USRP 보드를 이용한 SW기반 5G 셀 탐색 시각화

임지원, 성채원, 봉유정, 조오현
충북대학교 소프트웨어학과
e-mail: jeanie5@naver.com, chaewon0725@gmail.com, qhddbwjd@naver.com, ohyunjo@chungbuk.ac.kr

Visualization of Software based 5G Cell Search using USRP Board

Ji-Won Lim, Chae-Won Seong, You-Jeong Bong, Ohyun Jo
Department of Computer Science, Chungbuk National University

요 약

5G 시스템은 혁신적인 발전을 거듭하며 강력해진 기술 표준을 근간으로 초광대역 이동형 데이터 서비스, 대규모 사물통신 서비스 등을 제공하고 있다. 본 논문에서는 SW를 기반으로 한 5G의 기술 개발 방법론을 제안한다. 또, 실제 환경에서 차세대 모바일 네트워크의 성능 분석이 가능한 SW 기반의 시스템 레벨 테스트베드 및 모니터링 프로그램을 OAI(Openairinterface) 5G 연구 단체의 오픈소스를 이용하여 구현한다. 기존 하드웨어 위주의 단일 칩 시스템(SoC)을 이용한 구현은 손상되기가 쉽고 유지보수가 힘들다는 단점이 있다. 하지만 기존 하드웨어 칩을 소프트웨어 기반인 소스코드로 구현하면 유지보수가 용이하다는 장점뿐만 아니라 하드웨어가 변경되더라도 다른 하드웨어에 호환되는 이식성 때문에 생산성이 높아지며 비용 절감의 효과도 기대할 수 있다.

1. 서론

최근 이동통신 네트워크를 접목시킨 다양한 응용기술들이 개발되고 있다. 특히 5G의 특성인 초고속, 초연결, 초저지연을 활용하여 기존 산업기술의 성능을 향상시키거나 새로운 기능을 추가하는 형태로 발전하고 있다. 그 대표적인 예로는 자율 주행 기능 및 지능형 도로 인프라를 갖춘 스마트 카, 대용량 콘텐츠 전송이 가능하다는 장점을 이용한 실시간 영상서비스, 실시간 영상을 이용하여 원격으로 제어하는 드론 기술 등이 있다. 또한 5G 오픈소스에 대한 공개 연구도 활발히 진행 중이다. 대표적으로 OAI(Open Air Interface)를 예로 들 수 있다. OAI의 목적은 표준화를 지원하고 검증 및 상호 운용성을 위한 독립적인 오픈소스를 개발하는 것으로, 비영리단체인 OSA(Open Air Interface Software Alliance)의 주관 하에 운영되고 있다.

이러한 5G 기술 혁신은 앞으로 더 늘어날 미디어에 대한 수요와 그 활용방안에 필수적인 요소라고 할 수 있다. 이렇듯 5G 기술 활용방안에 이목이 집중된 가운데, 가장 중요한 5G 네트워크의 성능을 측정하고 분석하는 기술은 상대적으로 주목받지 못하고 있다. 본 논문에서는 USRP 보드를 이용하여 5G 네트워크의 구현 방법론을 제시하고 구체적인 성능 분석을 위한 시각화하는 방법을 제안한다. OAI의 5G 오픈 소스 구현은 현재 진행이 되고 있다. 따라서 오픈 소스를 최대한 활용하되 기존 LTE 시스템의 검증된 오픈 소스 기반으로 개발 방법론을 검증한다. 오픈 소스를 이용한 5G 네트워크 개발 방법 및 성능검사 기법을 활용하면 이동통신 네트워크 활용 서비스의 질을 향상시키고 유지보수성이 용이해질 것을 기대할 수 있다.

