

5G 이동통신 표준화 현황

Standardization Trends on 5G Mobile Communication System

예충일 [C.I. Yeh]	무선전송연구실 책임연구원
김은아 [E.A. Kim]	무선전송연구실 책임연구원
이경석 [K.S. Lee]	무선전송연구실 책임연구원
김지형 [J.H. Kim]	무선전송연구실 선임연구원
문성현 [S.H. Moon]	무선전송연구실 선임연구원
김철순 [C.S. Kim]	무선전송연구실 선임연구원
이정훈 [J.H. Lee]	무선전송연구실 선임연구원
김민현 [M.H. Kim]	무선전송연구실 연구원
이준환 [J.H. Lee]	무선전송연구실 책임연구원

* 이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(no. R0101-16-244, 초연결 스마트서비스를 위한 5G 이동통신 핵심 기술 개발), 미래창조과학부 ‘범부처 Giga KOREA 사업’의 지원을 받아 수행된 연구임.

현재 이동통신 분야에서는 5세대(5th Generation: 5G) 이동통신 표준화 작업이 한창 진행 중이며, 그 표준화 현황을 살펴보기 위하여 대표적인 국제 표준화 단체인 ITU-R에서의 활동 및 3GPP에서의 활동을 살펴보고자 한다. 최근 ITU-R WP 5D에서는 IMT-2020으로 명명되는 5세대 이동통신 비전 문서를 토대로 기술 요구사항 및 평가 기준 마련을 위한 작업이 수행되고 있으며, 3GPP의 TSG SA, RAN 및 하위 WG에서는 관련 상위 레벨 요구사항 정립 및 무선 구간에서의 기술적인 SI 논의가 수행되고 있다. 본고에서는 위 두 표준화 활동을 위주로 5G 이동통신에 대한 현황을 기술한다.

5G 기가통신 기반기술 특집

- I. 서론
- II. 5G 표준화 동향
- III. 결론

I. 서론

일반적으로 International Telecommunication Union-Radiocommunication(ITU-R) Working Party(WP) 5D에서 승인된 특정한 요구사항을 만족하는 Radio Transmission Technology(RTT) 규격을 X세대 이동통신 시스템이라고 한다. International Mobile Telecommunications(IMT)-Advanced 또는 4세대 이동통신으로 승인된 RTT는 Long Term Evolution(LTE)-Advanced와 Wireless Metropolitan Area Networking(WMAN)-Advanced의 2가지가 있다.

사용자로부터 기존 기술로 지원하기 어려운 서비스 요구가 있거나 신기술을 적용한 시스템이 새로운 시장을 창출할 수 있을 것으로 판단될 경우, 이동통신 시스템은 다음 세대로 진화하기 위한 프로세서를 밟게 된다. 또 현재 어떤 세대의 이동통신 시스템 권고안이 개발되어 고시되었다 할지라도 모든 나라에서 최근의 이동통신 시스템이 운용되는 것도 아니다. 한국의 경우 4세대 이동통신 시스템이 광범위하게 전개되어 서비스를 제공하고 있으나, 2세대나 3세대 시스템을 운용하는 나라가 더 많이 있다. 또한, 최근 권고안인 IMT-Advanced도 권고안 고시 후에 관련 규격 작업이 종료된 것이 아니라 계속적인 갱신이 진행된다. IMT-Advanced 권고안은 현재 3차의 개정 작업 중에 있다. 현재 ITU-R에서는 2020년 10월 최초 권고안 고시를 목적으로 5세대 이동통신 시스템인 IMT-2020 개발 프로세서가 진행 중이다.

ITU-R은 국제표준화기구이고 3rd Generation Partnership Project(3GPP) 또는 Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE)는 사실상(de facto)의 표준화 단체이다. 일반적으로 이동통신 시스템 표준권고안을 개발하는 과정은 다음과 같다. 먼저 ITU-R에서 해당 세대 이동통신 시스템의 뼈대와 전체 목적을 밝히는 권고안, 요구사항을 제시하는 보고서 및 요구사항 충족 여부를 판단할 수 있는 평가방법 보고서를 개발한다

