

차세대 IMT 주파수 확보 추진동향

김경미

국립전파연구원

요약

본고에서는 스마트폰 도입 이후 전 세계적으로 급증하고 있는 무선 트래픽의 수요를 만족하기 위해 추가적으로 IMT 주파수를 확보하기 위한 국내외 동향을 고찰한다. ITU는 2015년 열릴 WRC-15에서 국제 공통의 IMT 주파수 지정을 논의할 예정이며 이를 위해 각 국에서 제안했던 잠정 후보대역 및 후보대역에서 운용중인 다른 업무들간 수행했던 공유연구 결과를 설명한다. 또한 1 Gbps의 체감 전송률을 목표로 하는 차세대 IMT(5G) 시스템의 주파수 요구사항을 만족하기 위해 초광대역폭의 이점이 있는 6 GHz 이상 대역의 동향을 살펴보고 향후 WRC-19 의제로 개발하기 위한 추진계획을 소개한다.

I. 개요

전파는 유한한 자원으로 최선의 기술을 사용하여 최소의 주파수를 가지고 공평하고 효율적으로 이용함을 원칙으로 한다(ITU 헌장 No.195 및 전파규칙 서문 0.2). 이에 따라 국제전기통신연합(ITU: International Telecommunications Union)은 전파자원을 효율적으로 관리하기 위해 전파규칙(RR: Radio Regulations)을 제정하고 8.3 kHz부터 3000 GHz대역에 대한 주파수 분배표(Table of Frequency Allocation)를 규정하고 있는데 전 세계 지역을 3개로 구분하고 주파수 대역 별로 사용할 수 있는 업무들을 명시하고 있다. 지리적인 여건에 따라 유럽, 아프리카, 아랍국가는 제1지역, 북남미주 국가는 제2지역, 아시아 및 태평양 국가는 제3지역으로 구분한다. 업무의 종류는 고정, 이동, 방송, 위성(고정위성, 이동위성, 방송위성), 무선탐지(레이더), 무선항행, 해상, 항공, 아마추어, 전파천문, 지구탐사 위성 등 총 41개 업무로 분류되며 IMT는 이동업무 중 하나의 용도에 해당한다.

주파수 분배표의 목적은 국제 공통적인 사용을 통해 간섭을 최소화하기 위한 것으로서 상기 업무들은 간혹 독점적으로 분배(allocation)되어 있기도 하지만 대부분 다른 업무들과 같이 사용하도록 공동 분배되어 있다. 분배된 업무 중에서도 간섭으로부터 보호받을 권리를 갖는 업무를 1순위 업무라고 부르고 간섭을 주어서도 안되고 간섭 보호를 요구할 수도 없는 업무를 2순위 업무라고 부르며 비허가 무선국들이 대표적인 2순위 업무다.

주파수 이용 변경은 전파규칙의 주파수 분배표 개정을 통해 이루어지며 전파규칙은 3~4년마다 열리는 세계전파통신회의(WRC: World Radiocommunication Conference)에서 개정된다. WRC는 두 번의 준비회의(CPM: Conference Preparatory Meeting)를 하는데 제1차 CPM회의는 이전 WRC 회의가 끝난 직후 다음 회의를 준비하기 위해 새로 채택된 의제를 정리하고 작업방법을 결정하는 회의이고 제2차 CPM 회의는 본 WRC회의가 열리기 최소 6개월 이전에 열려서 CPM보고서안을 확정한다. CPM 보고서는 각국이 WRC의제에 대한 입장을 결정하는 데 도움이 되도록 기술적인 연구결과를 수록하고 의제를 해결하기 위한 여러 옵션을 개발하여 제시한다. 각 의제와 관련된ITU-R 연구반(SG: Study Group)은 공유연구 등 CPM 보고서에 포함될 기술적인 연구결과를 수행한다.

II. 국제적인 IMT주파수 지정

각국은 주파수 분배의 범위 내에서 자유롭게 용도를 지정하여 사용할 수 있다. 또한 전파규칙의 주파수 분배가 자국 또는 지역의 요구사항을 만족할 수 없는 경우에는 주파수 분배표에 주석(footnote)을 신설하여 다른 업무로도 분배할 수 있다. 따라서 각국은 자국의 환경에 맞게 여러 용도로 주파수들을 사용할 수 있기 때문에 이들 용도를 전파규칙 내에 일일이 명시할 필요는 없다. 그러나 위성, 해상, 항

공 그리고 위성에 준하는 성층권통신시스템(HAPS: High Altitude Platform Station)이나 국제적인 로밍을 위해 국제 공통 주파수로서 인정받을 필요가 있는 이동통신 등 특별한 경우에는 주석을 통해 전과규칙에 사용 주파수를 용도지정(identification)하고 있다.

국제 공통 주파수 확보를 위해 ITU가 최초 IMT 주파수로 지정한 것은 1992년 WARC-92에서 1885~2025 MHz, 2110~2220 MHz (총 230 MHz 대역폭)이다. 이후 WRC-2000에서는 806~960 MHz, 1710~1885 MHz, 2500~2690 MHz (총 519 MHz 대역폭), WRC-07에서는 제2,3지역은 총 428 MHz/제1지역은 총 392 MHz의 대역폭을 추가 지정하였는데 세부대역은 450~470 MHz(전세계), 698~806 MHz(제2, 3지역), 790~862 MHz (제1지역), 2300~2400 MHz(전 세계), 3400~3600 MHz(국가별)이다. 물론 IMT는 이동업무 중 하나의 용도로서 IMT 주파수 지정이라는 의미는 기존에 분배되어 있던 다른 업무들의 사용을 제약하고 독점 사용하는 것을 의미하는 것은 아니고, 공동으로 1순위 업무가 있는 경우에는(국가별로 별도의 주파수 정책이 있지 않다면) IMT와 동등한 권리를 가질 수 있다.

