

6G 서비스를 위한 주파수 활용 패러다임 전환에 관한 연구

Study on Paradigm Change of Spectrum Usage for 6G Service

정 우 기

Woo-Ghee CHUNG

요 약

본 논문에서는 최근 이동통신 주파수 활용의 변화와 6G 이동통신 서비스를 위한 주파수를 분석하고 새로운 이동통신 주파수 활용 패러다임을 제시하였다. 2023년 11월 개최된 WRC-23에서 나타난 이동통신 주파수 활용의 의제는 지난 40여년간 유지되어 온 이동통신주파수 활용의 변화를 나타내고 있다. 지난 WRC-19까지 미래 이동통신 서비스 트래픽을 예측하여 IMT 주파수를 추가 분배하여 활용하는 방식에서 6G 이동통신 서비스를 위한 1 Gbps이상의 초고속 영상 서비스와 3차원 공간 서비스를 제공하기 위한 주파수 활용 방식으로 변화하고 있다. 6G 후보 대역인 3.5 GHz, 8 GHz, 28 GHz 대역의 이용 가능한 대역폭을 고려하여 셀 반경을 분석한 결과 3.5 GHz와 비교하여 500 Mbps의 경우 각각 1.3, 1.7배 넓고 1 Gbps의 경우 각각 1.5, 2.5배 넓다. 8 GHz 대역을 무선 공동망 구축할 경우 3.5 GHz 대역과 비교하여 500 Mbps의 경우 2.5배 이상, 1 Gbps의 경우 5.5배로 데이터 전송속도가 높아질수록 넓어진다. 따라서 다양한 이동통신서비스와 매칭한 주파수 대역 활용과 초고속 데이터 서비스를 위해 주파수를 공유하여 무선망을 공동구축하는 주파수 활용 패러다임의 전환으로 6G 이동통신서비스를 효율적으로 제공할 수 있다.

Abstract

We analyzed the recent changes in spectrum usage in mobile services and the spectrum for 6G mobile services, and proposed a new paradigm for using the mobile communication spectrum. The agenda for using mobile services at the WRC-23, held in November 2023, shows a change in the use of the mobile service spectrum that has been maintained over the past 40 years. The method of predicting future mobile service traffic and further allocating the IMT spectrum is changing to provide spectrum for ultrahigh-speed video services of 1 Gbps or more and 3D spatial services for 6G mobile services. The analytical results of the cell radii in the 3.5, 8, and 28 GHz bands in the 6G spectrum band revealed that, compared with 3.5 GHz, it is 1.3 and 1.7 times wider for 500 Mbps and 1.5 and 2.5 times wider for 1 Gbps, respectively. In terms of building a wireless joint network in 8-GHz bands, it is 2.5 times wider for 500 Mbps and 5.5 times for 1 Gbps as the data transmission speed increases. Therefore, 6G mobile services can be efficiently provided by changing the paradigm of spectrum usage for mobile services to the use of spectrum bands matched with various services and the joint construction of wireless networks using spectrum sharing to provide high-speed services.

Key words: 6G Mobile Service Traffic, 6G Cell Environments, 6G Network Deployment, Spectrum Portfolio, Spectrum Sharing, Spectrum Usage Paradigm

청강문화산업대학교 모바일통신전공(School of Mobile Communications, Chungkang College of Cultural Industries)

· Manuscript received September 30, 2024 ; Revised October 27, 2024 ; Accepted November 4, 2024. (ID No. 20240930-103)

· Corresponding Author: Woo-Ghee CHUNG (e-mail: wgchung@ck.ac.kr)