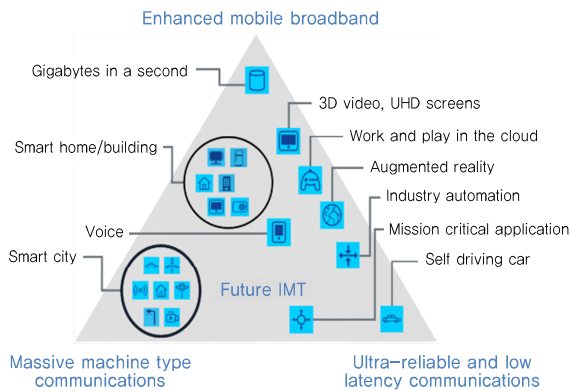
[1]. 사실상의 표준화 단체와 국가 및 지역 Standards Development Organizations(SDO)는 후보 기술을 ITU-R에 제출할 수 있으며 ITU-R은 평가방법 보고서에 기반하여 평가를 수행한 다음 해당 세대 표준권고안으로 고시할 수 있다. 국가 및 지역 SDO로 Telecommunications Technology Association(TTA), Association of Radio Industries and Businesses(ARIB), China Communications Standards Association(CCSA), European Telecommunications Standards Institute(ETSI), Telecommunication Industry Association(TIA), Telecommunication Technology Committee(TTC) 등이 있다.

4세대의 경우 3GPP와 IEEE가 후보 기술을 제출하였고 이러한 기술들이 모두 IMT-Advanced 권고안으로 고시되었다. 최근 세대 간 시간 간격이 좁아지고 후보 기술을 제출하는 사실상 표준화 단체 또는 SDO의 수도 줄어드는 경향을 보이고 있다. 현시점에서 5세대 IMT-2020 후보 기술 제출이 확실시되는 표준화 단체는 3GPP가 유일하며 그 밖에 IEEE와 국가 및 지역 SDO의 제출 여부는 아직 미지수이다. 본고는 ITU-R이 5세대 이동통신 표준을 고시하기까지의 과정과 여기에서 유일한 또는 가장 영향력 있는 후보 기술을 제안할 3GPP의 활동과 그곳에서 논의되고 있는 주요 기술들을 분석한다.

II. 5G 표준화 동향

1. ITU-R IMT-2020 표준화

ITU-R은 2012~2015년의 기간에 IMT-2020 비전 권고안을 개발하여 고시하였다[1]. 이 권고안은 IMT-2020 최상위 문서에 해당되며, (그림 1)과 같이 전송속도 위주의 이전 세대 표준 방향과 달리 전송속도를 강조하는 enhanced Mobile BroadBand(eMBB) 외에도



(그림 1) IMT-2020 Usage Scenario[1]

〈표 1〉 IMT-2020 평가방법

요구 사항 항목	Assessment Method
최대 전송속도	분석
최대 주파수 사용 효율	분석
사용자 체감 전송 속도	[단일 밴드: 셀경제 사용자 주파수 효율 기반으로 분석, 다중 밴드: FFS]
셀경제 사용자 주파수 효율	시뮬레이션
평균 주파수 효율	시뮬레이션
면적당 트래픽 용량	[단일 밴드: 평균 주파수 효율 기반으로 분석, 다중 밴드: FFS]
지연 시간	분석
연결 밀도	TBD [분석 또는 시뮬레이션]
에너지 효율	TBD [검사]
신뢰도	시뮬레이션
이동 속도	시뮬레이션
핸드오버 방해 시간	분석
대역폭	검사

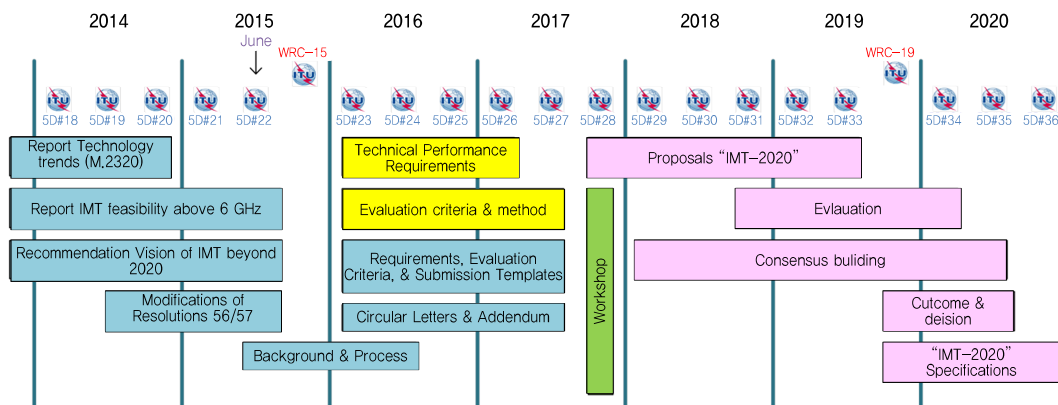
〈표 2〉 IMT-2020 시험환경

Geographic Scenario	Indoor Hotspot	Dense Urban	Rural	Urban Macro
eMBB	O	O	O	-
URLLC	-	-	-	O
mMTC	-	-	-	O