Ⅲ. IMT 주파수 소요제기

1. IMT트래픽의 급증

2009년 말 스마트폰 출시 및 스마트 기기의 확산에 따라 전 세계적으로 무선 트래픽이 급증하였다. 2008년에서 2010년 사이 전 세계 총 모바일 데이터 트래픽이 52배 증가하였고 해외 주요 시장 기관은 2015년에 전세계 무선 트래픽이 2010년 대비 5~20배까지 증가할 것으로 예상하였다. 우리나라 또한 2009년부터 2011년까지 트래픽이 약 44배 증가하였으며 2020년 말까지는 약 13배 더 증가할 것으로 예측하였다.

이와 같이 계속적인 무선 데이터 트래픽 급증이 세계적인 이슈로 대두되고 현재까지 확보된 IMT 주파수 대역폭으로서는 2020년 예측 트래픽을 감당하지 못할 것이라는 판단에 따라 ITU-R은 2012년 WRC-12에서 이동통신(IMT 및 무선랜) 추가 주파수를 확보하기 위한 차기 WRC의제(WRC-15의제1.1)를 채택하였다. IMT주파수의 후보대역 검토를 위해 기존에 운용 중인 다른 업무와 협력연구가 필요하기 때문에 위성(SG 4)·통신(SG 5)·방송(SG 6)·과학(SG 7)의 합동작업반(JTG: Joint Task Group)을 한시적으로 구성하여 공유연구를 수행하고 CPM 보고서 초안을

작성하는 등 의제 논의를 총괄하도록 하였다. 한편 의제 연구를 지원하기 위해 IMT와 무선랜 적합대역 및 주파수 소요량은 ITU-R WP 5D 및 WP 5A에서 각각 연구하여 JTG 4-5-6-7에 제출하도록 하였다.

2. IMT주파수 소요량

WRC-07에서 IMT 추가 주파수 논의를 지원하기 위해 WP 5D가 주파수 소요량을 예측한 결과, 2020년까지 IMT 용 주파수로 최소 1280 MHz대역폭이 필요하다고 산출되었다(ITU-R 보고서 M.2078). 그러나 현 트래픽 증가추세는 이미 예측된 소요량을 초과한 것으로 나타남에 따라 WP 5D는 2020년까지의 IMT 추가 주파수 소요량을 새로 예측하기 위한 연구를 시작하였다. 새로운 소요량 산출 방법을 개발하기 위해서는 많은 시간이 소요되기 때문에 WRC-07 때 사용하였던 ITU-R 권고 M.1768을 최소한으로 수정하여 사용하되 예전에 사용하였던 파라미터(ITU-R 보고서 M.2078)들을 현행화하여 적용하기로 하였다.

WP 5D는 2020년 전세계 IMT 주파수 소요량은 1340 MHz(최소), 1960 MHz (최대)라고 최종 산출하였고 이를 보고서로 작성하였다(이는 2013년 12월 ITU-R 보고서 M.2290 으로 승인되었다). 또한 주파수 소요량 산출결과를 JTG 4-5-6-7에 송부하였는데 아래와 같이 각국에서 제출한 소요량도 함께 첨부하였다.

국가	영국	중국	호주	러시아	인도	미국
예측연도	2020	2020	2020	2020	2020	2014
소요량 (MHz)	총 2230~2770	총 1490~1810	총 1081	총 1065	추가 500	추가 275

WP 5D가 JTG 4-5-6-7에 보낸 문서에서 소요량을 최소와 최대로 구분하고 각국 상황에 따라 소요량이 ITU 예측 값 보다 적을 수도 많을 수도 있음을 명시하였음에도 불구하고 위성진영과 방송진영으로부터 이견이 제기되었는데, 주파수 소요량에 무선랜과 같은 우회로를 이용하는 오프로딩 비율을 고려하지 않았고 아직 출현하지도 않은 대용량 멀티미디어 서비스를 예상하고 개인 당 연결기기가 인구 수를 초과하여 소요량을 과다 산정하였다는 주장을 하였다. WP 5D 측은 트래픽 산출 시에는 오프로딩을 고려한 후에 총 소요량에서는 오프로딩을 뺀 순수 IMT 소요량을 제출한 것이라고 답변하였고 대용량 서비스의 도입으로 인해 소요량에 미치는 영향이 매우 작을 뿐 아니라 개인이 핸드폰 및 노트북 등 접속기기가 여러 대임을 설명하였다. 그러나 위성진영이 답

변을 받아들이지 않아 결론을 내지 못함에 따라 JTG 4-5-6-7은 IMT 주파수 소요량의 소관그룹인 WP 5D에 이러한 이슈가 제기되었음을 알리기로 하였다.

