

ITU-R의 협대역 이동위성업무를 위한 주파수 분배 연구 현황

ITU-R Study on Frequency Allocation to Narrowband Mobile Satellite Services (NB-MSS)

구본준 (B.J. Ku, bjoo@etri.re.kr)

위성광역인프라연구실 책임연구원

오대섭 (D.S. Oh, trap@etri.re.kr)

위성광역인프라연구실 책임연구원

ABSTRACT

As the global demand for satellite IoT services using small satellites increases, interest in their frequency requirements has also increased. Consequently, International Telecommunication Union Radiocommunication Sector (ITU-R) preparatory studies for WRC-23 include AI 1.18, which considers new frequency allocations for narrowband mobile satellites. This agenda item was issued in accordance with Resolution 284 (WRC-19), and contributions and reviews by government and satellite operators are underway at ITU-R SG4 WP4C with the aim of completing the study in 2023. Resolution 248 (WRC-19) considers the conditions for transmission of candidate bands and satellites and terminals for narrowband mobile satellite, and all contributions should satisfy narrowband mobile satellite system characteristics parameters within these conditions. However, among the current transmission specifications, there are several views on the exact definition of satellite e.i.r.p., and the derivation schedule of characteristic system parameters for the study is slower than that of the original work schedule. The goal of this paper is to examine the outline of WRC-23 AI 1.18 and the main content of Resolution 284 (WRC-19) and to determine the status of studies related to WRC-23 AI 1.18. The ITU-R's study on this agenda includes updating work schedules, developing the draft required spectrum and system characteristics parameter reports/recommendations, developing draft CPM reports, and examining the various views of transmission specifications in Resolution 284 (WRC-19). Focusing on candidate bands in Region 1 (Europe and Africa) and Region 2 (America), the current status of use in Korea is investigated and future countermeasures in Korea are investigated. In addition, we would like to examine the trend of narrowband mobile satellite through satellite frequency and service status and planning of satellite IoT operators, such as EchoStar, Omnispace, and Sateliot that are participating in the ITU-R study.

KEYWORDS ITU-R, WRC, 위성 IoT, 주파수 분배, 협대역이동위성업무

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360604>

* 본고는 2021년도 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임[2021-0-00719, 비정기제도 위성망 주파수 간섭평가/공유기술 개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

©2021 한국전자통신연구원

I. 서론

최근 스마트 미터링, 스마트 로드, 스마트 파밍 및 스마트 선박 분야 시장에 글로벌 규모의 IoT 서비스 제공을 위하여 군집 비정지궤도 위성을 이용한 협대역 이동위성업무에 필요한 신규 주파수 분배가 요구되고 있다. 현재까지 ITU-R 연구에서 위성부문 IMT와 4~16GHz 대역에서의 신규 광대역 이동위성업무용 주파수의 요구사항에 대한 연구만 수행되었고, 5GHz 대역과 같은 기존 이동위성업무용 주파수 대역의 경우, 위성 크기, 무게 및 전력 제약으로 적절치 않거나 이 외 대역의 경우, 이미 기존 업무의 사용으로 인해 주파수 이용이 포화되는 등의 이유로 위성사업자들은 국제적으로 협대역 이동위성업무를 위한 신규 주파수 분배를 요구하게 되었다[1].

이에 따라 WRC-19에서 제1지역 CEPT(유럽) 및 제2지역 CITEL(미주)의 협대역 이동위성업무 주파수의 추가 분배를 위한 연구 제안으로 WRC-19 결의 248이 개발되고 이 결의에 따라 협대역 이동위성 시스템 개발을 위한 이동위성업무의 주파수의 요구사항 및 잠재적 신규 할당 관련 연구를 수행하는 WRC-23 의제 1.18이 도출되었다[2].