I. 서 론

ITU(international telecommunication union)는 6G 이동통신서비스의 명칭을 지난 2023년 11월 IMT(international mobile telecommunications)-2030으로 확정하고^[1] 6G 서비스 기본 개념을 데이터 전송속도 최대 200 Gbps, 가입자 경험 속도 최대 500 Mbps 등으로 제시하였다^[2]. 2023년 11월 개최된 WRC(World Radiocommunication Conference)-23에서는 이를 지원하기 위한 이동통신주파수 분배에 대한 의제를 설정하였는데^{[3][4]}, 의제들은 지난 40여년간 유지되어 온 이동통신주파수 활용의 변화를 보여주고 있다. IMT 주파수 수요 분석은 WRC-19까지 미래 이동통신 서비스 트래픽을 예측하여 주파수를 추가 분배 후 활용하는 방식으로 이루어졌는데, WRC-23에서 6G 이동통신 서비스를 위한 1 Gbps이상의 고속 영상 서비스와 3차원 공간 서비스를 제공하기 위한 주파수 활용 방식으로 변화하였다. 이와 같은 변화는 이동통신기술의 발전으로 이동통신 트래픽에 의한 주파수 수요가 예측치보다 낮게 나타난 반면 6G 이동통신에서 목표하는 서비스의 데이터 전송속도가 크게 높아지고 위성 및 UAM(urban air mobility)과 같은 3차원 공간 서비스와 융합하는 서비스를 수용할 수 있도록 새로운 주파수 활용 패러다임이 요구되기 때문이다.

본 논문에서는 WRC-23의 이동통신주파수 활용의 변화의 원인을 확인하기 위해 이동통신서비스 변화에 의한 주파수 수요의 변화를 분석한다. 또한 2030년 6G 이동통신서비스를 제공하는데 요구되는 주파수 대역폭과 셀룰러 서비스 환경을 확인하기 위해 6G 후보 주파수 대역인 3.5, 8, 28 GHz 대역의 셀 커버리지를 분석한다. 6G 이동통신서비스는 저속의 IoT 서비스부터 고속의 고품질 영상서비스를 제공하는데 셀 구조에서 서비스 환경의 불일치로 인한 서비스 품질의 불균일성을 최소화하여야 한다. 다양한 6G 이동통신서비스는 6G 주파수 후보 대역 분석과 주파수 특성을 반영한 다중대역 활용과 주파수 공유를 활용하는 새로운 주파수 활용 패러다임 전환으로 6G 이동통신서비스를 효율적으로 제공할 수 있음을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 ITU의 이

동통신주파수의 활용 변화를 살펴보고, III장에서는 이동통신주파수의 수요를 분석하였다. IV장에서는 6G 이동통신서비스 제공을 위한 후보 주파수 대역의 특성을 분석하였다. V장에서는 6G 서비스를 제공하는 이동통신 주파수 활용의 새로운 패러다임을 제시하고, VI장에서는 본 논문의 결론을 기술한다.

II. 이동통신주파수 활용 변화

ITU는 1990년대부터 이동통신 서비스의 트래픽 증가로 WRC-19까지 계속해서 지상용 IMT 주파수를 확대하여 왔다. 하지만 2020년 이후 이동통신기술의 발전으로 주파수 수요가 예측치보다 낮아 저대역 주파수 수요가 줄고, 반면 고품질 동영상을 위한 초고속 데이터 서비스를 위해서는 광대역 주파수가 요구되면서 IMT 주파수 활용의 변화가 나타나고 있다. 위와 같은 변화로 6G 이동통신 서비스를 3차원 공간으로 확대하면서 지상과 공중을 연결하는 서비스의 중요성이 커지면서 6G 이동통신서비스와 연계한 3차원 공간 서비스를 위해 저대역의 지상용 IMT 주파수의 일부를 이동위성 서비스로 활용하는 방안이 나타났다. 한편 WRC-19에서 초고속 데이터 서비스를 위해 분배된 고대역의 광대역 주파수가 서비스 커버리지의 한계로 중대역의 광대역 주파수 활용 가능성에 대해 관심이 높아졌다. 2027년 다루어질 WRC-27의 의제는 상기와 같은 이유로 중대역의 IMT 광대역 주파수 확보와 관련된 의제와 저대역 IMT 주파수의 MSS(mobile satellite service) 주파수 활용을 검토하는 의제가 주요 의제로 선정된 것으로 분석된다. WRC-27의 IMT와 관련된 의제는 IMT 지상용 주파수 의제 1개, 지상용 IMT 주파수가 포함된 위성용 주파수 의제 5건이 논의될 예정으로 의제 내용을 요약하면 표 1과 같다.