위성과 방송진영은 이 이슈에 대응하기 위해 WP 5D 회의에 기고를 제출하였는데, 산출 시 사용한 입력 파라미터 및 외삽 예측모형의 적절성 등에 대한 이견을 제기하였다. 회의 중에 이동통신 측과 팽팽한 논의를 거쳐 JTG 4-5-6-7에 보낼 답신을 작성하였으나 결국 내용과 문구에 대해 합의가 이루어지지 않아 JTG 4-5-6-7에 답신을 보내지 못하였다. 그러나 위성과 방송진영에서 의견을 제시했음에도 불구하고 최종적으로 WP 5D가 산출한 주파수 소요량이 CPM 보고서 초안에 포함되었다. 한편 WP 5A에서는 무선랜 주파수 소요량을 제출했는데 2018년 기준 최소 880 MHz로 예측하였다.

IV. 국내 추진 동향

전세계적인 무선 트래픽 증가로 각국은 무선 주파수 확보 정책을 발표하였다. 우리나라도 2012년 1월 모바일 광개토플랜 1.0을 발표하고 기존 IMT 지정 주파수 외에 200 MHz 대역폭의 신규 주파수 대역을 확보할 것을 발표하였다. 이에 따라 우리나라가 선호하는 IMT 후보 주파수를 선정하여 WRC-15 의제에 선제 대응하기 위해 (주)방통위는 국립전파연구원을 주축으로 ETRI와 KCA로 구성된 IMT 후보대역 실무평가반을 구성하였다. 실무평가반은 5 GHz 이하 대역에서 후보대역을 발굴하기로 하고 2012년 1월부터 6월까지 검토대역 선정 및 MCL (Minimum Coupling Loss) 간섭분석을 수행하였다. 또한 발굴된 후보대역을 평가하여 우선순위를 매겼는데 평가요소로서는 가용대역폭 및 확보지역 등 주파수 가용성, 국제 표준화 및 인접국과의 조정 용이성 등의 국제 동향, 재배치 이전 대역 여부/이전 비용/조기 이전 가능성 등 재배치 용이성이다. 우선 순위 평가를 거쳐 2012년 7월 WP 5D에 3600~3800 MHz, 1452~1492 MHz, 3800~4200 MHz, 4400~5000 MHz를 적합대역으로 제안하였고 이들 후보대역은 추후 모바일 광개토플랜 2.0에 반영되었다.

그러나 6GHz 이하 대역은 기존 업무로 혼잡하게 이용 중이라서 IMT 주파수 확보가 어렵기 때문에 우리나라는 광대역폭 확보가 용이한 6 GHz 이상 대역에서 IMT 추가 주파수를 확보할 필요가 있음을 WP 5D에 제안하였다(실무평가반에서 5 GHz 이하 대역을 검토했음에도 불구하고 6 GHz 이상으로 제안한 이유는 5 GHz 대역은 항공업무들이 운용 중일 뿐 아니라 5 GHz 대역을 이미 무선랜으로 사용 중임을 고려한 것이다).

이 제안에 대해 대다수의 국가들은 6 GHz 이상이라는 후보대역이 구체적이지 않음을 지적함에 따라 2012년 10월 WP 5D 회의에 6 GHz 이상 주파수 대역에 대한 예비검토를 거쳐 13.25~13.75 GHz, 24.25~29.5 GHz를 제안하였다. 여전히 많은 나라들이 높은 주파수를 IMT로 사용하는 것에 대한 기술적 타당성 및 다른 업무와 공유연구 수행에 필요한 IMT 파라미터 부족 등을 이유로 반대를 표시하였다. 이에 우리나라는 예비 검토한 대역이 너무 넓다는 지적을 수용하여 6 GHz 이상 대역을 재검토하고 적합대역을 세분화하였는데 이 때 고려했던 적합대역 요구사항은 전세계적 또는 지역적으로 이동업무로 분배되어 있는 대역, 500 MHz 이상 광대역폭 확보가 가능한 대역, 위성 하향인 대역과 전파규칙 부록에 고정위성용 계획대역은 피하도록 하였다. 이 검토결과로 13.4~14 GHz, 18.1~18.6 GHz, 27~29.5 GHz, 38~39.5 GHz를 도출하였고 6 GHz 이상 대역에 대한 최근 반도체 기술 등 기술적 타당성을 IMT 파라미터와 함께 2013년 2월 WP5D회의에 함께 제출하였다. 6 GHz 대역 이상 주파수에서 구현된 IMT 시스템이 없기 때문에 현재 공유연구에 사용하는 IMT 파라미터 중에서 주파수와 무관한 파라미터는 동일하게 제안하고 주파수 의존성이 있는 파라미터는 60 GHz 대역 WiGig 기술적 조건을 차용하였는데, 공유연구는 대표적인 파라미터를 적용하여 분석하므로 현재 구현된 시스템이 없는 상황에서 현실성 있는 제안이었다. 대다수 국가들은 높은 주파수에서 IMT 사용 가능성에 대해서는 공감하나 WRC-15 의제로서 논의할 때 3~4 GHz대역 확보에 나쁜 영향을 미칠 것을 우려하여 계속 반대를 유지하였다. 우리나라는 2013년 7월 WP 5D회의에 6 GHz 이상 IMT 주파수의 기술적인 타당성을 보완하여 제시하고 적합대역으로 확정할 것을 재차 제안하였다. 그러나 시기상조라는 다른 나라들의 반대가 여전히 해소되지 않음에 따라 우리나라는 IMT 주파수 확보에 국제공조가 중요하다라는 판단 하에 이들 입장을 수용하여 6 GHz 이상 대역 연구를 차기 WRC 의제로 추진하기로 하였다. 그러나 WP 5D에서 개발 중인 5G비전문서 및 미래 IMT 기술동향 보고서 등을 통해 6 GHz 이상 대역을 계속 연구할 것임을 확인함으로써 WP 5D가 공식적으로 6 GHz 이상 기술 연구를 논의할 수 있는 근거를 마련하도록 하였다.