본고는 WRC-23 의제 1.18과 관련된 결의 248의 주요 내용을 분석하고, 협대역 이동위성업무의 신규 주파수 할당 연구를 수행하는 ITU-R WP4C에서의 연구 현황을 소개한다. 특히, 본 연구에는 각국 정부 대표뿐만 아니라 EchoStar, Omnispace 및 Sateliot 등 위성사업자들이 참여하고 있어 이러한 사업자들의 서비스와 시스템 개발 동향 등을 살펴보고자 한다. 본 분석 내용은 우리나라 군집 비정지궤도 위성망을 위한 신규 주파수 확보와 기존 지상 업무의 보호 등에 활용될 수 있을 것이다.

II. WRC-23 의제 1.18

WRC-23 의제 1.18은 WRC-19 결의 248에 따라 향후 협대역 이동위성 시스템 개발을 위한 이동위성업무의 주파수 요구사항 및 잠재적 신규 할당 관련 연구를 수행하는 의제이다. 연구 수행 시 필수적으로 따라야 하는 WRC-19 결의 248의 후보 주파수 대역과 주요 전송제원 관련 결의 사항을 분석하고자 한다.

고려해야 하는 협대역 이동위성업무용 신규 주파수 대역은 결의 248에 지역별로 1,695~1,710MHz(제2지역), 2,010~2,025MHz(제1지역), 3,300~3,315MHz 및 3,385~3,400MHz(제2지역) 등 4개의 후보 대역으로 정의되어 있다. 또한, 협대역 이동위성업무의 시스템 특성과 스펙트럼 및 운영 요구사항 연구 수행 시 고려하거나 따라야 하는 전송제원은 다음과 같다[2].

- 상하향 각 스펙트럼 5MHz 이하 고려
- 우주국 위성의 경우, e.i.r.p. 최대 27dBW
- 위성 안테나 빔폭 120도 이하
- 지구국의 경우, e.i.r.p. 최대 7dBW
- 지구국 전송 시간은 15분마다 4초 이하

위의 내용과 함께 주요 연구 내용으로 후보 및 인접 대역의 기존 업무 보호 관점에서 협대역 이동위성업무의 새로운 할당이 적합한지 결정하기 위한 공유 및 양립 가능성 연구와 그 결과를 기반으로 협대역 비정지 이동위성업무에 필요한 기술적 조건과 함께 기존 업무 개발에 과도한 제약 없이 후보 대역 및 인접 대역의 기존 1순위 업무를 보호하는 신규 1순위 또는 2순위 주파수 할당을 고려하는 연구를 수행하도록 하였다.

먼저 후보대역은 우리나라가 포함되어 있는 제3지역을 제외한 유럽이 포함된 제1지역

및 북미, 남미가 포함된 제2지역에서 후보 주파수 대역이 정의되었다. 제2지역의 후보 대역인 1,695~1,710MHz 대역은 기상위성용으로 글로벌하게 할당되어 전 세계적으로 이용되고 있으며, 기존 연구에서는 협대역 short-duration 형태의 데이터 전송 특성을 갖는 협대역 이동위성업무와 기상위성업무 간 공유가 가능할 수 있을 것으로 보고 있다[1]. 유럽이 포함된 제1지역 후보대역인 2,010~2,025MHz 대역은 이미 북미 및 남미가 포함된 제2지역에서 이동위성업무용으로 할당되어 이용되고 있는 대역으로 본 대역이 제1지역에 이동위성업무용으로 할당될 경우, 글로벌하게 동일한 주파수 이용이 가능해질 것으로 보인다.

또한, WRC-19 결의 248에서 언급된 필요 대역 폭은 지상 단말로부터 데이터를 수집 및 지상 단말을 관리하는 용도의 저속데이터 전송 시스템의 경우, 잠정적으로 상하향 5MHz 이하이면 충분할 것이라고 보고 있다. 공유 연구에서 중요한 요소 중 하나인 우주국 e.i.r.p.의 경우, 최대 27dBW로 제약함으로써 기존 업무에 유해한 영향을 미치지 않도록 하였으나 본 결의에서는 본 수치가 주파수 대역별인지, 시스템별인지, 또는 위성체별인지 등에 대한 정의가 명확하게 명시되어 있지 않다.

