. 또한 구축한 네트워크에 상용 단말기를 연동하여 해당 네트워크의 상용화 및 연구 개발 측면에서의 가능성을 입증한다.

II. 본론

기존에는 전 세계 이동통신 장비 시장을 특정 장비사가 독점하고, 각 나라마다 소수의 이동통신사가 주파수를 독점하는 형태로 구성되어 있어 학계에서 이동통신 네트워크 시스템을 구축하는 것은 비용적으로 큰 어려움이 있었다. 본 연구에서는 software-defined RAN 및 open RAN 기술, private 5G 기술을 활용하여 직접 이동통신 네트워크를 구축하는 데 성공하였다.

A. Software-defined RAN

하드웨어 기반 프로그래밍은 고난이도의 hardware description language (HDL)를 활용하여 논리를 설계하고 물리적인 회로를 직접 반도체 공정을 거쳐 생산해야 하기 때문에 일반 사용자가 접근하는 것이 거의 불가능하다. 반면, 소프트웨어 기반 프로그래밍은 C++나 Python 등의 대중적인 언어를 사용하므로 더 많은 개발자에게 열려 있으며, 범용 하드웨어만 확보되면 자유롭게 프로그래밍이 가능하다. 기존에는 소프트웨어 기반으로 RAN을 구성하는 것이 성능의 한계가 있었지만, 컴퓨팅 파워의 발전으로 인해 해당 접근법으로도 네트워크의 요구사항을 충족할 수 있게 되었다. 따라서 범용 하드웨어에 오픈소스 RAN 소프트웨어를 빌드하여 유연성과 확장성을 극대화할 수 있는 software-defined RAN 기술이 도입되었다.

B. Open RAN

Open RAN은 기존의 RAN을 개방형 표준과 인터페이스로 전환하여 유연성과 확장성을 향상시키는 것을 목표로 한다. 핵심 원칙은 open standard와 open interface를 통해 다양한 벤더의 장비가 상호 운용될 수 있도록 하고, 지능형 기능을 담당하는 RAN intelligent controller (RIC)을 도입하여 네트워크의 성능을 지능적으로 개선하는 xApp, rApp이라는 소프트웨어 어플리케이션을 제공하는 것이다. 이러한 표준과 인터페이스는 네트워크 운영자에게 특정 장비사에 종속되지 않는 유연한 솔루션 통합을 가능케 하며, RAN의 각 구성 요소 간 원활한 통신을 보장한다.

특히, open RAN은 whitebox 하드웨어를 활용해 RAN을 구축할 수 있는 것이 큰 장점이다. 화이트박스 하드웨어는 벤더 종속 전용 장비를 대체하며, 범용 네트워크 장비로 구성되어 비용 절감 및 확장성 향상에 기여한다. 또한 open RAN은 오픈소스 생태계를 형성하는 것을 장려하며, 소프트웨어 구성 요소는 마이크로서비스(microservices) 형태로 제공되어 네트워크 기능을 유연하게 추가, 삭제, 수정할 수 있다. 이러한 마이크로서비스는 범용 오픈소스 도구를 통해 구현되어 네트워크 구축과 관리의 진입 장벽을 낮추고, RIC 내에서 구동되는 xApps와 rApps를 통해 네트워크 최적화 및 관리를 지원한다.

C. Private 5G

Private 5G는 이동통신사 주파수와는 별도로, 특정 사용자가 구독형으로 사용할 수 있는 주파수이다. 특정 조직이 독립적으로 폐쇄형 모바일 네트워크를 운영할 수 있어 고도의 보안을 제공한다. 주파수는 각 나라별로 정해진 특정 주파수 대역에서 운영된다. 특히 Private 5G는 산업 분야에서 주목받고 있으며, 제조 현장의 수많은 기기들이 네트워크에 연결되어 실시간으로 데이터를 처리하고, 자동화 시스템을 운영하는데 강점을 갖는다.

D. End-to-end 지능형 이동통신 네트워크 구축 과정

본 연구에서는 범용 radio unit (RU) 장비인 USRP B210을 통해 무선 신호 처리부를 구성하고, 범용 서버 Intel NUC과 오픈소스 소프트웨어를 활용하여 DU/CU, 실시간 RIC, Core를 구성하였다 (그림 1). DU/CU 소프트웨어로는 OpenAirInterface (OAI), RIC과 Core, 지능형 인터페이스

