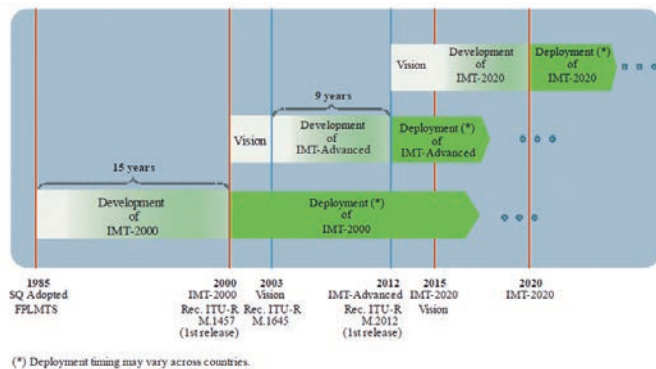


5G 이동통신 표준화 및 주파수 동향

I. 머리말

LTE 서비스 보급률이 70%를 넘어선 우리나라와 50%를 넘어선 일본 정도를 제외하면 아직 4G 이동통신 시스템의 세계적인 확산은 아직 초기 단계라고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 전세계 이동통신 산업계가 5G 준비에 경쟁적으로 뛰어들고 있는데, 이는 초기에 기술 리더십을 놓치면 다시 추월하기가 쉽지 않다는 과거 경험에 따른 것일 것이다. 우리나라 정부는 '미래 이동통신 산업 발전 전략'을 수립하여 추진 중이며 2018년 평창 동계 올림픽에서 5G 시범서비스와 2020년 세계 최초 5G 상용서비스를 제공한다는 계획이다^[1]. 중국과 일본도 각각 2020년 도쿄 올림픽과 2022년 베이징 동계올림픽에서 5G 서비스 계획을 밝히고 있고, 이런 아시아권의 활동에 자극을 받은 북미 등도 앞 다투어 5G 시연과 연계한 이벤트를 기획하고 있다.

이렇듯 전 세계의 화두가 된 5G 관련하여 이미 2012년부터 ITU-R(International Telecommunication Union-Radio, 국제전기통신연합 전파통신총국) WP5D(Working Party 5D, 이동통신작업반)에



〈그림 1〉 ITU의 이동통신 세대별 표준화



서 표준화가 시작되었다. ITU-R WP5D는 우리에게 친숙한 3G(공식용어: IMT-2000)/4G(공식용어: IMT-Advanced)의 이동통신 국제표준을 제정·승인한 단체이다. <그림 1>에서 보듯이 3G 표준은 2000년 M.1457 권고서로 공식 승인되었고, 4G 표준은 2003년 4G 비전을 완성하고 9년이라는 개발 기간을 거쳐 2012년 M.2012 권고서로 승인되었다. 5G 표준 또한 4G 개발과정과 비슷하게 진행될 예정이며, 2015년 ITU가 발표한 5G 비전에 따라 올해부터 3GPP 등 사실표준화 단체가 5G 후보기술 및 규격을 본격 개발할 것이다.

본 고에서는 ITU와 3GPP의 5G 표준화 동향 및 전망을 정리하고, 5G 기술(6GHz 이상 IMT 기술 등)과 관련된 주파수 논의 현황을 서술하였다.

II. 5G 이동통신 표준화 동향

2-1. 5G 정의(개념) 및 비전

5G는 5세대 이동통신의 줄임말로 공식용어는 아니고 시장에서 통용되는 단어이다. 미국과 같이 기술 중립을 표방하는 국가들은 세대 개념으로 이동통신을 구분하는 것에 난색을 표하고 있으나 2G, 3G, 4G 뿐만 아니라 5G 또한 이미 대중에게 익숙한 용어가 되었다. ITU에서 부르는 5G에 대한 공식용어는 IMT-2020으로 2015년 10월 말 ITU 전파통신총회에서 결의 56-2^[2]를 개정하면서 승인되었고, IMT-2020 표준화를 진행하는 원칙과 절차 또한 결의 65^[3]로 신규 제정되었다.

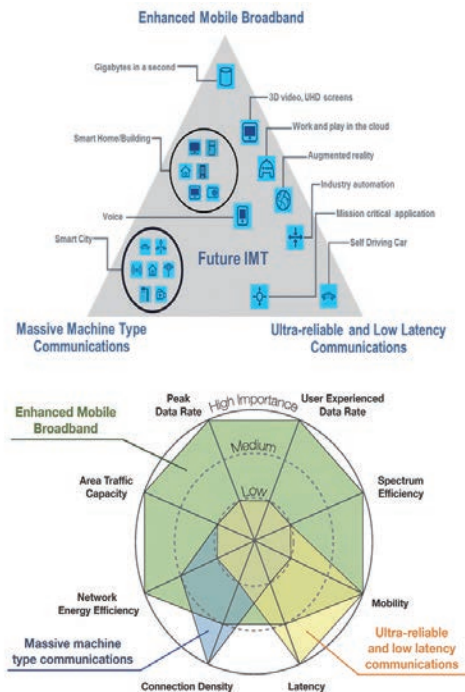
ITU의 5G 비전 권고(M.2083, '15.9월 제정)^[4]에 따르면 5G는 신규 무선접속기술 뿐만 아니라 4G 진화 기술 중에서도 5G 성능을 만족한다면 5G 범주로 포함될 수 있기 때문에, 5G는 기존 이동통신 성능이 향상된 진화 기술과 새로운 주파수 기술/무선접속기술이 공존하는 개념이 된다. 즉 5G는 LTE 진화기술과 신규무선접속기술(New Radio Access Technology(RAT))을 모두 포함하고, 기존 6GHz 이하 저주파 대역 및 6GHz 이상 고주파 대역에서 모두 사용 가능한 표준이다. 5G 개념이 이렇게 된 뒤