massive Machine Type Communication(mMTC)와 Ultra Reliable and Low Latency Communication (URLLC)의 중요성을 부각시켜 IMT-2020 usage scenario의 차원을 확장하여 후보 RIT가 필요한 기술을 준비하도록 하였다. 이에 따른 요구사항 보고서는 2017년 2월 고시될 예정이며, 평가방법 보고서는 2017년 6월 고시될 예정이다.

제24차 WP5D 회의 결과 반영 시점까지의 진행 사항을 요약하면 요구사항 관련하여 최종 요구사항 보고서를 향한 중간 단계의 문서가 작성되었고, 〈표 1〉과 같이 13가지 최소 기술 성능 요구 사항이 정의되었다[4]. 또한, 상기 13가지의 최소 요구 사항 외에도 spectrum flexibility와 operational lifetime 등과 같은 7가지의 특별 요구사항 정하여 후보 기술 제출 시에 만족 여부를 정해진 문서에 표기토록 하였다.

평가방법 관련하여서도 중간 단계의 문서가 작성되었고 요구사항별로 시뮬레이션, 분석(analytical: 계산), 또는 검사(inspection: yes 또는 no) 중 어떤 방식을 적



(그림 2) IMT-2020 표준을 위한 Timeline[1]

용할 것인가의 여부에 대해 <표 1>과 같이 결정하였다. 복수의 usage scenario 도입에 따라 이전 세대의 시스템에 비해 IMT-2020 평가는 매우 복잡한 양상을 띠게 됨에 따라 5가지의 시험환경이 정의되었다. 시험환경은 시나리오와 지리적 환경을 엮은 것으로 <표 2>에 표시된 합의된 5가지 외에도 eMBB의 High speed, mMTC의 Rural, URLLC의 Rural이 논의 중인 상태다. 이 밖에 평가방법 관련 최종 보고서에서는 deployment scenario 별로 평가 파라미터가 결정될 예정이고 6GHz 이하는 물론 6GHz 이상의 고주파 채널 모델이 포함될 예정이다.

IMT-2020 workplan 및 timeline을 설명하는 (그림 2)에 따르면 2017년 말 Workshop 이후 후보 기술 제안이 시작되고 평가 및 의견수렴을 거쳐 2020년 말 5G 이동통신 권고안이 고시될 예정이다.

2. 3GPP 표준화

가. 표준화 현황

3GPP는 세 개의 Technical Specification Group(TSG)인 Radio Access Network(RAN), Service & Systems Aspects(SA), Core Network & Terminals(CT)를 통해 각각 무선접속기술, 서비스 전반기술(요구사항, 코어망 구조, 보안 등) 그리고 단말과 코어망 간의 세부 프로토콜 기술 규격을 제정한다.

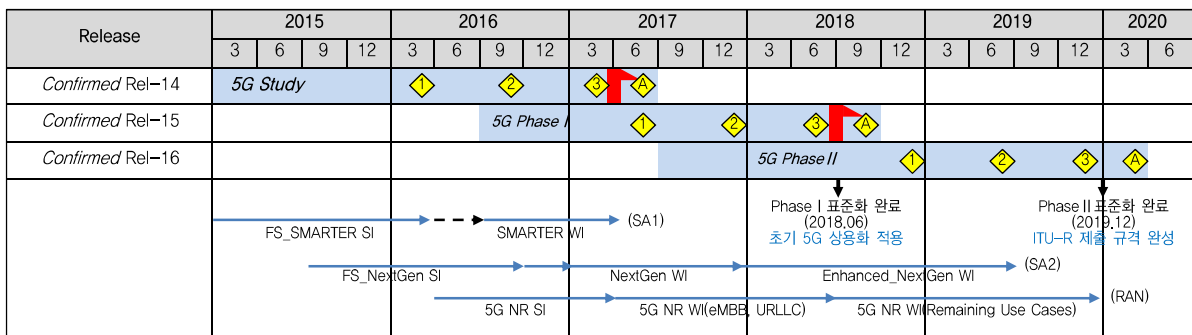
5G 이동통신기술 표준화는 2015년 2월 SA1 Working Group(WG)에서 시작하여 현재 SA와 RAN의 거의 모든 WG 전반에 걸쳐 진행되고 있으며, CT 기술규격 작업은 SA2 WG 작업이 안정적인 단계에 들어설 때 시작될 예정이다.