2. 관련연구

5G는 4G LTE를 이을 차세대 네트워크이다. 5G는 4차 산업혁명시대 차세대 네트워크의 핵심 인프라로 자리매김할 가능성이 높아 빠른 도입을 위한 연구가 진행되고 있다[1]. 5G는 4G에 비해 최대 전송속도(최소 10배 이상), 전송지연 시간(10배 이상 낮은 시간), 최대 기기 연결 수(평방Km당 IoT 장치 100만 대 지원) 등이 크게 개선되었다. 이는 보안, 신뢰성, 서비스 품질, 효율성 및 비용이 중요한 여러 혁신적인 애플리케이션을 가능하게 한다. [2].

이러한 새로운 서비스의 출현은 5G에서 새롭게 적용된 광대역 주파수 활용 기술, 소형셀 등 이종망 관련 기술, 다중 빔 기반 기술, Advanced D2D(Device to Device) 기술, 다중접속 기술 등을 통해 이루어졌다[3]. 이를 통해 AR/VR, AI 비서·로봇, 스마트시티, IoT, 자율주행차, 재해 모니터링 등 새로운 서비스 들이 제공되고 있다[4][5].

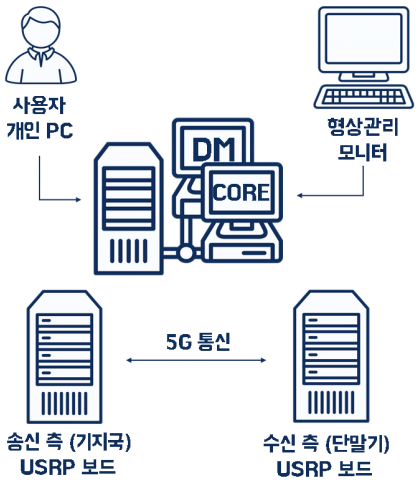
5G 기술은 글로벌 대기업을 중심으로 개발되고 있으며, 일반 중소기업이나 학계에서는 기술을 직접 개발하는데 진입장벽이 높다. 하지만 SW 기반의 오픈 소스 활용을 통하여 5G가 일상생활에 더 빨리 보급될 수 있도록 도모할 수 있다.

OAI는 OSA(OpenAirInterface^{TM} Software Alliance)가 운영하는 웹사이트로 OSA는 5G 무선 연구 및 제품 개발을 위한 소프트웨어 및 도구를 오픈소스로 제공한다.

OSA는 현재 표준 Linux 기반 컴퓨팅 장비에서 UE, eNB, MME, HSS, SGw 및 PGw를 위한 release 10 LTE 서브셋의 표준 호환 구현을 제공한다. OAI는 5G 용 오픈소스를 수용하는 개별 개발자, 학계 및 주요 산업계의 커뮤니티를 구축하는 것을 목표로 한다[6][7].