5G 비전 문서 본문 내 수치		5G 비전 그림
최대 전송속도	10~20Gbps	
이용자 체감 전송률	100Mbps~1Gbps	
주파수 효율성	4G대비 3~5배	
고속 이동성	500 km/h	
전송지연	1 ms	
최대 기기 연결수	10 ⁶ /km ²	
에너지 효율성	4G대비 100배	
면적당 데이터 처리용량	10 Mbps/m ²	

<그림 2> 5G 비전 핵심 성능사항 (Key Capabilities)

배경 중 하나는, 우리나라의 경우 LTE 전국망이 구축되어 있지만 유럽, 중국 등은 아직 도심 밀집 소규모 지역에 국한되어 있어, 망 사업자들이 새로운 5G 표준이 2020년 나온다는 소식을 접하면 더 이상 4G 시스템에 투자를 하지 않고 2020년까지 기다렸다가 바로 5G로 갈 수 있기 때문이다. 이런 우려를 잠재시키고자 5G는 4G의 진화기술도 5G 성능을 만족한다면 5G 범주에 포함시킬 수

5G는 5세대 이동통신의 줄임말로 공식용어는 아니고 시장에서 통용되는 단어이다. 미국과 같이 기술 중립을 표방하는 국가들은 세대 개념으로 이동통신을 구분하는 것에 난색을 표하고 있으나 2G, 3G, 4G 뿐만 아니라 5G 또한 이미 대중에게 익숙한 용어가 되었다.



<그림 3> 5G 비전의 3대 Usage Scenario와 8개 Key Capabilities 간 관계도

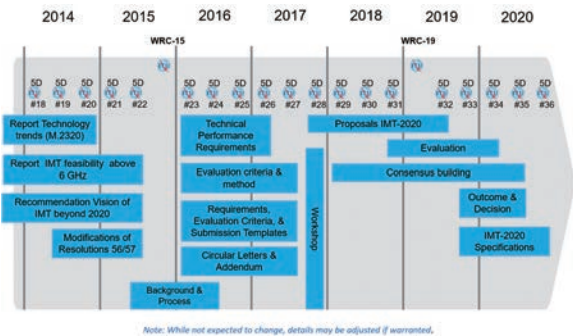
있다고 명시해 줌으로써 망사업자 및 제조사의 우려를 불식시킨 것이다.

본 비전 권고는 <그림 2>와 같이 8대 핵심성능 및 3대 Usage Scenario 등을 정의하고 있다. 5G 핵심 성능 목표값 중 최대 전송률, 체감 전송률, 주파수 효율성에 대한 논의는 의견 대립으로 막판까지 난항을 겪었다. 최대 전송률 및 체감 전송률의 목표 값으로 우리나라는 보다 큰 값을 명시하고자 하는 반면 중국 및 일부 회사(오렌지, 노키아 등)는 보수적인 값을 선호한 것이다. 또한 우리나라는 향후 광대역폭을 통해 최대 전송률을 구현하도록 3배 주파수 효율성을 지지하는 반면 중국은 주파수 효율 향상을 통해 최대 전송률 구현이 가능하도록 5배를 주장했다. 결국 치열한 논의 끝에 제22차 WP5D 회의('15.6월)에서 5G 핵심 성능 목표 값을 5G Spider-web diagram 상에는 최대 전송률 20Gbps, 체감 전송률 100Mbps, 주파수 효율성 4G 대비 3배 향상으로 하고 비전 권고 본문에는 사용 환경 등 조건에 따라 값의 범위를 주어 합의 하였다.

<그림 3>은 5G 비전에서 제시하고 있는 Usage scenario로서 Enhanced Mobile Broadband(이하 eMBB), Ultra-reliable and low latency communication (이하 URLLC), Massive machine type communications (이하 mMTC)의 3가지를 제시하고 있다. 본 사항의 의미는 이미 전세계 4G 이동통신 시장이 LTE 기술로 수렴되어 있는 상황에서, 향후 5G 기술은 기존 시장의 경계를 넘어서 사물통신(IoT, M2M), 재난통신(PPDR), 차량통신(V2X) 등 산업간 융합분야까지 확장하여 사회의 기반 인프라로서 사용될 것이라는 메시지를 담고 있다.

