

5G 주파수 논의 동향



김경미 국립전파연구원 공업연구원

1. 머리말

ITU-R에 따르면 전 세계 인구의 76% 이상이 이동통신망에 가입되어 있으며(2011년 2월 현재), 중·저소득 국가의 경우에는 광대역 보급률이 10% 증가하면 경제성장률이 1.38% 가속된다는 보고가 있다.¹⁾ 이동통신은 기술과 산업을 발전시키고 시장을 창출함으로써 경제 성장의 원동력이 될 뿐 아니라 최근 주파수 가치에 따른 이동통신 주파수 경매는 중요한 국가 재원으로 인식되고 있다. 주파수 가치를 산정하는 것은 그 주파수를 활용하여 사업자들이 얼마나 수익을 낼 수 있느냐에 달려 있으며, 사업자의 수익구조는 저렴한 장비로 질 좋은 서비스를 할 수 있느냐와 관련이 있을 것이다. 따라서, 국제 통용된 장비를 통한 규모의 경제를 구현하기 위해서는 국제 공통 주파수의 중요성이 날로 커지고 있다.

이에 따라 이동통신의 국제 주파수 분배 이슈는 세계전파통신총회의 주요 의제로 부상하고 있다.

2. 이동통신 주파수의 국제 분배

2.1 세계전파통신회의 및 전파규칙

전파의 이용질서와 효율적인 사용을 위해 주파수는 국제적/지역적으로 분배하여 사용하며, 주파수 분배표는 ITU-R의 전파규칙 제5조에 수록되어 있다. 통상 주파수 분배는 이동, 방송, 위성과 같이 업무별로 구분되어 있으나 해상통신과 같은 국제적인 인지가 필요하거나 이동통신과 같이 국제적인 로밍을 위해 국제 공통 주파수가 필요한 경우에는 국제적으로 용도를 전파규칙 내에 지정하기도 한다. 주파수 이용 변경은 전파규칙의 주파수 분배표 개정을 통해 이루어지며 이는 3~4년마다 열리는 세계

1) World Bank, 2010, "Building Broadband"

전파통신회의(WRC : World Radiocommunication Conference)를 통해 개정된다.

이동통신의 국제공통 주파수라는 개념은 1992년 WARC-92에서 1885~2025MHz/2110~2200MHz에서 처음 230MHz 대역폭을 IMT에 국제분배한 것으로 부터 시작된다고 볼 수 있다. 이후 WRC-2000에서 806~960MHz, 1710~1885MHz 및 2500~2600MHz 대역에서 519MHz 대역폭을 국제분배하였으며 WRC-07에서는 450~470MHz, 698~806MHz(제2, 3지역), 790~862MHz(제1지역), 2300~2400MHz, 3400~3600MHz의 428MHz(제2, 3지역)/392MHz(제2, 3지역) 대역폭이 분배되었다. 국제분배 상의 IMT 용도지정은 독점적인 사용을 의미하는 것은 아니지만 국제적으로 인지도된 이동통신 주파수로서의 의미를 가진다.

2.2 이동통신 주파수 관련 WRC-15 의제

ITU는 WRC-07에 대비하기 위해 IMT 추가 주파수 소요 예측 연구를 하였는데 2020년에 최소 1280MHz 대역폭이 필요하다는 결과를 보였다 (ITU-R 보고서 M.2078). 그러나 스마트폰의 출현으로 당초 예측한 것보다 빠르게 모바일 트래픽이 증가함에 따라 ITU는 이동통신 주파수 부족을 인지하고 추가 주파수 확보의 필요성을 제기하였다. 과거의 경험을 볼 때 WRC에서 이동통신 주파수로 지정된다 하더라도 기존에 사용하고 있는 업무 또는 용도들의 회수·재배치를 거쳐 이동통신으로 사용하기까지 10년 이상 오랜 기간이 걸리기 때문에 조기에 국제적인 주파수로 확보하는 것이 선결적인 요소이다. 이에 따라 2012년 ITU-R은 IMT 및 무선랜 추가 주파수 확보 의제(1.1)를 채택하여 WRC-15에서 결정하기로 하고 JTG 4-5-6-7(이하 JTG)을 임시로 구성하였다. JTG는 IMT 관련 WRC-15 이슈를 논