III. 이동통신주파수의 수요 분석

지난 2013년 2020년 미래 트래픽 수요 예측에 근거하여 산출한 이동통신용 주파수 수요는 2020년 고밀도 서비스 지역의 경우 1,960 MHz가 필요한 것으로 나타났다^[5]. IMT 주파수는 이를 근거로 WRC-15까지 분배된 6GHz 미만의 IMT용 주파수는 1,258 MHz에 이르렀다. 하지만

표 1. 이동통신 관련 WRC-27 의제

Table 1. WRC-27 Agenda related to mobile communications.

Agenda no.	Spectrum band	Agenda	Issues	Analysis	Research group*
1.1	47.2~50.2/ 50.4~51.4 GHz	Sharing with spectrum for arial/marine earth station	The part of IMT bands	The prediction of IMT spectrum needs in the High band	WP4A
1.6	37.5~42.5/42.5~43.5/ 47.2~50.2/50.4~51.4 GHz	Consideration of fixed satellite network technology/regulation	The part of IMT bands	The prediction of IMT spectrum needs in the High band	WP4A
1.7	4,000~4,800 MHz	Consideration of additional sprctrum allocaton for IMT	Region 1/2 mobile service (primary)	Expansion of IMT spectrum band in the 4 GHz bands	WP5D
	7,125~8,400 MHz	Consideration of additional sprctrum allocaton for IMT	Region 2/3 mobile service (primary)	Maximum spectrum bandwidth in the Mid band	WP5D
	7,125~7,250/ 7,550~8,400 MHz	Consideration of additional sprctrum allocaton for IMT	Region 1 mobile service (primary)	Maximum spectrum bandwidth in the Mid band	WP5D
	14.8~15.35 GHz	Consideration of additional sprctrum allocaton for IMT	Global mobile service (primary)	Supplementation of spectrum needs in the Mid band	WP5D
1.12	1.4~2 GHz	MSS allocation	Allocation and spectrum needs for Low data MSS	Expansion of IMT service coverage to 3D space	WP4C
1.13	694/698 MHz~2.7 GHz	MSS allocation	Allocation and spectrum needs of MSS for satellite access of IMT terminals	Expansion of IMT service coverage to 3D space	WP4C
1.14	2 GHz spectrum for satellite service	MSS allocation	Allocation and spectrum needs for MSS in the 2 GHz terrestrial/satellite IMT bands	Expansion of IMT service coverage to 3D space	WP4C

*Research group of ITU - WP4A: Fixed satellite service, WP5D: IMT service, WP4C: Mobile satellite service.

<Source> ChungKang College of Culture Industries.

세계적으로 가장 활발히 서비스되고 있는 대한민국은 2013년 모바일광개토편 2.0에서 2023년 주파수 소요량을 총 1,580 MHz로 산출하고, 2022년 말 6 GHz 미만에서 1,070 MHz를 분배하였으나, 2024년 8월에 발표한 이동통신주파수 할당은 6 GHz 미만에서 770 MHz(통신사업자용 670 MHz, 특화서비스용 100 MHz)에 불과하다⁶⁾. 이동통신용 주파수의 수요 예측이 크게 달라진 이유로는 첫째 이동통신 주파수 수요에 민감한 셀 구조와 주파수 효율이 크게 개선되었기 때문이다. ITU가 2013년 기지국 셀 반경을 예측할 때 매크로 196 m, 마이크로 164 m, 피코 25 m, 핫스팟 5 m로 파라미터 값을 설정하였는데, 현재 국내에서 기지국 빈도가 가장 높은 강남역 주변지역의 LTE 기지국 현황을 보면 그림 1과 같다. 2023년 4월 5일 기준 반경 500 m 이내 4G 기지국셀 반경이 약 46 m로 분



그림 1. 강남역 주변 4G 기지국 배치 현황

Fig. 1. Deployment of 4G base stations near Gangnam station.