3. 제안 시스템

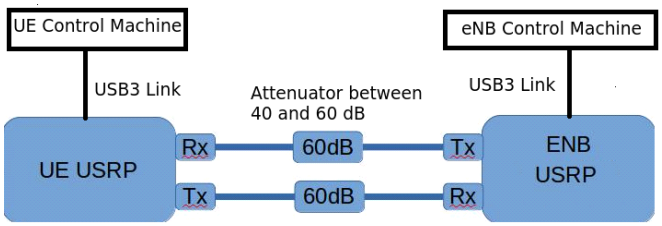
3.1 시스템 구조



(그림 1) 시스템 구조도

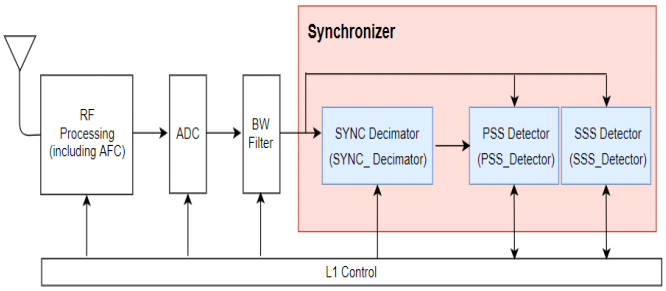
(그림1)의 사용자는 이 시스템을 통해 형상관리 모니터로 모니터링을 하는 사람을 의미한다. DM과 CORE는 각각 모니터링 프로그램과 SW기반 소스코드로 이루어진 프로그램이다. 수신 측의 USRP 보드는 신호를 전송하는 단말기 역할의 하드웨어 장치이며, 송신 측의 USRP보드는 신호를 수신 받는 기지국 역할의 하드웨어 장치이다. 기존의 하드웨어 칩이 CORE 소스코드로 바뀌며 유지보수성이 낮았던 기존 문제를 해결하고 비용절감 효과와 유지 및 보수 기능이 강화되었다.

3.2 시스템 구성



(그림 2) 하드웨어 설정

(그림 2)는 이 시스템에서 사용한 하드웨어 셋으로, 각각 eNB(기지국)측과 UE(사용자)측을 USRP 보드를 연결한 것이다. 보통 무선통신에서는 eNB와 핵심 네트워크 사이의 인터페이스인 S1 인터페이스를 사용하여 eNB와 UE측을 연결하지만, 각각의 보드를 직접 연결하여 통신하는 방식으로 구성한다. USRP 보드는 컴퓨터에서 구동되는 RF 트랜시버로, 활발하게 진행되지 못했던 신호 탐지, 방향 탐지, 무선 위치 추정, 빔포밍, 목표 추적 어플리케이션을 위한 배열 알고리즘을 프로토 타이핑할 수 있게 해주는 하드웨어이다.



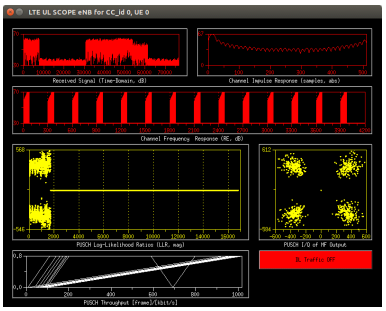
(그림 3) 5G 탐색기 구조

(그림 3)에서 SYNC Decimator는 BW Filter를 통해 필터링된 신호를 신호 처리하기 위해 Down-sampling하는 역할을 수행한다. PSS Detector는 L1 Control Layer로부터 받은 Enable 신호를 받으면 PSS Detection을 수행한다. PSS Detection을 통해 얻은 가장 큰 1개의 값은 SSS Detector에게 넘겨주고 PSS Detector는 Disable 된다. SSS Detector 역시 L1 Control Layer로부터 Enable 신호를 받으면 SSS Detection을 수행한다. L1 Control Layer로부터 Enable 신호를 받은 시점으로부터 Channel recovering 과정을 통해 SSS 주파수 도메인 규격 신호에 상응하는 샘플들을 추출해낸다. 이를 통해서 SSS 주파수 도메인 규격 신호와의 상관과 누적을 통해 네트워크 정보 위치를 획득하여 L1 Control Layer로 전달하고 SSS Detector는 Disable 되며 단말과 기지국간 Cell Searching은 완료된다.

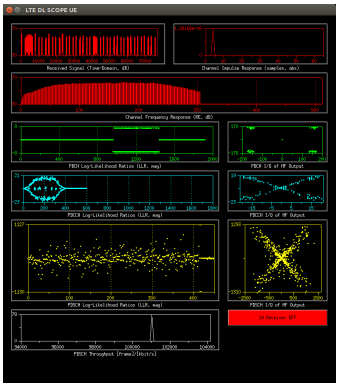
4. 구현 및 차별성

4.1 구현

eNB(기지국) 측 USRP보드에서 데이터를 전송하면 UE(단말) 측 USRP보드에서 수신하여 패킷 수신율을 분석하고 성공률, 에러율, 데이터레이트를 (그림 4)와 (그림 5)에서와 같이 분석한다.