2-2. 5G 표준화 일정

<그림 4>는 ITU가 정한 5G 표준화 일정이다. 앞서 설명한 바와 같이 2012년부터 2015년까지는 ITU 5G 비전 권고, 5G 명칭/표준화 절차 등을 결정하였고, 미래기술 동향보고서(Future Technology Trends)와 6GHz 이상 대역의 IMT 활용가능성 보고서(IMT Feasibility above



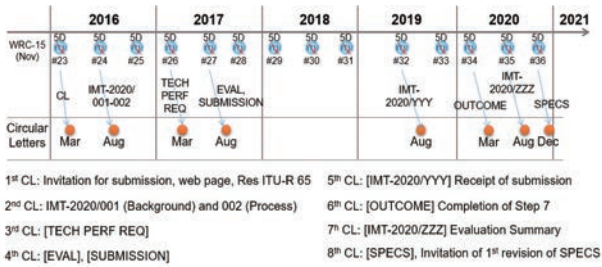
<그림 4> ITU가 제시한 5G 표준화 일정

6GHz)를 개발하였다. 이렇게 개발된 문서들을 기반으로 '15.11월 개최된 WRC-15에서 우리나라는 신규 연구 의제를 제안하였고, 그 결과 6GHz 이상 후보 주파수 연구 대역 11개를 결정하여 WRC-19에서 IMT 주파수로의 분배 (identification)을 검토하기로 했다. 5G 이동통신 주파수 관련된 사항은 3장에 세부적으로 기술하였다.

향후 5G기술은 기존 시장의 경계를 넘어서 사물통신(IoT, M2M), 재난통신(PPDR), 차량통신(V2X) 등 산업간 융합 분야까지 확장하여 사회의 기반 인프라로서 사용될 것이다.

이제 올해(2016년)부터는 5G 비전에 기반하여 규격 개발 등의 5G 기술 표준화가 본격 착수된다. 2017년까지는 5G 기술 성능 요구 사항, 평가 방법 및 기준에 대한 상세 가이드라인이 제공될 예정이며, 이것을 근거로 2017년 10월부터 ITU는 외부 기관으로부터 5G 후보기술 제안을 받기 시작할 것이다. 접수된 후보기술에 대하여 평가와 함께 그 결과를 바탕으로 한 합의/조정 과정을 거치게 된다. 이 과정을 마친 후 최종적으로 2020년에 ITU는 5G 국제표준을 승인할 것으로 예상된다.

주지하듯이 ITU가 실질적인 5G 규격들을 직접 개발하지는 않는다. 미래 이동통신을 위한 주파수, 비전 및 성능 요구사항 등의 큰 그림(프레임워크)을 제공하고 그 기반 하에 산업체(인더스트리)를 회원으로 두고 있는 표준화단체인 3GPP와 같은 곳에서 세부적인 규격을 개발하여 ITU로 제안하는 것이다. 3GPP는 한국(TTA), 미국(ATIS), 유럽(ETSI), 중국(CCSA), 일본(ARIB, TTC), 인도(TSDSI)의 표준화단체가 기관 회원인데 기관 회원들이 보유한 인더스트리(산업체) 회원은 전 세계의 주요 이동통신 제조사, 통신사로 약 400개가 넘는다. 즉, 400여개



〈그림 5〉 5G 표준화를 위한 ITU의 외부단체 회람 일정

업체가 합의하여 만들고 지역 및 국가 표준화기구에서 채택한 세부규격은 실질적인 측면에서 de-facto 국제표준이 되고 있다는 의미이다. 3GPP에 의해 개발된 세부규격은 ITU가 정한 비전, 평가 기준에 따라 만들었기 때문에 공식 국제표준이 되며, 이는 자연스럽게 ITU에 참여하는 개발도상국가로 확산되는 선순환 구조를 갖게 된다.

이런 시스템으로 운영되기 때문에, 5G 표준 개발 시 ITU와 3GPP 등 외부 표준화단체 간의 상호협력/소통이 매우 중요하다. 이를 위해 ITU-R WP5D는 회의가 끝날 때 마다 주요 사항들에 대해 공지코자 외부 표준개발단체에 회람문서(Circular letter)를 송부한다. '16.2월 23차 WP5D 회의가 중국 북경에서 있었는데, 〈그림 5〉와 같은 회람문서 발송 일정을 수립하였다. 2020년까지 총 8번의 회람문서가 발송될 예정이며 각 차수별 주요 내용은 다음과 같다.

- 1차('16.3월) : 5G(IMT-2020) 기술표준화 착수 및 ITU 관련 웹페이지 공지
- 2차('16.8월) : IMT-2020 추진 배경 및 표준화 절차 공지
- 3차('17.3월) : 5G 기술성능 요구사항 공지
- 4차('17.8월) : 5G 평가 방법론 및 후보기술 제안 양식 공지
- 5차('19.8월) : 5G 후보기술 접수 결과 알람
- 6차('20.3월) : 5G 후보기술 평가 결과 알람

- 7차('20.8월) : 5G 후보기술 평가 결과 보고서 공지
- 8차('20.12월) : 5G 무선접속 기술 표준 승인 및 1차 개정 절차 일정 알람

2-3. 5G 기술성능 요구사항, 평가방법 논의 현황

ITU가 2017년 말에 후보기술 제안 접수를 시작하기 이전 IMT-2020 기술성능요구사항, 평가방법론, 후보기술제출 양식 등의 보고서 개발을 완료해야 한다. '16.2월 23차 WP5D 회의에서 본 사항에 대한 논의가 시작되어 간략히 현황을 공유코자 한다.