의하기 위해 SG 4(위성), SG 5(지상 통신), SG 6(방송), SG 7(과학)으로 구성된 합동그룹으로서 의제 1.1 뿐 아니라 제1지역의 700MHz 대역 IMT 이슈(의제 1.2)를 함께 다룬다. IMT 추가 주파수 발굴을 위해서 주파수 소요량, 후보대역(적정대역), 공유연구가 필요한데 이 중 주파수 소요량, 적정대역(suitable frequency range)은 WP 5D(IMT) 및 WP 5A(무선랜)에서 도출하여 그 결과를 JTG에 제출하도록 하였다. JTG는 다른 업무와 이동통신과의 공유연구를 수행하고 WRC-15에서 논의할 후보대역(candidate band) 및 의제 해결방안을 수록한 WRC-15 준비회의(CPM) 보고서안을 작성하도록 하였으며, 이 보고서안은 2014년 7월 JTG 회의에서 완료할 예정이다.

3. 5G 주파수 논의 동향

3.1 5G 주파수의 범위

ITU-R WP 5D는 IMT만 전담하여 다루는 그룹으로서 IMT의 기술표준, 주파수 이용방안 및 차세대 비전 등을 제시하고 있는데 현재 2020년 및 그 이후의 IMT 시스템(일명 5G)에 대한 비전 권고를 개발 중이다. 아직 5G 비전에 대해 확정된 바는 없으나 5G는 4G의 성능개선과 새로운 무선접속을 포함하는 것으로 논의 중이다. 때문에 5G 시스템이 사용할 주파수는 WRC-15에서 논의 중인 후보대역 및 향후 높은 주파수 이용 가능성을 모두 포함한다고 해석될 수 있다. WP 5D에서 개발 중인 비전 권고는 미래 IMT 시스템이 가져야 할 핵심성능을 제시하고 있는데 스몰셀과 다중 MIMO, 연접한 광대역 폭 요구사항 등을 고려할 때 미래 IMT 주파수 시스템에서 높은 주파수의 이용도 필요함을 제기하고 있다.

3.2 IMT 후보대역 논의 동향

WRC-15를 대비한 IMT 추가 주파수 소요량을 계산하기 위해 WP 5D는 기존의 소요량 산출 방법(권고 M.1768)을 사용하여 2020년까지 총 1340MHz~1960MHz의 대역폭이 필요하다는 결과를 도출하였다. 또한, IMT 추가 주파수로서 적절한 주파수 대역은 410~430MHz 및 470~6425MHz로 선정하고 이들 결과를 JTG에 제출하였다. 한편 무선랜의 경우에는 WP 5A가 2018년까지 최소 880MHz 대역폭이 필요하다는 소요량과 5350~5470MHz 및 5725~5850MHz의 적정 대역을 JTG에 제출하였는데, 제안된 대역은 현재 사용 중인 5GHz 대역의 무선랜과 연이어 사용할 수 있다는 장점이 있다. JTG는 WP 5D와 WP 5A가 제출한 적정대역 범위 내에서 세부적으로 제안된 후보대역에서 공유연구를 수행하고 있는데 관련 업무에 따라 나누어진 방송, 지상, 위성, 과학업무의 4개 작업반에서 논의 중이며 공유결과는 ITU-R 보고서로 개발할 예정이다.

현재 JTG에서 공유연구 중인 잠정적인 후보대역은 470~694/698MHz, 1300~1527MHz, 1695~1710MHz, 2025~2110MHz/2200~2290MHz, 2700~2900MHz, 3300~3400MHz, 3400~3600MHz, 3600~4200MHz, 4400~4900MHz, 4800~5000MHz, 5350~5470MHz(무선랜), 5725~5850MHz(무선랜), 5925~6425MHz이다. 공유연구를 통해 양립 가능하다고 판단되는 대역에 한하여 후보대역으로 불러야 한다는 주장도 있었으나, 실질적인 결정은 WRC-15에서 이루어지는 것이므로 각국의 의견수립에 도움을 주기 위해 현재 공유연구를 수행 중인 대역을 잠정적인 후보대역으로 포함하기로 하였다. 그러나 여전히 각국 또는 기관에서 제안한 후보대역별로 찬반 입장이 갈려 논의 진행이 어려워 Ad-Hoc 그룹에서 후보대역 별로 찬반 입장을 기술하고 대역별

연관된 ITU-R 문서 목록을 정리하는 작업문서를 개발 중이다.