5G 이동통신기술 규격은 (그림 3)과 같이 Release 14부터 Release 16까지 세 개의 Releases를 통해 기술 타당성 연구보고서, 단계 1 규격, 단계 2 규격으로 제공될 예정으로, SA1은 이제 막 단계 1 규격 작업을 시작했으며, 다른 WGs은 기술타당성 연구작업을 진행 중이다.

1) TSG SA 표준화

5G 서비스 요구사항을 정의하는 SA1은 74개의 이용 사례를 포함한 기술보고서 TR 22,891을 지난 3월 완료하였다. 이들 이용 사례는 다시 세 가지 서비스 그룹, eMBB, massive Internet of Things(mIoT), Critical Communications(CRIC)으로 분류하고 각 그룹에 대한 세부적 요구사항을 정의하였으며, 이들 그룹 모두와 연관되는 네트워크 운용 관련 요구사항은 Network Operation(NEO)라는 이름으로 정의하여 총 4개의 Building Blocks(BB) 기술보고서가 지난 6월 TSG 총회에서 승인되었다.

5G 코어망 구조 기술을 연구하는 SA2는 2016년 9월 완료를 목표로 TR 23,799를 작업 중이다. 상위 레벨 구조 정의를 위한 Key 이슈 21개를 도출하고 이에 대한



(그림 3) 3GPP 5G 표준화 일정

솔루션을 개발 중인데, Key 이슈 1과 2인 네트워크 슬라이싱과 Quality of Service(QoS) 프레임워크에 대한 작업이 가장 활발하다. 지난 7월 회의에서는 단계 1과 단계 2 규격 작업을 위한 Key 이슈 우선순위 분류작업을 논의했는데, 다음 회의까지 e-mail 논의를 계속할 예정이다.

SA3은 보안 기술을 제공하는 그룹으로 TR 33.899를 2016년 12월 완료할 예정이며, SA5는 네트워크 관리 기술을 정의하는 그룹으로 지난 5월 회의에서 제안된 세 개의 Study Item(SI)이 6월 총회에서 승인되어 기술 보고서 작업이 이제 막 시작되었다.

2) TSG RAN 표준화

3GPP RAN에서의 5G이동통신 표준화 활동은 LTE-Advanced Pro라는 기존 LTE 규격과의 호환성(backward compatibility)을 유지하며 표준화를 진행하는 방향과 New Radio(NR)이라는 이름으로 향후 개발할 규격과의 호환성(forward compatibility)을 고려한 표준화 작업이 함께 수행되고 있다. NR의 개발은 (그림 3)에서 보듯이 2016년 3월 RAN에서 NR SI를 결정, 4월 RAN WG1에서 2017년 3월을 목표로 SI 표준화 수행 시작, 2017년 3월 NR Phase I 표준화 작업(Release 15) 수행 시작, 2018년 6월 Phase I Technical Specification (TS) 완성, 2018년 6월부터 Phase II 표준화 작업하여 2019년 12월 Phase II 규격 완성을 예상하고 있다.

NR이라고 명명되는 5G 이동통신 표준화 기술이 지향하는 바는 이전 세대의 이동통신 표준화 기술과는 다르게 automotive, factory, entertainment, eHealth, energy 등과 같은 수직적 산업 영역(vertical sectors)과의 융합 서비스를 고려한 이동통신 기술의 표준화이며, 기존 이동통신에서의 유무선 융합 기술과는 차원이 다른 진정한 융합 시대를 맞이할 표준화 작업이다.

현재 3GPP TSG RAN에서는 5G 채널 모델링 보고서인 Technical Report(TR) 38.900를 승인하였고, 5G 시

나리오 및 요구사항에 대해 기술한 TR38.913 승인을 예정하고 있다. 'Radio technology beyond LTE' 라는 주제로 작업 중에 있는 대표적인 3GPP RAN1 TR 문서는 TR 38.802, 900, 913 등이 있다.