III. 의제 1.18 관련 ITU-R 연구

협대역 이동위성업무용 신규 주파수 분배 연구 의제인 WRC-23 의제 1.18과 관련된 ITU-R 연구는 ITU-R WP4C 연구반이 책임그룹으로 작업 일정을 논의하고, 협대역 이동위성업무의 스펙트럼 소요량 및 시스템의 특성과 타 업무 간의 주파수 공유/간섭 연구를 수행하고 있다. 최종적으로 논의된 모든 연구 활동 및 결과는 CPM 보고서(안) 개발을 위한 자료로 활용될 예정이다. WRC-19 이

후 2020년 5월 회의를 시작으로 현재 시점(21.9월)까지 정기회의 및 교신그룹 회의(CG)를 각각 4회를 진행하였으며 이슈 사항에 대한 정보교환을 위해 1회의 비공식 회의를 가졌다.

1. 작업 일정

WRC-23 의제 1.18 관련 ITU-R WP4C 연구 일정(21.7월 업데이트 자료)은 '21.10월까지 관련 보고서 및 권고서 개발을 완료하고 WRC-23 회의에 대응하도록 하고 있다[3]. 특히 올해 7월까지 공유 및 호환성 연구의 기본 자료가 되는 협대역 이동위성업무의 스펙트럼 요구사항 및 시스템 특성 파라미터 연구결과를 도출하는 일정으로 논의되었다. WRC-23까지의 작업 일정은 다음과 같이 요약된다.

- '21.7월: 스펙트럼 요구사항 및 시스템 특성 파라미터 연구 결과 도출
- '21.10월: 공유 및 호환성 연구 완료
- '22.5월: CPM 보고서 작업 완료
- '22.10월: 보고서 및 권고서 개발 완료
- '23년 WRC-23 회의 전: WP4C 연구 완료 및 SG4 채택 및 승인 관련 문서 송부

2. 스펙트럼 소요량 및 시스템 연구

협대역 이동위성업무의 요구 스펙트럼 산출 및 시스템 특성 파라미터 연구와 관련하여 독일, 캐나다 및 EchoStar, Omnispace, Sateliot 등에서 제안한 총 8개의 시스템이 제안되었다[4]. 본 작업에서의 요구 스펙트럼 산출은 IMT의 소요 주파수 산출 방식이 활용되었으며, '21.7월 회의까지 총 8개 시스템 중 7개 시스템에서 제안된 시스템 특성 파라미터들의 적용 값 범위를 요약하면 다음과 같다.

- 주파수 효율(E): 0.2~1.2bps/Hz
- 월간 단말당 트래픽양(T): 100~150Kbps
- 주파수 재사용률(F): 2~7
- 인구 밀도(U): 34~20,000명/km²
- 위성빔 풋프린트 면적(A_s): 5,000~500,000km²
- 단말 비율(U_t): 1/50~1개/명
- 피크데이터 지속시간(P_H): 8~24시간
- 피크동작시 전송 데이터율(T_t): 0.5~1
- 위성 가용도(P_A): 0.4~1

- System 7(LEO): 상하향 각 4.03MHz

각 제안 시스템별 필요 대역폭 값들은 각 제안자들이 현재까지의 제안된 제원을 이용해 계산하여 제시한 값이다. 결과를 볼 때, MEO의 경우 고도가 높을수록(예: System 4, 975km) 더 많은 대역폭이 필요하고, System 6(MEO)의 경우 130MHz에 해당하는 큰 대역폭이 요구되어 향후 시스템 특성 파라미터들 간 trade-off를 통해 조정되어야 할 것으로 보인다. 그 외 대부분 WRC-23 결의 248에서 고려된 대역폭을 고려하여 제시한 것으로 분석된다.