V. 6GHz 이하 IMT 후보대역 논의

1. 잠정 후보대역

후보대역 논의는 WP 5D와 JTG 4-5-6-7 두 곳에서 진행되

었다. 당초 WRC-12에서 JTG 4-5-6-7을 구성할 때 결정한 업무분담에 따르면 WP 5D는 IMT 그룹으로서 IMT 용으로 적합한 주파수 대역 범위(suitable frequency range)를 검토하여 JTG 4-5-6-7에 송부하고 JTG 4-5-6-7은 잠정적인 후보대역(potential candidate bands)을 검토하도록 하였기 때문이다.

WP 5D 회의에 우리나라를 비롯하여 각 국 및 산업체 등에서 IMT 주파수 적합대역(suitable frequency range)에 대한 기고를 제출하였고 2013년 7월에 WP 5D는 제안된 대역을 취합하여 JTG 4-5-6-7에 410~430 MHz, 470~6425 MHz가 IMT 적합대역이라는 연락문서를 보냈다. 또한 IMT 망은 지형 및 인구밀도에 따라 단일 주파수로 다양한 서비스 요구사항을 만족하기 어렵기 때문에 커버리지, 용량, 성능과 같은 적합성에 따라 여러 주파수가 필요함을 아래와 같이 명시하였다.

구분	IMT 사용 적합성
1 GHz 이하	- 소수의 셀로 넓은 지역을 커버하므로 망구축 비용절감 - 현 IMT 대역인 450~470/698~960 MHz에 연이어 사용할 수 있어 단말기 구현이 용이
1.5 GHz 대역	- 넓은 지역에서 광대역 서비스 가능 - 일부 국가에서 인접대역을 IMT로 사용 중
2 GHz 대역	- 용량이 부족한 도심지역 커버에 적절 - 인접대역을 IMT로 사용 중이므로 연접해서 광대역 확보가 가능
3~6 GHz 대역	- 용량이 부족한 밀집 도심지역 커버에 적절 - 이미 해당대역의 채널배치안 표준화
6 GHz 이상 대역	- 스몰셀을 통해 밀집 도심지역에서 고용량 및 고성능 제공 - 연접해서 초광대역폭 확보가 가능

한편 WP 5A에서는 무선랜 적합대역으로서 5350~5470 MHz, 5725~5850 MHz를 제안하였다. 현재 5 GHz 대역 무선랜은 5150~5250 MHz, 5250~5350 MHz, 5470~5725 MHz, 5725~5850 MHz(일부 국가)에서 이용 중이므로 WP 5A에서 제안된 무선랜 적합대역은 기존 사용중인 5 GHz 무선랜 대역과 인접하여 광대역폭 무선랜으로 사용할 수 있다는 이점이 있다.

JTG 4-5-6-7에서는 ITU회원국은 물론 지역기구와 산업체 등 부문회원이 잠정 후보대역(potential candidate bands)을 제안하고 기존에 운용중인 업무와 공유연구를 수행하여 ITU-R 보고서로 작성하였다. 공유연구를 통해 IMT와 기존 운용 업무간 양립이 가능하다고 확인된 대역에 한하여 후보대역으로 불러야 한다는 주장도 있었으나 실제 결정은 WRC-15에서 이루어지는 것이므로 각국이 후보대역에 대한 입장을 결정할 때까지 후보대역으로 유지할 필요가 있다고 결론지었다. 이에 따라 잠정 후보대역의 기준을 정하였는데 국가 이름으로 제안하였거나 부문회원이 제안했다라도 국가가 지지한 대역이어야 하고 또한 공유연구가 수행된 대역으로 한정하기로 하였다.

이에 따라 470~694/698 MHz, 1350~1400 MHz, 1427~1452 MHz, 1452~1492 MHz, 1492~1518 MHz, 1518~1525 MHz, 1695~1710 MHz, 2700~2900 MHz, 3300~3400 MHz, 3400~3600 MHz, 3600~3700 MHz, 3700~3800 MHz, 3800~4200 MHz, 4400~4500 MHz, 4500~4800 MHz, 4800~4990 MHz, 5350~5470 MHz, 5725~5850 MHz, 5925~6425 MHz대역이 잠정 후보대역에 포함되었다.

그러나 후보대역들에 대해 각 국 또는 기관의 찬반 입장이 갈림에 따라 별도의 문서로 이들 입장을 기술하기로 하고 JTG 4-5-6-7 의장 보고서에 첨부하기로 하였다. 이 문서를 보면 각 후보대역에 대한 주요국의 입장을 확인할 수 있으며 주요 후보대역 및 제안 국가를 살펴보면 아래와 같다.

후보대역 470~694/698 MHz는 미국이 제안하였는데 현재 전세계적으로 방송뿐 아니라 고정 및 이동업무로 사용하고 있으며 일부 대역은 전파천문으로 사용 중이다. 미국은 incentive auction을 통해 방송사로 하여금 자발적인 주파수 반납을 유도하고 경매 수입 중 일부를 방송사에 지원하는 방식을 도입하여 적극적인 이동통신 주파수 확보정책을 추진 중이다. 캐나다를 제외하고 이 후보대역에 적극적인 지지를 표명한 국가는 아직 없다.