나. NR 기술

1) RAN1

[2]에서는 5G 이동통신을 위한 기술을 개발하기 위해 RAN1 SI에서 고려하는 아이템과 해당 timeline의 가이드라인을 제시하고 있다. 기본적으로 eMBB, URLLC와 mMTC의 특성을 반영하기 위한 unified 구조 및 band와 duplex agnostic 관점에서 접근하고 있으며 밀리미터파 대역까지 고려하고 있다. 각 아이টে별로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 NR 후보기술의 성능 평가를 위해 시나리오 및 채널, 대역폭, 안테나 수 등의 파라미터를 논의하고 있다. 이와 함께 부반송파 간격, 대역폭 등의 numerology와 서브프레임을 포함한 기본 프레임 구조에 대해 논의하고 있다. Waveform의 경우 Orthogonal Frequency Division Multiplexing(OFDM), DFT-spreading OFDM 또는 필터링이나 윈도우를 활용한 OFDM과 같은 OFDM에 추가 기능이 포함된 waveform 등이 성능 검증을 하고 있으며, 다중접속의 경우 grant-free 또는 contention 기반 상향 non-orthogonal multiple access가 일부 시나리오에서 고려되고 있다. 채널코딩의 경우 LTE보다 개선된 turbo code나 LDPC 또는 polar code가 검토 중이며, NR의 요구사항을 만족하기 위해 LTE에서 현재 사용되고 있는 변조 방식의 확장 또는 새로운 방식을 제안하고 있다. Multi-antenna 방식에 대해서는 다중 대역을 고려한 single beam 또는 multi-beam에 대한 운영방식과 전송기법 등을 논의하고 있다. 이러한 여러 고려되는 아이টে 중 현재 논의가 활발히 진행 중인 numerology와 프레임 구조, 그리고 multi-antenna 방식에 대해 상세히 살펴본다[3][4].

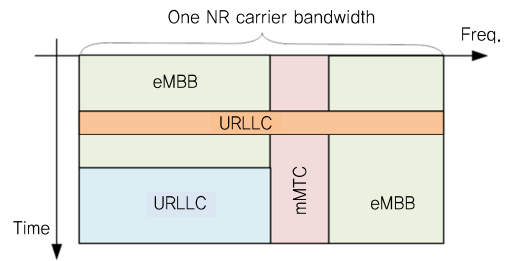
가) Numerology & Frame structure

- Numerology

LTE 시스템이 unicast 전송에 15kHz 부반송파 간격을 갖는 단일 numerology를 사용하는 반면, NR은 sub-1GHz부터 100GHz까지의 넓은 주파수 범위와 eMBB, URLLC, mMTC 등의 다양한 서비스 시나리오를 지원하기 위해 scalable numerology를 도입할 예정이다. 이를 위해 기존 LTE 사용 사례를 커버하기 위한 base numerology와 numerology들 간의 scaling 규칙을 정해야 한다.

Base numerology의 후보로써 1ms 내에 2^N 개의 OFDM 심볼을 갖게 하는 새로운 numerology의 도입 필요성이 제기되었으나, NR과 LTE의 동일 대역 공존 시나리오에서 이중 RAT 간 간섭 이슈를 우선적으로 고려하여 LTE numerology를 재사용할 것이 working assumption으로 합의되었다. Cyclic Prefix(CP) 길이는 기본적으로 LTE normal CP와 동일한 오버헤드를 가정하며, CP 타입의 추가 여부에 대해서는 논의가 진행 중이다. Numerology scaling 규칙으로는 numerology의 부반송파 간격들 간에 2^N 의 scale factor가 적용될 가능성이 높고, 이를 만족하는 numerology들의 집합이 링크 성능 분석을 거쳐 정의될 예정이다.

Forward compatibility는 NR의 중요 설계 원리 중 하나로서, NR 서비스들과 미래의 기술 요소들이 도입되거나 공존하기 위한 유연성이 제공되어야 한다. 이를 목적으로 NR은 하나의 캐리어 내에서 복수의 numerology를 다중화하는 mixed numerology를 지원한다. RAN1 #86 회의부터 mixed numerology를 지원하는 캐리어 설계가 본격적으로 논의될 예정이며, numerology 간 다중화 방식으로는 (그림 4)와 같이 Frequency Division Multiplexing(FDM)과 Time Division Multiplexing(TDM)이 모두 고려될 것이다. Mixed numerology 운용의 예로, 하나의 NR 캐리어가 15kHz 부반송파 간격의



(그림 4) 단일 NR 캐리어의 서비스 다중화 예시

numerology로 eMBB를 지원하고 이와 동시에 60kHz 부반송파 간격의 numerology로 URLLC를 지원할 수 있다.