ITU에서는 2016년부터 5G 비전에 기반하여 5G 기술 표준화에 본격 착수한다. 2017년까지 5G 기술 성능 요구사항, 평가 방법 및 기준에 대한 상세 가이드라인이 제공될 예정이며, 2017년 10월부터 외부 기관으로부터 5G 후보기술 제안을 받기 시작할 것이다. 접수된 후보기술에 대하여 평가/합의/조정 과정을 마친 후 최종적으로 2020년에 5G 국제표준을 승인할 것으로 예상된다.

5G 기술성능요구사항 보고서 개발 관련해서는 이번에 한·중·일 공동기고한 문서 구조를 토대로 하여 작업문서 초안을 작성하였다. 우리나라는 우선 5G 비전에서 명시한 8가지 핵심 성능사항을 본 5G 기술성능 요구사항에 넣어두자고 하여 반영이 되었고, 그 외 중국, 일본, NGMN, 퀄컴, 노키아, 삼성, 인텔, 에릭슨 등이 각각 제안한 추가 요구사항들은 일단 작업문서에 모두 취

합해 두었다. 요구사항 항목별 상세 논의 및 포함 여부는 다음 회의부터 본격 논의기로 하였으며, 현재 본 작업문서에 취합된 26가지 요구사항 항목은 다음과 같다.

- (5G 비전) K1~K8 : peak data rate, user experienced data rate, user plane latency, mobility, connection density, (network energy efficiency, device energy efficiency), spectrum efficiency, Area traffic capacity
- (그 외 제안 사항) O1~O18 : spectrum flexibility, bandwidth flexibility, reliability, operational lifetime, bandwidth, support for wide range of service, mobility interruption time, peak spectral efficiency, 5th percentile user spectrum efficiency, 50%-tile of user data rate, 50th percentile user spectrum efficiency, control

plane latency, latency for infrequent small packets, coverage, group handover capability, inter-system handover, signalling overhead, VoIP Capacity

참고로 프랑스가 자국에서 벌어진 테러의 여파 때문인지 회의시 5G 기술성능 요구사항에 개인정보보호 사항을 포함하자고 제안하였으나, 이동통신 무선접속 기술 표준화를 담당하는 WP5D 소관이 아니라는 대다수 국가/산업체들의 의견에 따라 포함하지 않았다.

5G 평가방법론 보고서의 경우, 5G 기술성능 요구사항이 어느 정도 완료가 되어야 각 항목별 평가 방법을 논의할 수 있기 때문에 23차 WP5D 회의에서는 성능 평가 환경과 주요 환경 모델(채널 모델, 트래픽 모델, 에너지 모델 등)들을 우선 논의하였다. 기존 4G(IMT-Advanced)와 동일한 평가 기법(실험, 분석, 조사/검토 기반 평가 방법)을 IMT-2020에도 동일하게 적용기로 하였고, 성능 평가를 위한 실험 환경도 IMT-Advanced에서 사용했던 3가지 환경(실내 핫스팟 환경, 도심 셀룰러 환경, 시외 마이크로-셀룰러 환경)을 재사용기로 합의하였다. 다만 신규로 제안된 도심 마이크로-셀룰러 환경과 고속기차 환경의 경우 다음 24차 회의에서 재논의하기로 하였다. 평가시, 기존 IMT-Advanced와 이번 IMT-2020의 가장 큰 차이는 MBB 경우만 고려하여 4G 기술을 평가하면 되었으나, 5G는 eMBB, URLLC, mMTC의 세가지 시나리오 별 여러가지 환경에서 기술 평가를 해야 한다는 점이다. 5G 기술성능 요구사항 보고서는 '17년 3월, 5G 평가 방법론 보고서는 '17년 8월에 완성될 예정이다.

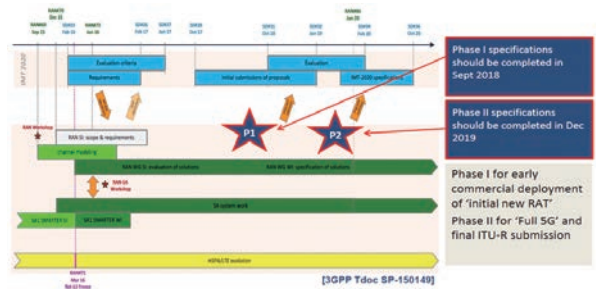
2-4. 3GPP의 IMT-2020 표준화 동향 및 일정

실질적으로 5G 기술규격을 개발할 3GPP의 동향 또한 매우 중요하여 본 절에 기술코자 한다. 2015년 9월 3GPP는 자체 5G 워크숍 논의를 통해 ITU의 5G 비전 및 표준화 일정을 고려하여, <표 1>과 같이 단계별 접근방식(Phased Approach)으로 5G 규격을 개발하기로 하였다.