후보대역 1452~1492 MHz는 프랑스를 비롯하여 유럽 국가들이 제안한 대역으로서 고정, 이동, 방송, 방송위성으로 분배되어 있다. 당초 이 대역은 디지털 라디오 방송 또는 방송위성으로 사용하고자 계획했던 대역이나 디지털 라디오뿐만 아니라 위성 방송도 활성화되지 못하였다. 이에 따라 프랑스 등은 부족한 하향 링크 트래픽을 보강하기 위한 SDL (Supplementary Downlink) 로 사용할 것을 제안하였다. 아울러 일본은 전파규칙에 IMT로 지정되어 있지 않지만 일본 국내에서 IMT 로 사용 중인 1427.9~1462.9 MHz/1475.9~1510.9 MHz를 후보대역으로 제안하였다.

3300~3400 MHz 대역은 중국이 적극적으로 지지하는 후보대역인데 전세계적으로 무선탐지(레이더)로 분배되어 있다. 다만 제2지역에서는 아마추어와 고정, 이동, 제3지역 경우에는 아마추어가 2순위 업무로도 분배되어 있다.

3400~3600 MHz 대역은 유럽 등이 지지하고 있는데 고정 및 고정위성(하향)으로 분배되어 있고 지역에 따라 아마추어, 이동, 무선탐지(레이더)가 2순위 업무로도 분배되어 있는데 특히 동남아 등에서 접시 안테나로 직접 수신하는 위성방송인 DTH (Direct-to-Home) 수신용으로 많이 사용하고 있다. 이 대역은 WRC-07에서 우리나라를 비롯하여 다수의 국가들이 IMT용도로 지정한 대역이나 WRC-07에서 IMT로 지정하지 못한 국가들의 경우에는 유력한 후보대역이 될 수 있으며 아울러 전세

계적이거나 지역적인 공통 주파수의 가능성을 겨냥하여 후보대역으로 제안된 것이다.

3600~3800 MHz 대역은 유럽, 우리나라, 일본 등이 지지하고 있는데 고정 및 고정위성(하향)으로 분배되어 있고 제2,3지역은 이동업무가 공동 1순위 업무로 분배되어 있으나 제1지역은 이동업무가 2순위 업무로도 분배되어 있다.

4800~4900 MHz는 우리나라 및 일본이 지지하고 있는 대역이며 전세계적으로 고정 및 이동업무가 1순위, 전파천문이 2순위 업무로도 분배되어 있다.

5925~6425 MHz는 고정, 이동 및 고정위성(상향)으로 분배되어 있으며 위성업무로 인해 3400~3600 MHz 사용이 어려운 러시아가 제안한 대역이다.

5350~5470 MHz, 5725~5850 MHz는 미국과 캐나다에서 무선랜 대역으로 제안하였고 5350~5470 MHz는 지구탐사위성을 비롯하여 무선탐지(레이더), 우주연구, 항행/항공항행업무로 분배되어 있고, 5725~5850 MHz는 전세계적으로 무선탐지(레이더)가 1순위 분배, 아마추어가 2순위로도 분배되어 있고 제1지역에서는 고정위성(상향)이 공동 1순위로 분배되어 있다. 또한 이 대역의 5725~5875 MHz는 ISM(산업, 과학 및 의료용) 비허가 대역으로 지정되어 있다.

2. IMT와 기존 업무 간 공유연구

공유연구는 최악의 환경을 가정한 MCL방법의 결정론적 분석 방법과 실 환경을 모사하여 Monte-Carlo라 불리는 확률론적 방법론을 적용하여 수행한 간섭분석 결과들이 JTG 4-5-6-7에 제출되었다. 특히 IMT 단말기의 전력제어 및 불특정 분포를 고려할 때 IMT 단말기와 다른 업무 간의 간섭분석은 대부분 확률론적 방법에 근거하여 수행하였다. 그러나 일부 분석 결과는 모든 IMT 단말기가 최대 출력을 사용하는 것으로 과장되게 가정하거나 WP 5D가 제공한 IMT파라미터를 사용하지 않고 결과를 도출하여 논란이 되었다. 따라서 간섭분석 시나리오와 파라미터에 따라 간섭분석 결과가 달라질 뿐 아니라 결과의 해석에 있어서도 공유 가능 또는 불가능이라는 판단이 주관적이라는 지적이 제기되었다. 예를 들어 필요한 이격거리가 크게 도출된 경우에 영토가 넓은 국가의 경우에는 수용이 가능하지만, 우리나라와 같이 영토가 좁은 나라에서는 어렵다. 또한 국가 별로 해당 업무의 무선국이 없는 경우도 있어서 분석결과만을 보고 단정적으로 양립 가능성을 판단할 수는 없기 때문에 주관적인 표현을 배제하고 객관적으로 기술하기로 하였다. 따라서 공유연구 결과 보고서를 읽을 때 분석 시나리오와 사용한 파라미터에 유의할 필요가 있다.