- Frame structure

LTE 시스템은 Time Division Duplex(TDD)보다는 Frequency Division Duplex(FDD)에 더 많은 최적화를 수행하여 규격화하였다. 이를테면, TDD와 FDD는 자원 격자(resource grid), 물리 채널 구조, 물리 신호를 공통으로 활용하지만, TDD에는 상향링크와 하향링크가 공존하는 특별 서브프레임을 정의하기 때문에 물리 신호와 물리 채널의 자원 위치가 FDD와 다른 경우가 발생하고, 특히 스케줄링과 데이터 전송의 타이밍, 그리고 재전송의 타이밍에서 FDD와 TDD가 큰 차이를 보인다. 이러한 duplex에 의한 규격의 불일치는 네트워크와 단말 구현의 복잡도를 증가시킨다. 이러한 단점을 피하려고, NR은 초기 규격화 단계에서부터 NR TDD와 FDD에서 최대한의 공통점을 추구하기로 합의하였다. 그러나 duplex에 관한 최적화를 배제하지 않기 때문에 특정 시나리오(예, URLLC 서비스 혹은 unlicensed spectrum 동작)를 위한 NR TDD의 self-contained 서브프레임을 현재 논의 중이다. Self-contained 서브프레임은 단일 서브프레임에서 하향링크 스케줄링과 하향링크 데이터 전송, 그리고 상향링크 Hybrid Automatic Repeat request-Acknowledgement(HARQ-ACK)을 수행하는 서브프레임을 의미한다. 이러한 서브프레임의 길이는 단말의 처리 속도에 영향을 받기 때문에 적절한 값을 규격화할 예정이다.

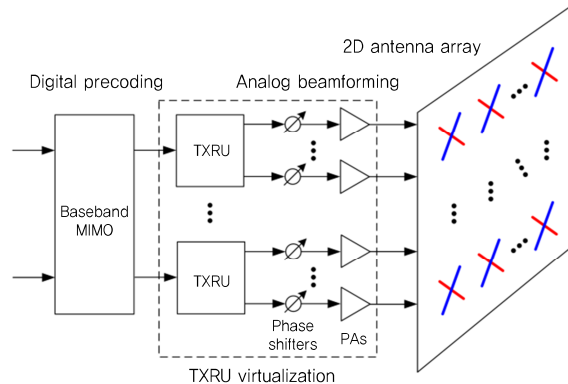
또한, 재전송의 측면에서도 하향링크와 상향링크의 공통점을 추구하기 위해서 NR에서는 하향링크 데이터의 재전송과 마찬가지로 상향링크 데이터의 재전송도 비동기식 HARQ-ACK을 지원하기로 합의하였다. 그리고 HARQ-ACK 타이밍을 규격에서 정의하지 않고 기지국의 configuration에 따르도록 합의하여 forward compatibility를 지원하도록 논의 중이다.

나) Multi-antenna schemes

밀리미터 대역의 채널은 경로 감쇠가 크기 때문에 셀 커버리지의 감소와 링크의 품질이 떨어지는 문제가 있을 수 있는 반면, 밀리미터 대역의 신호 파장은 수 밀리미터 단위로 짧아 작은 공간에 많은 안테나를 배치할 수 있다. 따라서 다수의 안테나를 설치한 배열 안테나를 만들고 이를 이용한 송수신 단에서의 지향성 빔을 사용하여 커버리지 감소와 링크 품질 저하의 문제점을 보상할 수 있다. 따라서 밀리미터파 이동통신 시스템에서 빔 형성 기술은 매우 중요하다.

디지털 빔 형성 기법은 빔 형성 계수를 Digital-to-Analog Converter(DAC) 이전에 곱해주는데 디지털 영역에서 신호가 처리되므로 빔 형성 자유도가 높고 정교한 빔 형성이 가능하다. 반면, 모든 안테나에 Radio Frequency(RF) 체인을 연결해야 하므로 복잡도가 높고 전력 소비가 크다. 반면 아날로그 빔 형성 기술은 DAC 이후 생성된 신호에 대해 빔 형성 계수를 곱하는 방식으로 구현이 비교적 수월하지만, 구현방식에 따라 정교한 빔 형성이 어려울 수 있다. 하이브리드 빔 형성 기술은 이 두 가지 빔 형성 기술의 장점을 적절히 혼합한 방식으로 RF 영역에서 지향성 빔을 생성하여 경로 감쇠를 보상하고 RF 빔을 포함하여 생성된 채널에 대해 디지털 영역에서 추가적인 빔 형성을 통해 다중 입출력 이득을 얻을 수 있는 시스템을 가리킨다. 하이브리드 빔 형성 방식의 송수신기 구조를 (그림 5)에 보였다.