석되었고, 2024년 3월 15일 기준 이전 데이터와 측정 지점에 따라 2.5 % 정도의 차이로 비슷했다⁷⁾. ITU의 매크로 및 마이크로 기지국의 셀 반경과 비교하면 실제 운용 기지국의 셀 반경이 크게 줄어든 것을 확인할 수 있다. 둘

째 ITU가 제시한 수요분석에서 주파수 효율이 크게 개선되었다. 2013년 주파수 소요량을 산출했던 IMT-Advanced 및 IMT-2020 주파수 효율과 비교하여 시뮬레이션 결과는 각각 1.5~2.5배, 5.4~9배 높게 나타났다^{[8]~[11]}. ITU는 WRC-19에서 6 GHz 미만의 트래픽 예측 수요보다 초고속화되는 이동통신서비스의 수요를 충족하기 위해 24 GHz 대역 이상에서 광대역 주파수를 분배하는 방향으로 전환하였다^[12].

IV. 6G 이동통신서비스를 위한 주파수 분석

6G 이동통신서비스는 2030년 서비스 제공을 목표로 하고 있다. 6G 서비스는 5G에서 제공한 초고속 데이터, 대규모 단말, 저지연 고신뢰 서비스의 성능을 높이면서도 이들 상호간에 융합한 서비스를 제공하고자 한다^[2]. 6G 서비스를 제공하는데 필요한 주파수 수요를 분석하기 위해 ITU, 3GPP(The 3rd generation partnership project), NGA(next g. alliance)에서 분석한 서비스 및 주파수 수요 접근 방식을 분석하였다^{[13]~[15]}. 6G 서비스를 위한 주파수 수요는 우선 6G 서비스의 평균적인 데이터 속도를 추정하고 해당 서비스를 셀 내에 있는 사용자가 보편적으로 이용할 수 있는 cell-edge 사용자 속도 또는 셀내 95% 사용자가 서비스를 제공 받을 수 있는 5% percentile 개념을 적용하여 산출하였다. 6G 서비스를 제공하는 주파수 수요 분석을 위한 서비스는 최고 속도를 보이는 영상서비스를 이용하는데 조건에 따라 달라질 수 있으나 UHD 영상 서비스로 500 Mbps~1 Gbps로 가정하였다.

본 장에서는 6G 서비스의 전송속도를 500 Mbps, 1 Gbps로 하여 전송속도에 따른 주파수 대역별 셀커버리지의 변화를 분석하였다. 주파수 대역은 이용 가능한 대역폭과 서비스 커버리지를 고려하여 기존 IMT 대역과 WRC-27에서 추가 분배 의제로 논의될 IMT 대역 가운데 Low band, mid band, high band의 대표 주파수 대역을 선정하고 각 대역에서 이용할 수 있는 대역폭을 반영하여 분석하였다. 그림 2는 IMT 분배 및 분배 예정 대역의 대역폭 크기를 비교한 것으로 low band에서는 3.5 GHz, mid band에서는 8 GHz 대역폭이 가장 넓고 high band에서는 서비스 커버리지를 고려 28 GHz를 선정하였으며, 1개 사업자

	Spectrum (MHz)	Spectrum Bandwidth (MHz)	Allocation	Comparison of Bandwidth
Low Band (MHz)	450-470	20	WRC-07	
	470-698	228	WRC-15	
	698-806	108	WRC-07	
	806-960	154	WRC-2000	
	1427-1518	91	WRC-15	
	1710-1885	175	WRC-2000	
	1885-2025/2110-2200	230	WARC-92	
	2300-2400	100	WRC-07	
	2500-2690	190	WRC-2000	
	3300-3800	500	WRC-07/15/23	
Mid Band (GHz)	4400-4800	400	WRC-27(plan)	
	4800-4990	190	WRC-15	
	6.425-7.125	700	WRC-23	
	7.125-6.400	1,275	WRC-27(plan)	
	10-10.5	500	WRC-23	
	14.8-15.35	550	WRC-27(plan)	
High Band (GHz)	24.5-27.5	3,000	WRC-19	
	37-43.5	6,500	WRC-19	
	45.5-47	1,500	WRC-19	
	47.2-48.2	1,000	WRC-19	
	66-71	5,000	WRC-19	

그림 2. IMT용 주파수 대역 및 대역폭

Fig. 2. Spectrum band and bandwidth for IMT.