현재 작업문서에서 1개 시스템은 차기 회의에서 추가될 예정이다.

현재 작업 중인 문서 내 정의된 위성 가용도 P_A 를 고려한 요구 스펙트럼 S_A 는 식 (1)과 같다.

$$S_A = \frac{S}{P_A} \tag{1}$$

여기에서 변수 S 와 H_t 는 각각 식 (2) 및 (3)과 같이 계산된다.

$$S = \frac{H_t T_t F}{P_H \cdot 10^6} \tag{2}$$

$$H_t = \frac{0.073 \cdot A_s \cdot T \cdot U \cdot U_t}{E} \tag{3}$$

식 (1), (2), 및 (3)을 이용하고 각 제안 시스템별 파라미터에 해당하는 제안값을 입력하면 요구 스펙트럼 산출량을 계산할 수 있으며, 각 제안 시스템별 필요 대역폭은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- System 1(LEO): 상하향 각 7/4.67MHz
- System 2(LEO): 상하향 각 3.5/2.33MHz
- System 3(LEO): 상하향 각 0.5/1.3MHz
- System 4(LEO): 고도 630km 경우 4.5MHz, 고도 975km 경우 10.9MHz
- System 5(MEO): 상하향 각 2.1/2.4MHz
- System 6(MEO): 상하향 각 130MHz

시스템 운영과 관련된 전송제원의 경우, 지금까지 제안된 총 8개 시스템 중 일부가 WRC-19 결의 248에 결의된 전송제원을 적용하지 않아 '21.7월 정기회의에서 채택되지 않았으며, 8월 중 2번의 CG 회의를 통해 추가 논의를 진행하였다. 표 1은 '21.7월 정기회의 시 제안된 제원[4]으로 결의사항에 정의된 전송제원들[2]을 고려하지 않고 정리되지 않은 일부 제원들이 있다(특히 우주국 및 지상단말 e.i.r.p.)(표 1 참고). 특별히 각 제안 기관들은 결의 사항에 있는 e.i.r.p.에 대한 정의가 불명확성이 있음을 지적하고 회의 시 4가지의 옵션들이 거론되었고 이에 대한 논의가 있었지만 온라인 회의의 시간적 제약 및 제원의 정의 불명확성에 대한 이견으로 이번 회의까지 완료할 수 없었다.

3. 주파수 공유 및 간섭 연구

'21.7월 정기회의에서 시스템 운영 관련 파라미터가 정의되지 않음에 따라 구체적인 주파수 공유 및 간섭 연구는 진행되지 않았다. 하지만 그 이전 회의까지 협대역 이동통신업무와 기존 업무 간 공유 및 간섭 연구를 위한 연구 방향에 대한 논의가 있었고 이에 대한 주요 논의 사항을 기술한다.

표 1 제안기관별 제안시스템의 전송제원(21.7월 정기회의)

항목	WRC-19 Res.248	System 1 LEO	System 2 LEO	System 3 LEO	System 4 LEO	System 5 MEO	System 6 MEO	System 7 LEO	System N (Ultra-Low Cost)
제안기관	-	캐나다	독일	EchoStar	EchoStar	Omnispace	Omnispace	Sateliot	캐나다
주파수 대역	후보대역	All	All	2GHz	2GHz	2GHz	2GHz	1.6GHz & 2GHz	All
대역폭(MHz) (상/하향)	<5/5	7/4.67	3.5/2.33	20~256kHz	20~256kHz	45/30	45/30	360/360kHz	15/180kHz (upto 5MHz)
위성(3dB) 빔폭(°)	<120°	15~30° /beam	15~30° /beam	<15°/beam	5°	5.0~10°	2~3.2°	53°	104.7°/beam
위성 e.i.r.p (dBW)	27dBW	25.7~30.1 dBW/MHz	25.7~31.8 dBW/MHz	7	7	39~44	65	14dBW/carrier	21.45dBW/MHz
지구국 e.i.r.p (dBW)	7dBW	-7/7	-7/7	10/9	10/9	-8~8	-8~8	-10/-7	-7
지구국 전송시간	15분마다 4초 이하	100Kbyte Traffic/terminal/month	120Kbyte Traffic/terminal/month	15분마다 4초 이하	15분마다 4초 이하	(Partial) 24/7	24/7	24/7	-

출처 Reproduced from [2,4].