현재 3GPP에서는 디지털, 아날로그, 그리고 하이브



(그림 5) Hybrid 빔포밍기반의 다중안테나 구조

리드 빔 형성 방식 모두가 고려되고 있으며 NR 시스템의 물리계층 절차의 설계는 특정 빔 형성 방식에 최대한 구속받지 않는 방향으로 논의되고 있다.

빔 형성 방식과 더불어 NR 시스템의 다중 안테나 기술에서 현재 중요하게 논의되고 있는 또 하나의 주제는 바로 채널 정보 획득(Channel State Information(CSI) acquisition)이다. 획득된 채널 정보의 품질은 시스템 성능에 큰 영향을 미치기 때문에 채널 정보 획득은 다중 안테나를 활용하는 데에 있어 가장 중요한 부분 중 한 가지라 할 수 있다. 채널 정보 획득은 현재 3GPP RAN1 회의에서 논의 중인 채널 정보 측정을 위한 Reference Signal(RS) 설계와 채널 정보 보고(CSI reporting)를 포함한다.

NR 시스템에서는 채널 정보 측정을 위해 User Equipment(UE)-specific RS 및 Non-UE-specific RS 혹은 결합된 형태의 hybrid CSI-RS(현재 Release 14 eFD-MIMO에서 논의 중) 사용을 모두 고려하고 있으며, 간접 측정과 채널 reciprocity 측정을 위한 RS의 사용도 고려한다. 이를 통해 기존 LTE 시스템의 Channel Quality Indicator(CQI), Precoding Matrix Indicator (PMI), Rank Indicator(RI), CSI-RS Resource Indicator (CRI) 정보를 보고하는 implicit feedback 방식뿐만 아니라, 양자화된 혹은 실제 채널 정보를 보고하는 explicit feedback, TDD 시스템에서 상/하향 링크의 채널 유사

성을 고려한 reciprocity based feedback 및 이들의 조합된 feedback, 그리고 간접 정보 feedback까지 다양한 채널 정보 보고 방법이 NR 시스템에서 논의되고 있다.

2) RAN2

RAN2에서는 5G 이동통신 규격 작업의 시작 단계에서 필수적인 무선 접속 구조와 프로토콜 구조를 논의 중이다.

가) Deployment Scenario

5G 시스템의 구축 시나리오는 다양한 서비스 시나리오와 시스템 구축 환경을 수용하도록 다음과 같이 정의하였다[5].

- NR 기지국이 독립적으로 구축된 구조

NR 기지국(stand-alone)으로 셀을 구축하며, 셀은 다양한 형태(매크로 셀, 소형 셀)로 구성한다. 특히, NR 시스템은 LTE가 사용 중인 주파수 및 높은 주파수 대역을 사용하므로 전파 특성을 고려한 효율적인 셀 배치와 단말의 이동성 관리 구조를 논의 중이다.

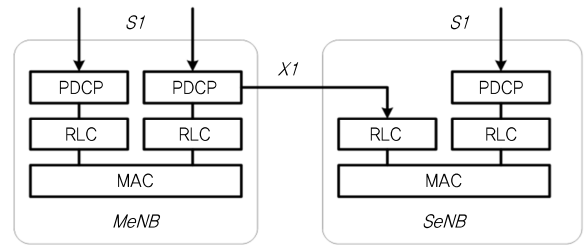
- NR 기지국과 LTE 기지국이 밀결합된 구조

NR 셀과 LTE 셀을 동일한 위치 또는 다른 위치에 구축하며 기지국간 연결은 밀결합(tight-interworking) 형태로 구성한다. 이에 따라, 밀결합 구조 지원을 위한 LTE 규격 변경을 최소화하고 NR 시스템의 성능을 최대화하기 위한 규격 개발을 논의 중이다.

나) User Plane Architecture

효율적인 프로토콜 구조를 도입하기 LTE 상위 계층(Medium Access Control(MAC), Radio Link Control(RLC), Packet Data Convergence Protocol (PDCP))의 각 기능을 재검토하여 NR 시스템의 계층 구조를 정의하는 형태로 작업 중이다.