470~694/698 MHz 경우에 방송업무와 IMT간 공유연구는 파라미터와 시나리오에 따라 결과에 많은 차이를 보이고 있으나 인접 국가 간에 동일대역을 각각 방송과 IMT로 운용하는 경우에는 공유하기가 매우 어렵다는 결과를 보였다. 방송 인접채널에서 IMT를 운용하는 경우에는 DTV 수상기와 IMT 단말기가 간섭신호를 막거나 불필요한 전파를 내보내지 않도록 하는 것이 간섭을 줄일 수 있다. 608~614 MHz의 전파천문과 IMT는 동일대역 공유는 어려우나 인접대역에서 IMT 시스템 불요발사 규격을 강화하고 적절한 거리를 이격하면 양립이 가능하다. 고정업무와는 적절하게 주파수 대역폭 또는 거리를 이격하면 공유가 가능하다.

후보대역 1300~1527 MHz 대역에서 고정업무와 공유연구한 결과는 적절하게 주파수 대역폭이나 거리를 이격하면 양립이 가능하고 1300~1400 MHz 대역 레이더와는 인접대역에서 간섭완화기술을 적용하면 양립이 가능하다는 결과와 불가능하다는 결과가 공존하고 있다. 1400~1427 MHz 대역의 지구탐사위성 및 전파천문을 보호하기 위해서는 인접대역에서 운용될 IMT 불요발사를 강화할 필요가 있으므로 그 기준을 도출하였다. 한편 1452~1492 MHz 대역에서 방송/방송위성과 IMT는 인접지역에서 운용할 경우에는 동일대역 공유가 가능하다. 다만 방송위성은 인접국의 지상 무선국과 조정하여 사용하도록 규정하고 있는데 IMT망이 구축되는데 시간이 걸릴 뿐 아니라 방송위성의 조정 의무에 따른 불편을 해소하기 위해 각각 강제 출력값을 명시하여 향후 두 업무 간 간섭조정 부담을 줄이고 장기적인 상호운용을 보장할 수 있는 방안이 제시되었다.

후보대역 1429~1535 MHz에서는 항공이동 원격측정 시스템과 동일대역인 경우에 적절한 이격 거리를 두고 간섭완화기술을 적용하면 지상 수신기와 공유가 가능하다는 결과가 도출되었다.

후보대역 1695~1710 MHz 대역에서 기상위성과 IMT 기지국은 공유가 불가능하나 IMT 단말과는 적절하게 거리를 이격하면 공유가 가능하다는 결과와 불가능하다는 상반된 연구결과가 제시되었다.

후보대역 2025~2110 MHz/2200~2290 MHz 대역은 우주연구, 우주운용 및 지구탐사위성으로 분배되어 있는데 전파규칙 주석에 따르면 고밀도이동시스템 도입이 금지된 대역이며 특히 지구탐사위성 등 과학업무로 사용 중이다. 기존에 수행했던 공유연구 보고서 결과를 재확인하고 새로 공유연구를 수행하지는 않았다.

후보대역 2700~2900 MHz는 레이더와 공유가 불가능하다는 결과가 나왔으나 일부 연구결과는 주파수 보호대역 및 적절한 거리를 이격하고 간섭완화기술을 적용하면 공유가 가능하므로 분산되어 운용 중인 레이더 주파수를 재배치하여 효율적으로 주파수 대역을 나누어 사용하자는 의견도 제안되었다.

후보대역 3300~3400 MHz 대역은 레이더와 공유가 불가능하다는 결과가 도출되었다. 다른 한편에서는 실내에서 IMT 출력을 제한하면 공유 가능하다는 연구결과가 제시되었으나 미흡하다는 지적에 따라 이 연구결과는 합의되지 않았다.

후보대역 3400~4200 MHz 및 4400~4900 MHz 대역에서 고정업무와는 적절한 주파수 보호대역을 두고 거리를 이격하면 양립이 가능하다. 그러나 고정위성 업무의 하향링크와는 동일대역인 경우에 개인용 비허가 위성 수신기와 같이 위치를 모른다면 공유가 불가능하나 고정위성 지구국의 위치를 안다면 적절한 거리이격에 따라 IMT와 공유할 수 있다.

후보대역 4800~5000 MHz도 4400~4990 MHz 대역 내에서 운용중인 항공이동업무와 동일대역 공유는 이격거리가 커서 실질적으로 어려우나 인접대역의 경우에 간섭완화기술을 적용하면 지상국과 공유가 가능하다. 4800~5000 MHz 대역의 전파전문과는 동일대역 공유는 매우 어려우나 인접대역에서 적절한 거리를 이격하면 양립이 가능하다.

무선랜 후보대역 5725~5850 MHz에 대해서는 간섭분석에 사용할 무선랜 파라미터가 합의되지 않아서 공유연구에 착수하지 못했다. 또 다른 무선랜 후보대역 5350~5470 MHz는 간섭완화기술을 적용하면 지구탐사 위성 및 레이더 등 기존업무와 양립이 가능하다는 결과가 나왔으나 간섭완화기술의 실효성에 의문을 표시하며 양립이 어렵다는 주장이 강하게 제기됨에 따라 연구결과를 합의하지 못하였다. 아울러 이 대역을 이동업무로 분배하지는 옵션조차 만들어지지 않아서 WRC-15에서 5 GHz 대역 무선랜 주파수는 논의되지 않을 전망이다.

후보대역 5925~6425 MHz는 고정 및 고정위성 업무 상향링크와 소출력으로 실내에서 사용하면 동일채널에서 공유 가능하다는 결과가 나왔다.

IMT와 기존 업무간 공유 연구결과 문서 중 합의된 결과는 ITU-R 보고서로 승인하도록 해당 연구반(SG)에 보내기로 하고 합의되지 않은 문서는 JTG 4-5-6-7의장 보고서에 첨부하였다.