NB-MSS의 후보 주파수 대역 중 일부는 지상 IMT와 기상위성업무를 포함하고 있어 이를 고려해야 한다는 의견이 있었다. 특히, 이집트는 제1지역에서 NB-MSS와 2,010~2,025MHz 대역 및 인접대역에서 운영되는 타 서비스 간 공유 및 호환성 연구 시 결의 212(1,885~2,025MHz 및 2,110~2,200MHz 대역에서의 IMT 구현)를 고려하여야 한다는 입장이고, 미국은 제2지역에서 기상위성업무로 사용 중인 1,695~1,710MHz 대역의 잠정적 사용에 대한 공유 및 인접대역 호환성 연구가 필요하므로 NB-MSS에서 기상위성(우주 대 지구)으로의 간섭영향 평가 방법(안)(기상위성업무의 시스템 특성 및 보호기준)을 제안하였다. 또한, 중국의 경우 제2지역 후보대역 주파수의 NB-MSS 이용에 따른 제3지역 IMT를 보호해야 한다는 입장으로 이에 대한 연구도 제안하였다. 위 사항을 포함하여 제26차 ITU-R WP4C 회의 의장보고서의 Annex에 포함되었다[5].

4. 주요 이슈

가. 일정 이슈

CPM 23/1 회의에서 결정한 WRC-23 관련 시스템의 전송제원 및 보호기준 작성 기한인 2021년 7월 23일까지 완료되지 못함에 따라, WP5D의 장과의 협의를 통해 차기 회의(21.10월)까지 작업 완료하여 통지하기로 결정하였다. WP5D 의장은 WP4C 회의에서 차기 회의 때까지 작업이 완료되지 못하면 WP5D에서의 공유 연구 수행 일정 촉박함을 이유로 공유 연구는 수행할 수 없을 것이라는 입장을 표명하였다.

이에 따라 차기 회의(21.10월)에서 논의되어 결정될 수 있도록 '21.8월 중 2번의 교신그룹 회의를 개최하였다.

나. 결의 248 수치값 정의

'21.7월 WP4C 및 8월 CG 회의에서 협대역 이동 위성시스템 파라미터 관련 논의가 진행되었으나

여전히 결의에 언급된 전송제원의 명확한 정의에 대한 이견이 존재하였다. 지난 '21.7월 정기회의 시 우주국 e.i.r.p. 27dBW의 경우, 그 기준에 대하여 대역폭/빔/시스템/위성 등 4개의 옵션이 제시되어 WRC-19 회의에서 논의된 결의 248 관련 진행 경과를 공유하는 것이 필요하다는 의견에 따라 2번의 CG 회의 기간 중간에 비공식 회의를 열었다. 하지만, 여전히 우주국 e.i.r.p. 27dBW의 명확한 기준 정의가 위성 또는 시스템 등 인지에 대한 여러 이견이 존재하였다.

5. 우리나라 이용 현황

제1지역의 협대역 이동위성업무를 후보대역인 2,010~2,025MHz(제1지역)의 경우, 우리나라는 이동업무용으로 분배되어 K114에 따라 IMT 용도(시간분할방식)로 사용하게 되어 있다.