즉, IMT-2020 전까지 3개 releases 작업을 추진하는데 각 release는 15개월의 기간으로 추진하고 1단계로

<표 1> 3GPP의 단계별 5G 표준화 추진 일정

3GPP 릴리스	개발 일정	주요 내용
Release 14	2016년 3월 ~ 2017년 6월	5G Study Item
Release 15	2017년 6월 ~ 2018년 9월	1단계 5G 규격 개발
Release 16	2018년 9월 ~ 2019년 12월	2단계 5G 규격 완성



<그림 6> 3GPP 세부추진 일정(안) 및 ITU 제안

Release 15에 2020년 상용화 계획을 반영한 규격발간을 목표로 하고 있다. Release 15 이후에도 단계별 표준화 전략을 계획하고 있는데 <그림 6>과 같이 Phase 1에서는 2018년까지 시장 요구사항에 따른 긴급한 사항의 표준화를 추진하고, Phase 2에서는 2019년까지 모든 요구사항 및 유즈케이스에 대한 완료와 함께 ITU로 IMT-2020 기술 제출 완료를 목표로 하고 있다. Phase 1에서 개발되는 신규 무선접속 기술은 Phase 2와 상위 호환성(forward compatibility: 이번 제정될 표준기술이 이후에 제정될 표준기술과도 호환성이 있어야 함)을 보장하도록 한 것이 새로운 특징이다.

3GPP의 표준화에 있어 가장 큰 쟁점은 Phase 1에 어떤 시나리오의 5G 규격을 우선적으로 개발할 것인가이다. 물론 eMBB, mMTC, URLLC 모든 시나리오가 Phase 1에 들어가면 좋겠지만, 3GPP의 업무 로드 상 시장에서 긴급하게 요구하는 기술에 대해서 선차적으로 표준화를 해야 할 것이다. 16.3월 스웨덴에서 개최된 71차 3GPP 기술총회에서는 Phase 0라고 볼 수 있는 Rel. 14 5G 연구 아이템 선정 작업을 진행하였다. 많은 논란이 있었으나 우선 현 Rel. 14 단계에서는 우선순위를 정하지 않고 eMBB, mMTC, URLLC를 모두 포함한 시나리오 및 요구사항을 만족시키는 단일 framework 개발을 목표로 연구를 추진하기로 하였다. Rel. 14의 5G 연구는 모든 시나리오에 대해 추진을 하지만, 5G 규격 개발 작업에 대

한 우선순위는 Rel. 15 착수 시점에 치열하게 전개될 것으로 예상된다.

III. 5G 이동통신 주파수 동향

이동통신 개념 정립과 상용화 시점 간에 상당한 차이가 생기는 가장 큰 이유는 물론 기술 개발, 시스템을 구현하는데 적절한 시간이 필요하기 때문이지만 또 다른 하나는 서비스를 제공할 주파수 확보라고 할 수 있다. 국제적으로 IMT 주파수로 지정되었다 하더라도 기존 업무 회수 또는 재배치 등을 통해 이동통신이 사용할 수 있는 환경을 조성하는 데에는 시간이 걸리기 때문이다. 따라서 5세대 이동통신을 논의하기 위해서는 5세대의 개념 뿐 아니라 주파수 문제도 미리 검토해야 한다. ITU는 이미 5세대 이동통신을 위한 주파수 관련 논의도 진행 중인데, 본 장에서는 그 내용을 다루고자 한다.

이동통신 개념 정립과 상용화 시점 간에 차이가 생기는 이유 중 하나가 서비스를 제공할 주파수 확보이기 때문에 주파수 관련 사항도 미리 검토해야 한다.

3-1. 국제적인 이동통신(IMT) 주파수의 의미

전파를 사용하는 기기들의 증대와 복잡한 주파수 사용은 국내외적으로 잠재적 전파간섭을 유발할 수 있다. 그래서 ITU는 전파규칙의 주파수 분배표를 통해 주파수 대역 별로 사용할 수 있는 업무들을 규정하고 있는데, 전파규칙은 3~4년마다 열리는 세계전파통신회의(WRC, World Radiocommunication Conference)에서 개정된다. 각국은 주파수 분배의 범위 내에서 자국 환경에 맞추어 유연하게 용도를 지정하여 사용할 수 있어 일일이 용도별 주파수를 전파규칙 주파수 분배표에 규정하지 않는다. IMT 또한 이동업무의 여러 용도 중 하나이기 때문에 주파수 분배표에 반드시 IMT 주파수를 명시할 필요는 없다. 실제로 일부 국가는 주파수 분배표에 IMT 용도로 지정되지 않은 1.4GHz 대역에서 IMT 서비스를 사용한 바 있다. 그러나 국제분배 상의 용도지정이 독점적인 사용을 의미하거나 해당 용도의 서비스를 지정 주파수 외의 대역에서 사용하는 것을 제한하는 것이 아님에도 불구하고 WRC를 통해 IMT 주파수를 지정하려는 이유는 국제적인

인지도를 얻기 위함이다. IMT 주파수 지정은 주파수 뿐 아니라 시장 측면에서도 중요한데 해당 주파수가 국제적으로 IMT 사용 가능성이 있다는 신호를 보냄으로써 각국의 주파수용도 결정 시 국제적인 로밍을 도모할 수 있고 산업체로 하여금 규모의 경제를 통한 장비 가격의 인하를 유도할 수 있는 것이다.

3-2. 5G(IMT-2020) 주파수 개념

앞서 설명한 바와 같이 5G는 기존 이동통신 성능이 향상된 진화 기술과 새로운 주파수 기술/무선접속기술이 공존하는 개념이 될 것이다. 그리고 엄밀히 말하면 4G용 주파수, 5G용 주파수 이렇게 따로 구분할 수는 없다. 기존 3G/4G에서 사용한 1.8GHz, 800~900MHz 대역도 5G 성능을 만족하는 신규 기술을 사용한다면 5G 주파수라고 말할 수 있을 것이다. 다만 이번 5G 비전에서 제시하는 핵심성능을 지원하기 위해서 초광대역폭 확보가 용이한 6GHz 이상 높은 주파수 대역이 유용할 것으로 보이기 때문에 통상 5G 주파수를 6GHz 이상의 높은 주파수 대역으로 말하고 있는 것이다.