가 실질적으로 이용할 수 있는 대역폭을 고려하여 3.5 GHz 대역 100 MHz, 8 GHz 대역 250 MHz, 28 GHz 대역 1 GHz로 반영하여 분석하였다.

6G 이동통신서비스를 제공하기 위한 주파수 활용의 근거를 마련하기 위해 6G 후보 주파수 대역의 할당 가능한 주파수 대역폭을 가정하여 6G 이동통신서비스를 제공할 수 있는 상대적인 거리를 분석하였다. 상대적인 서비스 제공 능력을 비교하기 위하여 3.5 GHz 대역 100 MHz 주파수 대역폭으로 1 Gbps 서비스를 셀 반경 20 m까지 제공하는 것으로 설정하고 8 GHz, 28 GHz 주파수 대역과 비교 분석하였다. 세논-하틀리의 채널 용량 공식(Shannon-Hartley's channel capacity theorem)과 아직 6G 채널 모델이 없어서 5G 채널 모델을 이용하여 데이터 전송속도에 따른 셀 커버리지의 변화를 분석하였다. 세논-하틀리의 채널 용량 공식은 식 (1)과 같다.

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad (1)$$

여기서 C 는 채널용량, B 는 채널대역폭, S 는 신호전력, N 은 잡음전력이다.

도심 마이크로셀 환경의 5G 채널 모델^[16]의 경로 손실 공식은 식 (2)와 같다.

$$PL_{UM-NLOS} = 35.3 \log_{10}(d_{3D}) + 22.4 + 21.3 \log_{10}(f_c) - 0.3(h_{UT} - 1.5) \quad (2)$$

여기서 $PL_{UM-NLOS}$ 은 경로 손실, $d_{3D}(m)$ 는 기지국과 단

말의 3차원 거리, f_c (GHz)는 중심 주파수, h_{UT} (m)는 단말의 높이이다.

식 (1)에서 채널 용량은 신호의 전력과 관계있으며, 식 (2)에서 신호의 전력은 거리와 주파수 대역에 따라 달라짐으로써 데이터 전송속도는 거리와 주파수 대역에 따라 변화한다. 데이터 전송속도에 따른 셀커버리지의 변화는 5G 채널 모델에서 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$C \propto B \log_2 \left(1 + \frac{1}{N} \times \frac{1}{d^{3.53}} \times \frac{1}{f^{2.13}} \right) \quad (3)$$

6G 서비스 제공 환경을 분석하기 위해 3.5 GHz 대역의 100 MHz, 8 GHz 대역의 250 MHz, 28 GHz 대역의 1 GHz 주파수 블록을 가정한 시뮬레이션 결과는 그림 3과 같다. 500 Mbps 서비스를 제공하는데 3.5 GHz 대역과 비교하여 8 GHz 대역은 1.3배, 28 GHz 대역은 1.7배 이상 서비스 반경이 넓어졌고, 1 Gbps 서비스를 제공하는데 3.5 GHz 대역과 비교하여 8 GHz 대역은 1.5배, 28 GHz 대역은 2.5 배 이상 서비스 반경이 넓어졌다. 시뮬레이션 결과 데이터 전송속도가 높아짐에 따라 8 GHz, 28 GHz 주파수 대역에서 서비스할 수 있는 셀 반경이 3.5 GHz 대역과 비교하여 더욱 커지는 것을 알 수 있다.