3.2.1 1GHz 이하 후보대역 논의 동향

후보대역 470~694/698MHz는 미국이 후보대역으로 제안하였고 방송 및 고정업무와 공유연구를 수행 중이다. 특히 이 대역은 의제 1.2에서 다루고 있는 제1지역 694~790MHz 대역의 공유연구와 유사성이 제기됨에 따라 두 의제 간 공유연구에 사용할 공통 파라미터를 확인하였다. 한편 규제적인 측면에서 제1지역 국가들은 방송과 관련된 간섭조정에 GE06 협정을 따라야 하는 반면에 제2, 3지역 국가들은 간섭발생 시 양자 또는 다자간 협상을 통해 조정하기 때문에 적용절차 등이 다르다. 따라서 기술적인 연구는 함께 논의하되 규제는 GE06 국가들과 non-GE06 국가들로 구분하여 작성하기로 하였다. 현재까지 진행된 연구 결과에 따르면 고정업무와 IMT는 적절한 이격 거리를 두고 양립이 가능하다. 방송업무와 IMT 간 공유연구는 인접국간 동일채널의 경우, 방송업무와 IMT 간 인접채널 경우로 구분하여 논의 중인데 분석 시나리오에 따라 결과에 많은 차이를 보이고 있다. 608~614MHz의 전파 천문과는 동일 대역 공유가 매우 어려우나 인접 대역에서 IMT 시스템 불요 발사 규격 강화 및 적절한 거리 이격으로 양립이 가능하다. 고정업무와는 적절한 주파수 또는 거리 이격으로 공유가 가능하다.

3.2.2 1~3GHz 후보대역 논의 동향

후보대역 1300~1527MHz 대역에서 고정업무와 공유연구 결과는 적절한 주파수 이격이나 거리 이격을 두고 양립이 가능하고 1300~1400MHz 대역 레이더와는 인접대역에서 간섭완화기술을 적용하면 양립이 가능하다는 결과와 불가능하다는 결과가 공존

하고 있다. 1400~1427MHz 대역의 지구탐사위성 및 전파 천문을 보호하기 위한 인접대역 IMT 불요발사 기준을 만들고 있다. 한편 1452~1492MHz 대역에서 방송 및 방송위성과는 인접지역에서 동일대역 공유가 가능한데 IMT와 방송위성에 대한 강제 출력 값을 통해 향후 두 업무 간 간섭조정 부담을 줄이고 장기적인 상호운용을 보장하는 방안을 논의 중이다. 1429~1535MHz의 항공이동 원격측정 시스템과 동일채널인 경우에 간섭완화기술을 적용하고 적절한 이격 거리를 두면 지상 수신기와 공유가 가능하다는 결과를 보이고 있다.

후보대역 1695~1710MHz 대역에서는 기상위성과 IMT 기지국은 공유가 불가능하나 IMT 단말과는 적정 거리 이격으로 공유가 가능하다는 연구결과와 불가능하다는 상반된 연구결과가 제시되었다.

후보대역 2025~2110MHz/2200~2290MHz 대역은 우주 연구, 우주 운용 및 지구 탐사 위성과의 공유연구가 필요하나 전파규칙 주석에 따라 고밀도 이동시스템 도입이 금지된 대역이라는 주장이 강력히 제기되어 연구가 수행되지 않았다.

후보대역 2700~2900MHz는 레이더와 공유불가능하다는 결과가 나왔으나 일부 연구결과는 간섭완화기술을 적용하면 주파수 이격과 거리 이격으로 공유 가능하므로 레이더 주파수의 재배치를 통해 효율적으로 사용하자는 결과도 도출되었다.

3.2.3 3~5GHz 후보대역 논의 동향

후보대역 3300~3400MHz 대역은 레이더와 공유 불가능하다는 결과가 도출된 반면에 실내에서 IMT 출력을 제한하면 가능하다는 연구 결과가 제시되었다.

후보대역 3400~4200MHz 대역 및 후보대역 4400~4900MHz 대역에서 고정업무와는 적절한 주파수 이격과 거리이격을 두고 양립이 가능하고, 고

정위성 하향링크와는 동일대역인 경우에 공유가 불가능하다는 결과와 IMT를 실내 스몰셀로 사용하면 거리 이격을 두고 가능하다는 결과가 공존하고 있다.