3-3. 6GHz 이상 5G 주파수 논의 경과

국내에서 최초로 6GHz 이상 주파수 대역에서 IMT 용 주파수를 발굴하자는 논의는 한국ITU연구위원회(<http://www.koreaitu.or.kr/>) WP5D 연구반을 통해 시작되었고 국제적으로도 우리나라 제안을 기점으로 논의가 시작되었다. 2012년 ITU가 WRC-15에서 IMT 추가 주파수를 확보하기 위한 의제(1.1)를 채택함에 따라 우리나라는 6GHz 이하 대역에서 선호하는 IMT 후보 대역을 도출하고 이를 2012년 7월 ITU-R WP5D 회의에 기고하였다. 동시에 6GHz 이하에서 충분한 대역폭을 가진 IMT 주파수 확보가 어려운 점을 고려하여 IMT 후보 주파수 대역에 6GHz 이상 대역도 포함하자는 제안을 함께 제출하였다. 이에 대해 다른 국가들은 향후 6GHz 이상 주파수 활용 가능성에 대해서는 공감하나 WRC-15에서 다루기에는 시기상조라는 반대에 부딪힘에 따라

WRC-15 의제로 논의하지 않기로 하는 대신에 현재 기술개발 추진동향을 고려할 때 차기 WRC 의제로 추진하기로 의견이 모아졌다.

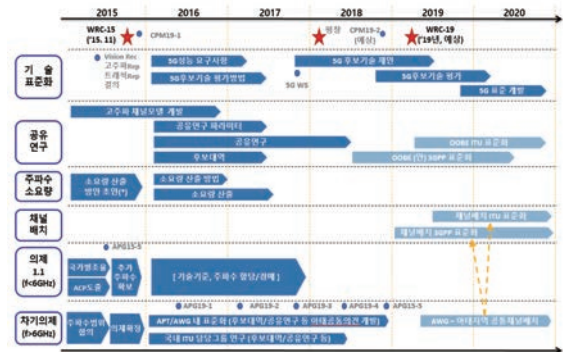
비록, ITU-R WP 5D는 2013년 7월 회의에서 WRC-15는 6GHz 이상 IMT 후보대역을 다루지 않기로 결정하였지만 IMT 서비스가 6GHz 이상 대역에서도 구현될 수 있다는 기술적 타당성 연구는 계속 추진하기로 하였다. 본 보고서 작업은 우리나라 뿐만 아니라 중국, 캐나다, 삼성전자, 인텔, 에릭슨, 노키아, KDDI, 화웨이, 알카텔-루슨트 등 많은 국가/산업체에서 개발 현황 및 실험 결과를 제공하며 적극 참여하였다. 6~100GHz 주파수 대역에서의 IMT 활용 가능성에 대한 보고서(M.2376)를 개발하였다. 본 보고서는 고주파 전파 특성에 관련하여 경로 손실, 대기 손실, 채널 모델링에 대한 내용과 고주파 채널 특성과 관련하여 커버리지와 링크 버짓, 이동성, 대역폭을 설명하고 있다. 그리고 주요 대역으로 28GHz, 38GHz, 60GHz, 70GHz 등의 내용을 담고 있으며 실현 가능한 기술로서 Array antenna, Beam Tracking, CMOS의 내용과 함께 주요 주파수 대역 실험 결과,

Deployment 시나리오/구조에 대한 내용을 담고 있다. 보고서의 결론 부분에는 6~100GHz 고주파 역시 다양한 실현 기술들과의 접목을 통해 물리적 환경을 극복 할 수 있어 기존 IMT 대역과 마찬가지로 IMT

용으로 활용 가능하므로 5G 비전 실현을 위해서는 6GHz 이상 주파수 사용이 필수적이며, 규모의 경제를 위해 전 세계적으로 사용될 수 있는 공통적인 주파수 선정이 필요하다는 결론을 제시하고 있다.

이렇게 개발된 문서가 세력을 결집할 수 있는 근원이 되어 아태지역을 비롯하여 유럽, 미주, 러시아, 아프리카 및 아랍 지역 국가들이 2015년 11월에 개최된 세계전파통신 회의(WRC-15)에 6GHz 이상 대역에서 IMT 국제 주파수를 확보하기 위한 WRC-19 의제를 제출하였다. 이들 제안을 토대로 WRC-15는 24.25~86GHz에서 5G 주파수 지정을 위한 WRC-19 의제(1.13)를 채택하고 후보대역으로서 24.25~27.5GHz, 31.8~33.4GHz, 37~40.5GHz, 40.5~42.5

6~100GHz 고주파대역은 다양한 실현 기술들과의 접목을 통해 물리적 환경을 극복 할 수 있어 기존 6GHz 이하 대역과 마찬가지로 IMT용으로 활용 가능하므로 eMBB 등의 5G 비전 실현을 위해서는 6GHz 이상 주파수 사용이 필수적이다.