표 2 후보대역별 우리나라 분배 및 용도 현황

후보 대역	대한민국 분배		용도
1,695~1,710MHz	1,690~1,700MHz	기상원조, 기상위성 (우주 대 지구)	기상위성용 K116C ¹⁾
	1,700~1,710MHz	고정, 기상위성 (우주 대 지구), 이동(항공이동 제외)	방송중계 K111 ²⁾
2,010~2,025MHz	이동		IMT-2000 K114 ³⁾
3,300~3,400MHz	무선탐지, 고정, 이동		-

- 1) K116C: 1,680~1,700MHz의 주파수대역은 기상위성용으로 사용한다.
- 2) K111: 1,700~1,710MHz의 주파수대역은 방송프로그램중계가 우선한다.
- 3) K114: 1,885~1,980MHz, 2,010~2,025MHz 및 2,110~2,170MHz의 주파수대역은 이동통신(IMT-2000) 지상용으로 사용한다. 이동통신(IMT-2000) 지상용 주파수대역 중 1,920~1,980MHz 및 2,110~2,170MHz의 주파수대역은 주파수분할복신방식(FDD)용으로 사용하고, 1,885~1,920MHz 및 2,010~2,025MHz의 주파수대역은 시분할복신방식(TDD)용으로 사용한다.

출처 Reproduced from [6].

또한 제2지역의 협대역 이동위성업무를 후보대역인 1,695~1,710MHz(제2지역)의 경우, 우리나라는 기상위성업무, 고정 및 이동업무용으로 분배되어 K116C 및 K111 주석에 따라 기상위성 및 방송중계용으로 사용한다. 또한 3,300~3,315MHz 및 3,385~3,400MHz(제2지역)의 경우, 우리나라는 무선탐지, 고정 및 이동용으로 분배되어 있다(표 2 참고).

WRC-23 의제 1.18은 제1지역 및 제2지역의 협대역 이동위성업무를 추가 주파수 분배 연구 의제로서 제3지역에 속한 우리나라와 무관하나, 국내 위성 IoT 운용에 대비하고 국내 이용 현황 및 계획을 고려하여 이동위성업무 신규 분배 방안을 검토할 필요가 있다.

IV. 협대역 이동위성서비스 동향

현재 전 세계적으로 위성을 이용한 IoT(Internet of Things) 서비스 제공에 대한 관심이 높아지고 기존 이동위성업무 주파수 대역에서 IoT 서비스 제공뿐만 아니라 추가 주파수 대역 확보를 통한 서비스 제공 확대 필요성이 증대되고 있다. 이에 따라 ITU-R WP4C에서 추가 주파수 확보를 위한 연구가 진행 중이며 EchoStar, Omnispace, Sateliot 등 이동위성서비스 제공 기관들이 함께 참여하여 기고 및 논의를 계속 진행하고 있다. 이 절에서는 ITU-R WP4C 연구에 참여하고 있는 이동위성서비스 제공 기관들의 현재 서비스 현황 또는 향후 계획 등을 살펴보고자 한다.

1. EchoStar

EchoStar는 많은 관련 자회사를 보유하고 있으며 이들 자회사는 이동위성업무용 주파수의 권리

를 보유하고 있다. EchoStar Mobile Limited(아일랜드 더블린)의 경우, 유럽지역에 1,995~2,010MHz, 2,185~2,200MHz 대역과 스위스 및 Lichtenstein 지역에 1,980~2,010MHz, 2,170~2,200MHz 대역에 대한 권리를 보유하고 있고, EchoStar Global Pty Ltd(호주 시드니)의 경우, 1,980~2,025MHz(상향링크) 및 2,170~2,200MHz(하향링크) 대역의 이동 위성업무용 글로벌 스펙트럼 권리를 보유하고 있다. 이 대역은 Machin-to-Machine 및 IoT를 포함한 협대역 데이터 서비스 제공을 목표로 NGSO 서비스 계획 진행 중으로 알려져 있다. HNS de Mexico S.A. de C.V. ("Hughes Mexico")의 경우, 멕시코에서 2,010~2,020MHz, 2,180~2,190MHz 대역을 이용한 지상보조장치인 CGC를 포함한 MSS 협대역 서비스를 고려 중에 있다[7].