후보대역 4800~5000MHz도 4400~4990MHz 대역 내에서 운용 중인 항공 이동 업무와 동일채널 공유는 비현실적이나 인접채널의 경우에 간섭완화기술을 통해 지상국과 공유가 가능하다. 4800~5000MHz 대역의 전파 천문과는 동일대역 공유는 매우 어려우나 인접 대역에서 적절한 거리 이격으로 양립이 가능하다.

3.2.4 5~6GHz 후보대역 논의 동향

무선랜 후보대역 5350~5470MHz는 간섭완화기술을 적용하면 레이더와 양립 가능하다는 결과가 나왔으나 간섭완화기술의 실효성에 대해 의문을 표시하여 양립이 어렵다는 주장이 맞서고 있고, 지구 탐사 위성과는 간섭완화 기술을 적용하여 공유 가능성을 검토 중이다. 또 다른 무선랜 후보대역 5725~5850MHz에 대해서는 간섭분석에 사용할 무선랜 파라미터가 아직 합의되지 않았다.

후보대역 5925~6425MHz는 5850~6425MHz 대역 고정위성 상향링크와 IMT 간 동일채널 공유가 어려우나 소출력으로 실내에서 사용하면 공유 가능하다는 결과가 나왔다.

4. 6GHz 이상 대역의 IMT 이용

4.1 6GHz 이상 대역의 검토 필요성

향후 5G 이동통신은 사람 간 통신을 넘어 사물통신으로 확산할 것으로 예측됨에 따라 휴대가 용이한 IMT 단말을 통한 모바일 데이터 수요는 더욱 심화될 전망이다. 현재 주파수 효율증가 기술은 이미 한계점에 접근함에 따라 데이터 용량 증대를 위해서

는 적극적인 추가 주파수 확보가 필요하다. 6GHz 이하 대역은 넓은 커버리지 등 전파특성이 좋으나 기존 사용 업무들로 인해 추가 주파수 발굴에 한계가 있다. 하지만 최근 이동통신 기술 발전에 따라 밀리미터/서브-밀리미터 파 등 높은 주파수 대역에서 이동통신 활용 가능성이 제기되고 있다. 한편 높은 주파수 대역은 연접한 광대역 폭 확보가 가능하고 다중 빔포밍을 위해서는 높은 주파수의 직진성 측면에서 유리하다. 또한 높은 주파수의 감쇠 특성을 우려하는 반면에 스펙트럼 내에서는 감쇠가 그다지 심하지 않고 빔포밍을 적용한 안테나 이득을 고려할 수 있다는 반론도 제기되고 있다. 현재 산업계에서는 6GHz 이상 대역을 이동 통신으로 활용하는 방안을 개발 중이므로 이를 위한 주파수 확보 논의가 필요할 것이다.

4.2 우리나라의 6GHz 이상 대역 추진 현황

우리나라는 WRC-15 의제 1.1에 대응하기 위해 2011년 12월 IMT 후보대역 실무평가반을 구성하고 선행연구를 통해 우리나라가 선호하는 IMT 후보대역을 도출하였으며 이를 2012년 7월 WP 5D 회의에 기고하였다. 우리나라가 제안한 주파수는 1452~1492MHz, 3600~3800MHz, 3800~4200MHz, 4400~5000MHz이고, 아울러 6GHz 이상 높은 주파수 대역에서의 IMT 사용 가능성을 제기하였다. 우리나라가 제안한 IMT 후보대역은 다른 나라 제안과 유사하여 어려움이 없이 진행된 반면 6GHz 이상 대역도 검토하자는 제안에 대해서는 WP 5D 내에서 반대 의견이 제기되었다. 이후 우리나라는 현재 분배된 업무 현황을 토대로 6GHz 이상 IMT 후

보대역을 구체화하기 위한 작업을 수행하였다. 검토원칙은 전파규칙 부록 30A 및 30B의 계획된 위성 대역과 수동업무 대역은 배제하고 지역적/국제적으로 이동업무로 1순위 분배되어 있거나, 위성 상향링크로 분배된 대역 중에서도 연접하여 최소 500MHz 대역폭이 확보되는 대역으로서 13.4~14GHz, 18.1~18.6GHz, 27~29.5GHz, 38~39.5GHz 대역을 2013년 2월 WP 5D 회의에 6GHz 이상 IMT 적정 대역으로 제안하였다. WP 5D 내에서 향후 6GHz 이상 주파수 활용 가능성에 대해서는 공감하나 WRC-15에서 다루기에는 시기상조라는 반대에 부딪힘에 따라 WRC-15 의제로 논의하지 않기로 하였다. 그러나 현재 기술개발 추진동향을 고려할 때 차기 WRC 의제로 추진하기로 의견이 모였으며 이에 따라 WP 5D는 6GHz 이상에서 IMT로 사용하기 위한 기술 보고서를 작성 중이다.