Ⅵ. 5G 주파수 요구사항

1. 5G 핵심 성능

ITU-R WP 5D는 IMT에 대한 이슈만을 전담하여 다루는 그룹으로서 IMT의 기술표준, 주파수 이용방안 및 차세대 비전 등을 제시하고 있고 현재 2020년 및 그 이후의 IMT 시스템(일명 5G)에 대한 비전 권고를 2015년 6월까지 완료로 목표로 개발 중이다. 아직 5G 비전에 대해 확정된 바는 없

나 5G는 완전 새로운 기술뿐 아니라 현재 4G의 진화기술을 포함하는 방향이 논의 중이다.

2014년 10월 현재까지 5G의 핵심성능은 8개로 합의되었고 최대 전송률, 체감 전송률, 주파수 효율, 전송 지연, 이동성, 최대 연결 수, 에너지 효율성 및 면적 당 용량이 이에 해당된다. 이 중 주파수 관련 사항으로서 현재 제안되고 있는 최대 전송률 10~50 Gbps, 체감 전송률 1 Gbps를 만족하기 위해서는 초광대역폭이 필요하고 또한 스몰셀 및 진화된 빔포밍 기술을 효율적으로 구현하기 위해서도 높은 주파수 이용이 필수적이다.

IMT 사용 주파수는 4G/5G로 구분하지 않기로 하였고, 5G로 사용할 주파수는 5G 핵심성능인 초광대역폭(최대 1 GHz 폭)을 확보할 수 있는 6 GHz 이상 고주파수가 활용될 것으로 예상된다. 높은 주파수는 스몰셀에서 대용량 데이터 제공이 가능하므로 핫스팟 등 고밀집 지역에서 다수의 동시 접속으로 인해 발생하는 트래픽 체증을 극복하기 위한 용도로 이용될 것이다. WP 5D에 따르면 전파특성에 따라 커버리지, 용량, 서비스 품질보장 등의 용도에 따라 적절한 IMT 주파수 대역을 달리 사용해야 하므로 하나의 주파수로 IMT를 서비스하는 것보다 서비스 요구사항에 맞추어 다양한 주파수로 커버하는 것이 경제적인 측면이나 주파수 효율성에서 우수하다.

2. 6GHz 이상 주파수 특성

WP 5D는 6 GHz 이상 주파수 대역의 가장 큰 약점인 전파손실을 극복하기 위해 전파손실이 상대적으로 적은 스몰셀에서 6 GHz 이상 대역을 IMT로 이용하도록 기술 보고서를 작성하고 있으며 2015년 6월 완료 예정이다.

당초 6 GHz 이상 IMT 기술 보고서는 우리나라가 6 GHz 이상 주파수 대역을 WRC-15를 위한 IMT 후보대역으로 제안한 데서 비롯되었다. 2013년 7월에 열린 WP 5D 회의에서 우리나라는 6 GHz 이상 대역의 기술적 타당성을 입증하기 위해 실험결과 및 전파특성 측정 결과를 제출하였다. 이 결과는 미래 5G 기술을 예측할 수 있는 근간 문서인 ‘미래 IMT 기술동향 보고서’에 포함되어 논의되고 있었음에도 불구하고 대다수 국가가 높은 주파수 논의가 시기적으로 이르다는 반대의견을 제기하였다. 대부분의 국가들이 WRC-15에서 6 GHz 이상 대역을 논의하는 것에 지속적으로 우려를 표명함에 따라 WRC-15에서 논의할 IMT 주파수 범위를 6425 MHz 이하로 제한하는 것에 합의하는 대신 6 GHz 이상 대역은 차기 WRC의제로 추진하는 것에 협조하

기로 하였다. 이에 따라 6 GHz 이상 대역의 기술에 대한 내용은 기존 ‘미래 IMT 기술동향 보고서’에서 분리하여 새로운 ‘6 GHz 이상 IMT 기술 보고서’를 통해 개발하기로 하였다.

높은 주파수 활용에 적극적인 우리나라와 제조업체들과는 달리 다른 나라들, 특히 이동통신 사업자들은 소극적이거나 반대를 표명하여 초기에는 보고서 개발이 순조롭지 않았다. 하지만 회의를 거듭하면서 높은 주파수에 대한 시각이 점차 호의적으로 변화였고, 나아가 2014년 2월에 WP 5D가 주최한 워크숍에서는 5G관련한 많은 국제/지역의 단체/산업체들이 발표한 자료를 통해 고주파수에 대한 높은 관심도를 확인할 수 있었다. 뒤이은 WP 5D회의들에서 많은 산업계 및 국제/지역의 5G 연구 단체들로부터 채널 측정 및 시뮬레이션 결과를 비롯하여 고주파수의 전파특성에 대한 많은 결과가 제출되었다. 현재 본 보고서의 내용으로는 경로손실, 대기손실 등 전파전달 특성, 커버리지, 이동성 및 대역폭과 같은 주파수 대역 특성, 안테나, 반도체 등과 같은 가능한 기술, 사용 사례(use case), 망 시나리오 등의 운용측면, 시뮬레이션 결과 및 성능 테스트를 포함하고 있다. 대역별로 전파특성을 기술하는 방안도 논의 중이며, 전파특성 실험을 수행한 대역은 주로 28 GHz, 38 GHz, 60 GHz, 72 GHz이다.