LTE-NR 기지국의 밀결합 구조는 LTE에서 도입하였던 dual connectivity를 기반으로 정의할 예정이며,



(그림 6) Dual Connectivity 구조[6]

(그림 6)에서 보듯이 LTE 기지국을 Master eNB(MeNB), NR 기지국을 Secondary eNB(SeNB)로 설정할 수 있다. 또한, 시스템 구축 환경 및 채널 환경을 고려하여 데이터를 LTE 셀과 NR 셀로 가변하여 전송할 수 있다. 추가적으로, LTE와 같이 복수 개의 베어러(bearer)를 사용하여 QoS에 따라 구분된 베어러로 패킷을 관리하도록 정의하였다.

다) Control Plane Architecture

높은 주파수 대역을 지원하기 위해 새로운 기술 도입이 필수적이며 이에 적합한 무선 자원 관리와 이동성 관리 기술을 논의 중이다.

Radio Resource Control(RRC) 규격 관점에서 단말은 하나의 RRC로 구성하고, LTE의 RRC 상태(state) 구조를 수정하여 새로운 상태를 도입할 예정이다. LTE는 2단계(idle, connected)의 RRC 상태를 사용하며, 새로운 상태(가칭 'RAN controlled state')는 idle과 connected 상태의 중간 형태로 정의하여 단말의 전력소모와 시그널링 절차를 감소시키는 기능을 한다.

III. 결론

지금까지 5세대 이동통신 표준화 활동과 관련하여 국가 단위의 표준화 활동 단체인 ITU-R WP 5D와 이동통신 관련 기관들 위주로 수행되는 3GPP에서의 표준화 활동에 대하여 살펴보았다. 기존 이동통신에서는 2, 3세대는 음성, 4세대는 데이터 위주의 서비스라는 데이터 용량 증대 위주의 표준화 기술들이 논의되었다고 한

다면, 5세대 이동통신 표준화 기술은 대표적인 세 가지 시나리오인 eMBB, URLLC와 mMTC에서의 이동통신 요구사항을 만족시키는 기술들이 활발히 논의 중이다. 이는 결과적으로 타 사업들과 이동통신과의 진정한 융합을 고려한 이동통신 표준화 기술개발의 시작이라 할 수 있겠다.

약어 정리

3GPP	3rd Generation Partnership Project
5G	5th Generation
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses
ACK	Acknowledgement
BB	Building Blocks
CCSA	China Communications Standards Association
CQI	Channel Quality Indicator
CP	Cyclic Prefix
CRI	CSI-RS Resource Indicator
CRIC	Critical Communications
CSI	Channel State Information
CT	Core Network & Terminals
DAC	Digital-to-Analog Converter
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
eMBB	enhanced Mobile BroadBand
FDM	Frequency Division Multiplexing
FDD	Frequency Division Duplex
HARQ	Hybrid Automatic Repeat request
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMT	International Mobile Telecommunications
ITU-R	International Telecommunication Union – Radiocommunication
LTE	Long Term Evolution
MAC	Medium Access Control
MeNB	Master eNB
mIoT	massive Internet of Things
mMTC	massive Machine Type Communication
NEO	Network Operation

NR	New Radio
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PDCP	Packet Data Convergence Protocol
PMI	Precoding Matrix Indicator
QoS	Quality of Service
RTT	Radio Transmission Technology
RAN	Radio Access Network
RAT	Radio Access Technology
RF	Radio Frequency
RI	Rank Indicator
RLC	Radio Link Control
RRC	Radio Resource Control
RS	Reference Signal
SA	Service & Systems Aspects
SI	Study Item
SDO	Standards Development Organizations
SeNB	Secondary eNB
TDD	Time Division Duplex
TDM	Time Division Multiplexing
TIA	Telecommunication Industry Association
TTA	Telecommunications Technology Association
TTC	Telecommunication Technology Committee
TR	Technical Report
TS	Technical Specification
TSG	Technical Specification Group
UE	User Equipment
URLLC	Ultra Reliable and Low Latency Communication
WG	Working Group
WMAN	Wireless Metropolitan Area Networking
WP	Working Party
WRC	World Radiocommunication Conferences

참고문헌

- [1] Recommendation ITU-R M.2083-0 “IMT Vision – Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond,” Sept. 2015.
- [2] R1-165170, “Workplan for Study on Study on New Radio Access Technology,” 3GPP, May 2016.
- [3] 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #84bis, “RAN1 Chairman’s Notes,” 3GPP, Apr. 2016.

[4] 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #85, "RAN1 Chairman's Notes," 3GPP, May 2016.

[5] 3GPP TR 38.804, "Study on New Radio Access

Technology; Radio Interface Protocol Aspects," May 2016.

[6] 3GPP TS 36.300, "E-UTRA and E-UTRAN; Overall description; Stage 2," June 2016.