4.3 WRC-18 의제 추진

2020년 이후 미래 IMT 시스템에서 높은 주파수 활용 가능성이 ITU-R내 비전 문서에서 논의되고 있으므로 6GHz 이상 대역에서 IMT 추가 주파수를 확보하기 위해서는 WRC-18 의제 추진 전략이 필요하다. 이에 따라 국립전파연구원은 6GHz 이상 IMT 후보대역을 WRC-18 의제로 추진하기 위한 기술적인 선행연구를 추진할 예정이다. 통상적으로 차기 WRC 의제는 지역적 논의(제3지역은 APG²⁾)를 통해 공동 의견으로 제안되는데, 우리나라는 올해 6월에 열릴 APG 회의에 6GHz 이상 IMT 주파수 이슈를 WRC-18 의제로 제안하는 것을 검토 중이다. WRC 의제로서 6GHz 이상 대역을 논의할 때 주파수 범위가 너


2) APG: APT Conference Preparatory Group for WRC

무 넓은 것을 고려하면 IMT 주파수로서 검토해야 할 대역의 상한 주파수를 설정하는 것이 우선 필요할 것이다. 아울러 우리나라 이용현황 및 국제 동향을 조사하여 WRC-15에서 차기 의제로 채택되기 이전이라도 국제적으로 가능성이 있는 전략적인 후보 대역을 도출할 계획이다.

5. 맺음말

IMT 추가 주파수로서 제안된 후보대역 중에서 아직까지 전 세계적으로 지지를 받고 있는 대역은 없으나 미국은 470~698MHz, 1695~1710MHz, 5GHz(무선랜) 대역을 지지하고 유럽은 1452~1492MHz, 3400~3800MHz를 지지하는 입장이다. 아태지역은 아직 공통적인 후보대역을 논의하지 못했고 특히 동남아시아 국가들은 DTH 방송위성용으로 3~4GHz 대역을 널리 사용하고 있기 때문에 위성 대역에서 IMT를 도입하는 것에 반대 입장을 표명하고 있다. 우리나라가 선호하는 대역들은 다수의 다른 국가들이 지지하고 있기 때문에 지지국가들과 공

조하여 대응하는 것으로 충분하나 470~698MHz 및 5GHz 무선랜 대역 등 일부 우리나라가 제안하지 않았던 대역이 논의되고 있으므로 이에 대한 우리나라 입장 결정이 필요하다.

높은 주파수 활용은 이미 모바일 광개토 플랜 2.0에 반영되어 있으며 국가 핵심 사업으로 육성하기 위한 5G 이동통신 전략에도 포함되어 있다. 6GHz 이상 IMT 주파수가 국제 공통대역이 되기 위해서는 WRC-18 의제로 채택되어 하는데, 이를 위해 주파수가 더 필요하다는 당위성과 높은 주파수 대역에서도 이동통신이 구현될 수 있다는 기술적인 타당성이 입증되어야 할 것이다. WP 5D는 이미 2020년 이후 주파수 소요량 산출 연구를 착수하였는데 소요량 예측에 필수적인 트래픽 전망과 관련하여 국내 IMT 트래픽 폭증 현황 및 이용형태 등의 정보 제공이 도움될 것이고 아울러 기존 소요량 산출 방법론의 검토도 필요할 것이다. 또한, 현재 작성 중인 6GHz 이상 기술 보고서에 우리나라 기술개발 현황 및 테스트 결과 등을 포함하도록 해야 할 것이다. 

정보통신 용어해설

모바일 상품권 Mobile gift card [관리운용]

상품권을 휴대폰에 저장한 후 매장에서 상품 구매시 제시함으로써 결제하는 방식.

소지가 간편할 뿐만 아니라 지인에게 선물하기도 편리한 장점이 있다. 기존의 지류(종이) 상품권이나 플라스틱 카드 형태의 상품권을 대체해 가고 있으며 머지않아 현재 유통되고 있는 모든 종류의 상품권이 모바일화 될 것으로 전망된다.