주요 서비스 관련 동향으로 EchoStar Mobile사는 Semtech사와의 위성 IoT 서비스 시험 관련 협력을 발표('21.5월)하고 최초의 저가 위성 기반 (LoRaWAN 프로토콜)의 실시간 양방향 IoT 연결 서비스를 목표로 유럽 지역 위성 IoT 서비스 시험 협력을 진행 중이다[8]. 또한, EchoStar Global사는 Helios Wire사(캐나다)를 인수('19.10월)하고 전 세계 M2M, IoT를 포함한 협대역 데이터 서비스 제공을 위하여 S-band 30MHz를 이용한 NGSO MSS 시스템을 개발 중이다(약 28대의 LEO constellation). 위성은 Tyvak사에서 제작된 Nano-satellite로 6U CubeSat 시스템으로 '20.8월에 발사된 EG(Echo-Star Global)-1 시스템은 ITU 파일링에 따라 2,000~2,020MHz(상향링크), 2,180~2,200MHz(하향링크) 대역을 이용한 MSS 제공 라이선스를 보유하고 있으며 후속으로 EG-2, EG-3를 발사하였다('21.7월). Helios Wire사는 서비스 시간을 고려하여 3대의 위성이 필요할 것으로 보며 추후 더 많은 위성이 가능할 것으로 보고 있다. (위성 수(1기/

2기/3기)에 따라 각각 매 12시간/6시간/4~5시간 주기로 정보 수집 가능 예상)

2. Omnispace

Omnispace사(본사: 워싱턴 D.C.)는 3GPP NTN 표준기반의 5G 통신 기술을 이용하여 전 세계 사용자 및 IoT 단말에 NGSO constellation과 이동 네트워크를 결합한 호환 가능한 하나의 네트워크(글로벌 하이브리드 네트워크) 연결을 진행 중이다.

2012년 ICO 글로벌 위성 자산을 소유하였고 Intelsat와 주요 파트너십 지위를 보유하고 있으며, 운영을 Intelsat에 아웃소싱하여 현재 이사회에는 Intelsat 이사 한 명이 차지하고 있다. 위성 주파수 이용 현황을 보면 2013년부터 MEO(Medium-Earth Orbit) 글로벌 모바일 MSS 시스템을 운영(제2지역 2,010~2,025MHz 대역 통고, 사용 중) 중이며 현재 MEO를 보완할 수 있는 추가적인 MEO 및 LEO 배치 옵션 계획을 가지고 있다. LEO 옵션의 경우, 초기 위성들이 Thales Alenia Space(TAS)에 의해 제작되어 2022년 초 태양동기 constellation 발사 계획이다. TAS는 2020년 NGSO에서 운용할 수 있는 초기 위성 2기 계약 체결(3GPP 기반 협대역 사물인터넷(IoT) 무선 인터페이스 지원)하고 2022년경 스페이스X 발사체를 이용하여 발사할 예정이다[9].

주요 서비스 계획 동향을 살펴보면, 위성 및 지상 커버리지를 결합한 글로벌 5G/IoT 하이브리드 모바일 네트워크 개발을 위해 6천만 달러의 신규 자금을 조달('21.2월)하여 글로벌 하이브리드 네트워크를 구축해 5G NTN 개발을 앞당기고 주요 시장에서 2GHz 스펙트럼 풋프린트를 확대를 추진할 계획이다. 최종적으로는 약 200개의 LEO 위성과 15개 이하의 MEO위성을 이용하는 것이다.

Lockheed Martin과 5G 위성 하이브리드 연결로

지상 이동성 강화를 위한 협약을 체결(21.3월)하고 글로벌 통신에 필요한 필수 애플리케이션을 지원하기 위한 커버리지와 용량 제공을 위한 협력을 추진하기로 하였다[10].