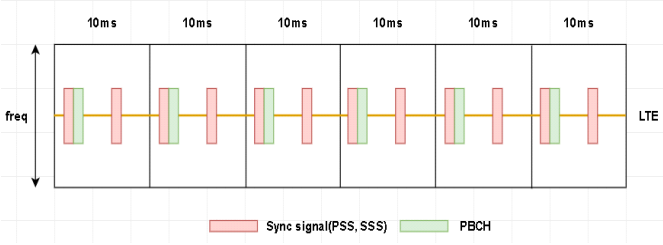
(그림 4) eNB 측 실행화면



(그림 5) UE 측 실행화면

사용자가 eNB에 성공적으로 attach한 경우 트래픽에 따른 데이터 값들이 그래프로 출력한다. eNB측 화면에는 수신 신호를 시간단위로 보여주고, 채널 임펄스 응답과 채널 주파수 응답을 RE(Resource Element)단위로 표현한다. 물리 하향링크 전송채널(PDSCH)과 물리 하향링크 제어채널(PDCCH) 상태도 그래프에 출력한다. UE와 eNB 사이의 트래픽이 있으면, 그래프 출력과 동시에 LTE DL 범위 UE가 관찰되고 통계를 출력한다.

4.2 기존 시스템과의 차별성



(그림 6) LTE SS 신호 형태

(그림 7) 5G SS Block 신호 형태

기존의 LTE Sync Signal의 신호는 (그림 6)에서와 같이 'Block' 이라는 표현을 사용하지 않고 각각의 개별적인 신호를 독립적으로 처리한다. 그러나 5G로 구현한 5G SS Block의 신호는 (그림 7)과 같이 Sync Signal 사이사이에 PBCH가 있어 'Block' 형태를 띠게 때문에 무선 단말이 네트워크나 셀에 접속하는데 필요한 셀 시스템 정보 전송이 비교적 빠르게 이루어지기 때문에 효율성 측면에서의 이점이 있다.

5. 결론

이 시스템은 USRP 보드를 사용하여 SW를 기반으로 5G 네트워크의 성능을 측정하는 방법을 제안한다. 아직 5G 오픈소스는 개발단계이므로 OAI에서 제공하는 기존의 플랫폼 구조를 최대한 활용하였다. 제안하는 SW 방식을 활용하면 네트워크의 성능 분석을 통해 산업기술의 효과적인 사용성 증대를 기대할 수 있고, 시스템 상에서 네트워크 문제가 발생하는 경우에도 보다 빠르고 효율적으로 대처할 수 있다. 향후에는 4G & 5G 파라미터를 설정 가능하게 하여 기술의 사용범위를 넓히고, 프로시저 제어기능을 추가하여 사용자가 직접 시스템을 컨트롤 할 수 있도록 하는 등의 방법을 진행할 계획이다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음(2019-0-01183)

참고문헌

[1] Kim deukwon, 4차 산업혁명시대의 핵심 인프라 5G, pp.2, JUN 2017
[2] Pietro Scalia, 5G 세상 준비하기 : 기반 기술 및 하드웨어 기반 기술 및 하드웨어 요구 사항에 대한 개요, pp.2, JAN 2019
[3] 한국방송통신전파진흥원, PM이슈 리포트, 2013 제1권, ISSUE 2. MAY 2013
[4] Kim dongki, 5세대 이동통신(5G) R&D 현황 및 추진 방향, pp.25, JAN 2014
[5] Song youngyoong, Kim youngjin, 5G 융합서비스와 BM전망, pp.7, NOV 2018
[6] Florian Kaltenberger, ETSI-OSA workshop, Sophia-Antipolis, OpenAirInterface Alliance, pp.3, DEC 2018
[7]https://gitlab.eurecom.fr/oai/openairinterface5g/wikis/HowToConnectOAIENBWithOAIUEWithoutS1Interface