V. 새로운 이동통신 주파수 활용 패러다임

6G 서비스는 수 kbps의 사물인터넷부터 1 Gps 고품질 영상 서비스 등의 초고속데이터 서비스까지 다양한 속도

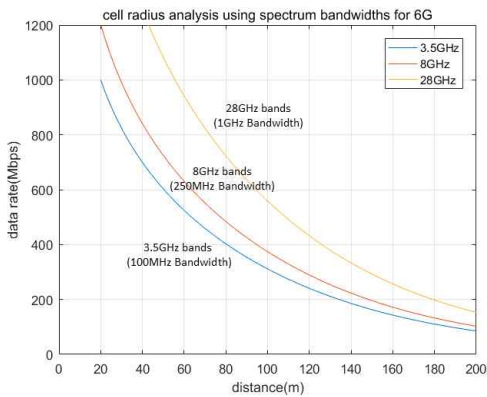


그림 3. 서비스 데이터 전송속도에 따른 6G 셀 반경 변화
Fig. 3. 6G cell radius variation per service data rate.

의 데이터서비스를 제공하여야 한다. 데이터 속도가 높아질수록 주파수 대역의 가용 주파수 대역폭에 따른 셀 반경의 차이가 더 커진다. 이동통신서비스의 특성상 고속데이터 서비스의 경우 평균적인 트래픽 분포보다 특정 지역에 데이터 트래픽이 집중될 수 있다. 이와 같은 서비스 트래픽 특성은 6G 이동통신서비스에서 더욱 강화될 것으로 예측되므로 6G 이동통신서비스를 제공하기 위한 주파수 활용도 이전과는 다른 새로운 이동통신주파수 활용 패러다임이 요구된다.

첫째, 한 사업자에게 다양한 속도의 서비스 트래픽을 서비스 환경에 맞게 주파수를 공급하는 주파수 포트폴리오(spectrum portfolio)를 제공하여야 한다. ITU는 주파수 대역에 따라 적합한 서비스 환경을 표 2와 같이 제시하였다^[7]. 각각의 서비스 환경에서 제공하는 주파수 효율이 다르므로 제공하는 서비스 특성도 달라진다.

6G 서비스는 음성(저속 및 넓은 커버리지), 고속 인터넷(고속 및 도심), XR(초고속 및 핫스팟)과 같이 다양한 서비스를 수용할 수 있는 주파수 대역이 요구된다. 따라서 그림 4와 같이 한 사업자에게 서비스 환경에 매칭한 여러 주파수 대역으로 구성된 주파수 포트폴리오를 제공함으로써 6G 서비스를 효율적으로 처리할 수 있다.

둘째, 6G 초고속 서비스를 제공하기 위해 광대역 주파수를 제공하는 방안으로 주파수를 공유하는 무선망을 공동 구축할 수 있는 주파수 활용 방안을 고려할 수 있다. 그림 5는 WRC-27에서 8 GHz 주파수 대역이 IMT 신규 주파수로 분배되어 사업자당 250 MHz씩 3개 사업자에게

표 2. 주파수 적합성 범위
Table 2. Suitable frequency ranges.

Spectrum band	Suitability
Below 1 GHz	Propagation characteristics good, large area
1.5 GHz band	Propagation characteristics good, wide area (Urban & Rural)
2 GHz band	Propagation characteristics medium, urban area, economical network
3~6 GHz band	Propagation characteristics bad, high density urban area
Above 6 GHz	Propagation characteristics bad, small cell area, wide bandwidth

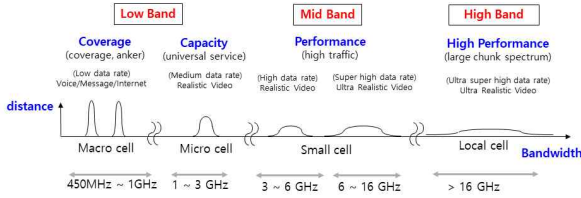


그림 4. 서비스 환경에 적합한 주파수 포트폴리오
Fig. 4. Spectrum portfolio for service environments.

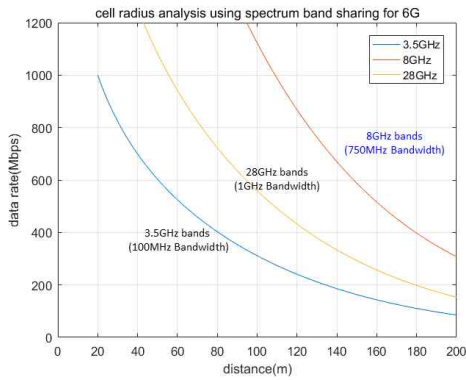


그림 5. 주파수 공유를 이용한 6G 셀 반경 변화
Fig. 5. 6G cell radius variation using spectrum sharing.