〈그림 7〉 5G 주파수 연구 일정

GHz, 42.5~43.5GHz, 45.5~47GHz, 47~47.2GHz, 47.2~50.2 GHz, 50.4~52.6GHz, 66~76GHz, 81~86GHz 등 총 11개 대역을 선정하였다. 이들 후보대역 중 전파규칙 상 현재 이동업무가 분배되어 있지 않은 31.8~33.4GHz, 40.5~42.5GHz, 47~47.2GHz에 대해서는 WRC-19에서 이동업무 분배 결정이 필요하다고 의제 결의에 명시하였다. 일본 및 아프리카 등 일부 국가들이 제안했던 20GHz 이하 대역에 대해서는 대부분의 국가들이 기존 지상업무 이용이 많아 IMT 주파수 확

보가 어려움을 표시함에 따라 지지를 얻지 못했다. 한편 미주 국가 및 우리나라, 일본, 스웨덴, 핀란드 등이 지지했던 27.5~29.5GHz 대역은 위성 진영의 강한 반대에 부딪쳐 최종적으로 후보대역에 포함되지 못하였다. IMT 후보대역들에 대해 운

용 중인 다른 업무들과 공유연구를 수행하기 위해 ITU-R SG 5 내에 신규 담당그룹(Task Group 5/1)이 구성되었으며, 공유연구 결과를 토대로 WRC-19에서 각국의 이해관계 수렴을 거쳐 합의가 이루어지는 후보대역에 한하여 전파규칙에 IMT 주파수로서 용도지정 될 것이다.

3-4. 5G 주파수 연구 일정 및 계획

〈그림 7〉은 WRC-15에 의해 결정된 차기 5G 의제 1.13과 관련하여 주파수 대역 확보를 위해 필요한 업무를 도식화한 것이다. 6GHz 이상 대역의 전파간섭모델에 대한 결정과 WRC-19 의제 1.13의 11개 후보 대역에 대한 공유연구가 선행되어야 하며 스펙트럼 소요량(Spectrum

needs)과 관련한 예측 연구를 통하여 향후 2020년 이후 5G 서비스에 얼마의 소요 대역폭이 필요할지를 도출해야 한다. 전파 간섭 모델에 의한 공유 연구결과와 스펙트럼 소요량 예측 값은 WRC-19에서 5G 후보주파수 대역을 결정하기 위한 기초자료로 사용될 예정이므로 상당히 중요하다. 이미 11개 후보 주파수 대역 중에서는 위성, 천문/과학, 방송 등 타 서비스가 사용되고 있는 경우가 있어 공유연구 결과가 긍정적이지 않을 경우 WRC-19에서 추가 IMT 주파수 대역확보는 쉽지 않기 때문이다.

공유 연구를 위해서는 6GHz 이상 이동 환경에서 적용 가능한 전파간섭모델 개발이 필수적이다. 전파간섭 모델을 개발하는 그룹은 ITU-R SG3이다. 유효한 전파간섭모델이 2017년 3월 이내에 개발되어야만 공유 연구의 주 책임그룹인 SG5 산하 TG5/1에서 업무를 시작할 수 있다. 현재 SG3는 관련 논의 활성화를 위해 서신그룹을 구성하여 전파모델 완성을 위해 노력하고 있으며 WP5D와 SG3간의 연락문(liaison)을 통해서 관련 업무를 정리해 나가고 있다.

사실상 WRC-19 의제 1.13을 주도한 국가는 우리나라이기 때문에, 우리나라의 주파수 전략은 향후 본 의제의 성공에 매우 중요하며 본 사항의 리더로서 역할을 할 수밖에 없다. 우리나라는 기존 28GHz의 주파수를 5G 기술이 구현 가능한 최우선순위 대역으로 지지하였으나, 아쉽게도 이대역은 위성진영의 반대로 WRC-19 후보대역에서 제외되었다. 그러나 미국의 경우, 16.2월 WP5D 회의에서 27.5-28.35GHz, 37-38.6GHz, 38.6-40GHz 및 64-71GHz(비면허용) 대역을 5G 상용 주파수로 고려하고 있다고 다시 밝힘으로써 28GHz 대역을 지지에 동참하는 국가들 개별적으로 5G 기술로 상용화할 가능성을 남겨 둔 것이다. 즉, 예전 일본이 1.4GHz 대역을 ITU의 국제 분배없이 IMT로 사용하다가 여러 국가를 동참하게 하여 시장의 힘으로 이번 WRC-15에서 IMT로 분배받았는데, 이 사례가 28GHz 대역에도 적용될 가능성이 있는 것이다. 이런 측면에서 우리나라가 계획하고 있는 '18.2월 평창 동계올림픽에서

의 5G 시연서비스의 성공은 6GHz 이상 5G 기술에 대한 성공으로 평가 받을 수 있고, 해당 5G 시연 주파수 대역을 전 세계적으로 5G로 도입할 수 있는 기폭제가 될 것이다.