Ⅶ. 향후 추진 계획

6 GHz 이하 대역의 WRC-15 후보대역과 관련하여 JTG 4-5-6-7에서 수행된 공유연구 보고서들은 해당 업무의 연구반(SG)으로 보내져 ITU-R 보고서로 승인될 예정이다. 미래부는 6 GHz 이상에서 500 MHz 대역폭 이상을 IMT 주파수로 발굴하는 내용을 포함하여 모바일 광개도 플랜 2.0을 2013년 12월에 발표하였고, 우리나라가 선도적으로 6 GHz 이상 대역의 IMT 주파수를 차기 WRC 의제로 추진 중이다. 이에 기반하여 우리나라는 이를 아태지역의 공동의견안으로 만들기 위하여 2014년 6월에 열린 아태지역의 WRC 준비기구(APG) 제3차 회의에 차기 WRC 의제 제안서를 제출하였다.

WP 5D에서 5G비전이 수립되면 5G핵심성능에 따라 주파수 요구사항이 결정될 것이다. 현재 6 GHz 이상 높은 주파수를 활용하는 IMT 기술이 5G의 유망 기술 중 하나가 될 것으로 전망되며 6 GHz 이상에서 IMT 주파수를 지정 받기 위해서는 WRC를 통해 전파규칙의 주파수 분배표가 개정되어야 한다. 유럽에서도 이미 차기 의제로 제안되었고 미국

도 고주파수의 이동통신 이용을 위한 규칙제정의 첫 단계로 2014년 10월 17일에 고주파 대역에서 이동통신 할당 필요성 및 가능 대역을 묻는 질의서를 발행하는 등의 공식 절차를 착수하였다. APG 회의는 WRC-15 전까지 두 번의 회의가 더 열릴 예정인데 APG내에서 차기 WRC 의제 제안에 대한 합의를 도출하기 위해서는 한·중·일 및 호주, 뉴질랜드 등 높은 주파수 이용에 관심을 가지는 국가들과의 공동기고 추진 등 아태지역 국가들간의 협력이 필요한 것은 물론이고 나아가 유럽 CEPT 등과의 긴밀한 공조가 필요할 것이다

WRC-15회의에서 WRC-19 의제로 채택되면 본격적으로 후보대역 발굴이 수행해야 하는데 기존에 운용중인 업무와의 공유연구는 필수적이다. 공유연구를 위해서는 전파모델이 필요하나 현재 고주파대역에서의 전파모델이 정의되어 있지 않기 때문에 ITU-R 내 전파모델을 연구하는 그룹인 SG3에서 논의 중이다. 그러나 전파모델은 단 시간에 완성되기 어렵기 때문에 WRC-19 의제로 채택되기 전이라도 전파모델 연구에 집중할 필요가 있다.

Ⅷ. 결론

무선통신이 사람과 사람을 넘어 사람과 기기, 기기와 기기 간 통신으로 확대될 전망에 따라 누구나 어디서든 휴대하고 있는 IMT 단말기는 향후 무선 환경의 중심이 될 전망이며 이에 따라 무선 트래픽 증가는 계속될 것으로 예측된다. 이를 해소하기 위해 IMT 추가 주파수 확보는 필수적이며, 후보대역에서 기존에 사용 중인 업무와의 공유를 고려하여 효율적인 주파수 이용방안 마련이 요구된다. 특히 도심 밀집 지역에서는 다수의 IMT 사용자가 동시 접속함으로써 극심한 트래픽 체증을 발생시키기 때문에, 전국 망 커버리지를 위한 낮은 주파수의 확보 못지 않게 소규모셀을 대용량으로 서비스할 수 있는 높은 주파수의 당위성이 제기되고 있다.

따라서 차세대 IMT 주파수는 6 GHz 이하뿐 아니라 6 GHz 이상 대역도 신규 확보가 필요하다는 것에 대해 전 세계적인 공감대가 형성되고 있으며 WRC-15 논의와 함께 각 지역에서 6 GHz 이상 IMT 주파수를 위한 WRC-19 의제로 추진 중이다.

참고 문헌

- [1] 미래창조과학부, “모바일 광개토 플랜 1.0”, 2012.1월
- [2] 미래창조과학부, “모바일 광개토 플랜 2.0”, 2013.12월
- [3] 김경미, “5G 주파수 논의 동향” TTA 저널 Special Report, 2014년 3월
- [4] ITU-R, 보고서 M.2078 “Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced” , 2006년, p.26
- [5] ITU-R, 보고서 M.2290 “Future spectrum requirements estimate for terrestrial IMT”, 2013년, p.14
- [6] ITU-R JTG 4-5-6-7, 의장 보고서 (Document JTG 4-5-6-7/715)
- [7] ITU-R WP 5D, “Working document towards a preliminary draft new recommendation ITU-T M,[IMT,VISION]-IMT Vision-Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond” (Document 5D/TEMP/512R1), p.20-21, p.26
- [8] ITU-R WP 5D, “Working document towards a preliminary draft new report ITU-R [IMT,ABOVE 6GHZ]-The technical feasibility of IMT in the bands above 6 GHz”(Document 5D/TEMP/499R1)

약 력



김 경 미

1981년 연세대학교 이학사
1993년 연세대학교 이학석사
1994년 연세대학교 이학박사
1998년~현재 국립전파연구원 공업연구관
관심분야: 이동통신, 주파수 자원개발, ITU-R