각각 할당하는 대신 750 MHz를 주파수 공유하여 무선망을 공동으로 구축할 경우 식 (3)에 따라 대역별 전송속도와 셀 반경을 분석한 시뮬레이션 결과이다. 8 GHz 대역의 서비스 셀 반경은 500 Mbps의 경우 3.5 GHz 대역보다 2.5배 이상 넓고, 1 Gbps의 경우 5.5배 넓어진다.

6G 서비스는 현실세계와 가상세계를 이동하면서 자유롭게 통신하는 것을 목표로 한다. 이를 위해서는 수백 Mbps~수 Gbps의 고품질 영상서비스를 안정적으로 제공하여야 하는데, 현재 확보된 주파수 대역폭을 여러 사업자가 나누어 무선망을 구축하는 것보다 여러 사업자가 주파수를 공유하는 광대역 무선망을 구축하는 것도 고려할 수 있다. 표 3은 ITU에서 특정 밀집 지역의 서비스를 위해 제안한 주파수 운용 시나리오를 요약한 것이다^[18].

모바일 인프라 공유는 국내의 농어촌 지역 5G 무선통신시설공동이용과 해외의 비경쟁지역 공동 구축 또는 주파수 공유를 포함한 모바일 인프라를 소유/관리하는 합작회사 등의 사례가 있다. 주파수 공유를 포함한 모바일 인프라를 공유할 경우 구축비용은 35~45 %, 운영비용은

표 3. 주파수 운용 시나리오

Table 3. Scenario of spectrum usage.

Spectrum band	License band	Non-license band
Spectrum dedicated by single network	Operating Scenario1 (out of band emission limits)	N/A
Spectrum sharing by multi networks	Operating Scenario3 (sharing control mechanism, single or multiple RATs)	Operating Scenario2 (sharing control mechanism, single or multiple RATs)

30~33 % 줄어드는 것으로 나타났다^[19]. 기존의 모바일 인프라 공유가 농어촌 등 비경쟁 지역의 경제적인 망구축 운영을 위해 제안되었다면, 2030년 이후 6G 초고속 데이터 서비스를 효율적으로 제공하기 위해 트래픽이 집중적으로 발생하는 도심지역에서 주파수 공유를 활용한 무선망 공동 구축으로 초고속 데이터 서비스를 제공할 수 있는 새로운 주파수 활용 패러다임이 요구된다.

VI. 결 론

본 논문에서는 2023년 11월 개최된 WRC-23에서 나타난 최근 이동통신 주파수 활용의 변화를 분석하고, 6G 서비스의 특성과 이를 지원하는 주파수 특성을 분석하였다. 이를 근거로 6G 서비스를 보편적으로 제공할 수 있는 새로운 이동통신 주파수 활용 패러다임을 제시하였다. WRC-23에서 나타난 이동통신 주파수 관련 의제는 지난 40여년간 유지되어 온 이동통신주파수 활용의 변화를 나타내고 있다. 지난 WRC-19까지 미래 이동통신 서비스 트래픽을 예측하여 IMT 주파수를 추가 분배하여 활용하는 방식에서 6G 이동통신 서비스를 위한 1 Gbps 이상의 초고속 영상 서비스와 3차원 공간 서비스를 제공하기 위한 주파수 활용 방식으로 변화하고 있다. 6G 주파수 대역으로 논의되는 3.5, 8, 28 GHz 대역의 활용 가능한 대역폭을 고려하여 셀 반경을 분석한 결과 3.5 GHz와 비교하여 500 Mbps의 경우 각각 1.3, 1.7배 넓고 1 Gbps의 경우 각각 1.5, 2.5배 넓다. 8 GHz 대역에서 주파수를 공유하여 무선공동망을 구축할 경우 3.5 GHz 대역과 비교하여 500 Mbps의 경우 각각 2.5배 이상 1 Gbps의 경우 5.5배로 데이터 전송속도가 높아질수록 넓어진다. 따라서 다양한 서비스와

매칭한 주파수 활용과 주파수를 공유하여 무선망을 구축하는 이동통신 주파수 활용의 패러다임으로 전환함으로써 6G 서비스를 효율적으로 제공할 수 있다.