IV. 맺음말

5G 이동통신은 단순히 새로운 무선 접속 기술의 개발과 새로운 시스템 도입 관점에서 보기 보다는 이동통신이 인간 생활에 미치는 영향과 그에 따른 새로운 서비스 수요, 다양한 서비스 수요를 충족시키기 위한 기술 개발의 관점에서 보아야 할 것이다. 이미 4G를 통해 빠른 데이터 속도를 경험한 사용자들은 보다 빠르고 대용량의 멀티미디어 서비스 이용을 원함에 따라 광대역폭 확보가 용이한 6GHz 이상 주파수 대역이 5G의 핵심 기술이 될 수 있다. 또한 5G는 기존 시장들 간의 경계를 허물고 사물통신, 차량통신, 재난통신 등으로 확장하여 사회의 기본 인프라로서 사용될 것이다. 사용자 입장에서는 5G를 통해 언제 어디서나 환경의 제약없이 저지연/초광대역 서비스를 제공받을 수 있는 것이다.

5G 이동통신은 단순히 새로운 무선 접속 기술의 개발과 새로운 시스템 도입 관점에서 보기 보다는 이동통신이 인간 생활에 미치는 영향과 그에 따른 새로운 서비스 수요, 다양한 서비스 수요를 충족시키기 위한 기술 개발의 관점에서 보아야 할 것이다.

지금까지 5G 표준화/주파수 현황에 대해 서술하였고, 우리나라의 미래 ICT 신성장 동력인 5G의 2020년 성공적인 표준화를 위한 대응방안으로 다음 몇 가지를 제시하며 글을 마친다.

첫째, ITU의 5G 성능요구사항 항목/수치 및 평가방법 표준화에 적극 대응하여야 한다. 4세대 이동통신과는 달리 5G 비전 권고는 3대 시나리오를 제시하였고 시나리오 별 별로 다양한 평가 방법과 기준이 적용될 것이다. 그러므로 국내 선호 5G 서비스에 적용 가능한 성능 항목 및 요구사항 값을 선도반영할 수 있도록 해야 한다.

둘째, 3GPP Rel.14~16의 5G 후보기술 규격 작업에 적극 참여 및 대응을 하여야 한다. 앞서 밝힌바와 같이 5G 국제표준의 가장 강력한 후보는 3GPP 신규 무선접속 기술 또는 진화기술이다. 3GPP를 통하여 관련된 특허기

술 반영, 표준에 의한 서비스 선도를 이루어내는 것이 가장 빠른 시장 창출의 원동력이다. 이동통신 표준화 프레임워크 및 생태계에서 아무리 좋은 기술이라 할지라도 영향력 있는 표준에 반영되지 못하는 기술은 사장될 수밖에 없다. 연구개발에 의해 경쟁력 있는 기술이 창출되었다면 이를 업체 간 협력, 기관 참가자의 지원을 통하여 관련 기술이 ITU에 제안될 최종 규격에 반영될 수 있도록 최선을 다하여야 한다.

셋째, 우리가 원하는 주파수 대역을 2019년에 확보할 수 있도록 WRC-19 결정을 위한 사전 기초자료로 사용될 주파수 공유대역 연구를 주도해야 한다. 즉, WRC-19 의제 1.13 후보대역들의 기존 운용 또는 운용 계획인 업무들과 공유연구를 위한 6GHz 이상 주파수 대역에 대한 전파간섭모델/채널모델 및 IMT 시스템 특성연구를 수행해야 한다.

넷째, 5G 후보기술 평가를 위한 조직 구성 및 평가 수행이 필요하다. ITU는 직접 평가를 수행하지 않고 외부 평가그룹에 등록을 요구하여 그 그룹이 평가한 결과를 근거로 서면 평가를 진행한다. 따라서 산학연이 모두 참여하는 5G 평가를 위한 TTA 표준화 위원회를 구성하고 ITU에 평가그룹으로 등록하여야 한다. 이를 통해 ITU에 등록된 TTA 표준화 위원회 및 개발 평가 틀을 사용하여 제안된 후보기술에 대한 평가를 수행하고 그 결과보고서를 ITU에 제출하여 후보기술의 적합성 논의시 우선권을 확보함으로써 우리나라에서 개발된 기술이 국제표준에 반영될 수 있도록 최선을 다하여야 한다.

이 원고는 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행됨 (No. R7116-16-1007)

참고 문헌

- [1] 미래창조과학부, 창조경제 실현을 위한 미래이동통신 산업전략 (2014.1)
- [2] ITU-R Resolution 56-2 (2015), Naming for International Mobile Telecommunications (<http://www.itu.int/pub/R-RES-R.56>)
- [3] ITU-R Resolution 65 (2015), Principles for the process of future

development of IMT for 2020 and beyond (<http://www.itu.int/pub/R-RES-R.65>)

- [4] Recommendation ITU-R M.2083-0, IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond (2015.09)
- [5] 김대중, 5G 이동통신 표준화 현황 및 전망, TTA 저널 (2016.02)
- [6] 김경미, 6GHz 이상 5G(IMT-2020) 주파수 동향, TTA 저널 (2016.02)



오충근

- 2003년 2월 아주대학교 전자공학 학사
- 2005년 2월 광주과학기술원 정보통신공학 석사
- 2008년 8월 광주과학기술원 정보통신공학 박사
- 2008년 7월~2010년 5월 LIG 넥스원 선임연구원
- 2010년 6월~현재 한국정보통신기술협회 표준화본부 선임연구원

〈관심분야〉
5G & 전파/이동통신 표준화