References

- [1] *Naming for International Mobile Telecommunications*, Resolution ITU-R 56-3, pp. 1-3, Nov. 2023.
- [2] *Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2030 and Beyond*, Recommendation ITU-R M.2160, pp.14-15, Nov. 2023.
- [3] *Agenda for the 2027 World Radiocommunication Conference*, Resolution ITU-R 813(WRC-23), pp. 1-4, Nov. 2023.
- [4] *Results of the First Session of the Conference Preparatory Meeting for WRC-27(CPM27-1)*, ITU-R BR CA/270, pp. 27-28, 34-36, Jan. 2024.
- [5] *Future Spectrum Requirements Estimates for Terrestrial IMT*, Report TU-R M.2290, p. 14, Dec. 2013.
- [6] Ministry of Science and ICT, "South Korea Spectrum Plan," Sejong, Korea, p. 11, Sep. 2024.
- [7] Korea Radio Promotion Association, "Radio station information," Available: https://spectrummap.kr/gis/mobile_service.do?menuNo=300480
- [8] *Requirements Related to Technical Performance for IMT-Advanced Radio Interface(s)*, Recommendation ITU-R M.2134, p. 4, Nov. 2008.
- [9] *Feasibility Study for Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)(Release 9)*, 3GPP TS 36.912, pp. 34-36, Jun. 2010.
- [10] *Minimum Requirements Related to Technical Performance for IMT-2020 Radio Interface(s)*, Report ITU-R M.2410, p. 5, Nov. 2017.
- [11] *Study on Self Evaluation towards IMT-2020 Submission (Release 16)*, 3GPP TS 37.910, pp. 18-47, Sep. 2019.
- [12] *Spectrum Needs for the Terrestrial Component of IMT in the Frequency Range between 24.25 GHz and 86 GHz*, ITU-R WP5D/TEMP/249r1, pp. 8-12, Feb. 2017.
- [13] *Capabilities of the Terrestrial Component of IMT-2020 for Multimedia Communications*, Report ITU-R M.2528, pp. 16-22, Sep. 2023.
- [14] *Service Requirements for Video, Imaging and Audio for Professional Applications*, 3GPP TS 22.263 v.18.0.1, pp. 11-16, Mar. 2023.
- [15] *Spectrum Needs for 6G*, Next G. Alliance, p. 10, Jun. 2024.
- [16] *Guidelines for Evaluation of Radio Interface Technologies for IMT-2020*, Report ITU-R M.2412, p. 46, Oct. 2017.
- [17] *Further Elaboration on Suitable Frequency Ranges and Their Suitability*, ITU-R WP5D/TEMP/124r2, pp. 5-6, Feb. 2013.
- [18] *Operational Guidelines for the Deployment of Broadband Wireless Access Systems for Local Coverage Operating below 6 GHz*, Report ITU-R M.2378, pp. 12-20, Jul. 2015.
- [19] H. J. Lee, E. J. Cho, S. K. Jeong, and K. H. Lee, "Mobile infrastructure sharing trends in Korea and major overseas countries," *Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 36 no. 5, pp. 52-57, Oct. 2021.

정 우 기 [청강문화산업대학교/교수]

<https://orcid.org/0009-0002-0177-924X>



1986년: 연세대학교 전자공학과 (공학사)

1988년: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

2007년: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)

1989년~1992년: 한국전자통신연구원

1992년~1994년: SK텔레콤 CDMA전담반

1994년~1999년: 신세기통신 기술기획팀

1999년~2003년 2월: LG유플러스 기술전략팀 부장

2003년 3월~현재: 청강문화산업대학교 모바일통신전공 교수

[주 관심분야] 전파통신, 이동통신, 스펙트럼공학