3. Sateliot

Sateliot사(18년 설립, 스페인 바르셀로나)는 글로벌 IoT 서비스를 제공하는 위성통신 운영자이며 통신 사업자에게 LEO 위성 Constellation과 지상을 결합한 5G 프로토콜 기반의 IoT 기술을 적용한 5G IoT 네트워크 서비스를 제공할 예정이다[11]. 최근 사물인터넷 연결을 위한 100개의 나노위성을 발사하려는 Sateliot 계획을 추진하기 위해 ITU에 위성망 국제등록을 추진하여 나노 위성 Costellation의 주파수 조정을 통한 주파수 호환성을 보장하기 위해 위성통신 운영자 및 각 국가와 협의를 시작하였다. 또한, 3GPP 참여(21.1월)를 통해 5G-IoT 표준에 '시나리오 4'(Sateliot 시나리오, 저궤도 나노 위성 네트워크가 IoT를 제공하기 위해 검토되는 시나리오)를 제안[12]하는 등 100개의 나노 위성으로 글로벌 5G 커버리지 사물인터넷 서비스 계획을 점진적으로 추진하고 있다. 위성 5G-IoT 시험 관련하여 Sateliot IoT 통신탑재체를 발사(21.3월)하여 세계 최초로 5G NB-IoT 기반 나노 위성으로 궤도 내 시연(21.7월)을 수행하였다.

Sateliot의 초기 목표는 '22년 말 16기 위성을 이용하는 것으로 2022년부터 16개의 위성을 배치하고 2025년까지 1억 유로 이상을 투자하여 96개까지 배치할 계획이다. 첫 번째 임무는 Sateliot와 오픈코스모스가 개발한 3U 큐브셋(~10kg) Enxaneta(카탈루냐 우주연구소(IEEC: Institut d'Estudis Espacials de Catalunya) 발주)를 통해 수집된 모든 데이터를 팔라르 주사(Pallars Jussà)의 Sant Esteve de la Sarga에 위

치한 멧새 천문대(OAdM)로 전송하여, IEEC가 관리할 예정이다. 이 데이터는 카탈루냐 정부 부처에서 처음 사용할 예정이며 이후 대학, 연구 센터, 기술 센터 및 기업에 대한 데이터 액세스를 개방할 예정이다. 그중에서도 국토 전체의 하천과 수자원의 흐름을 모니터링하여 물 관리를 개선하고, 야생동물을 모니터링 및 보호하며, 원격지에 위치한 관측소에서 기상 데이터를 수신하고, 자연재해를 예측하기 위해 토양 이동을 모니터링하고, 가축과 농작물을 모니터링하는 데 사용할 예정이다[13].

이 외 소형 큐브 위성을 이용한 IoT 서비스를 계획 중인 Kepler사(캐나다)는 WRC-23 의제 1.18의 주요 지지자로서 Spire Global Inc와 더불어 미국 FCC에 제2지역 2,020~2,025MHz 대역의 사용 조건으로 고정 및 이동 서비스 할당을 제거하고 이동위성업무로 할당할 것을 제안하며 규칙제정 고시(NPRM: Notice of Proposed Rulemaking)를 요청하였다. 현재 이 대역은 제2지역에서 고정, 이동, 이동위성(상향) 업무용으로 분배되어 있다. 그러나 기존 위성사업자인 EchoStar Satellite Services LLC, EchoStar Global Pty Ltd, EchoStar Mobile Limited 및 Hns De Mexico S.A. de C.V. 등은 미국 FCC로의 답신을 통해 요청된 대역은 글로벌하게 조화되어 할당되어 있어 미국의 필요에 따라 마음대로 변경할 수 없다는 것과 본 대역은 이미 위성사업자들에 의해 위성과 지상으로 할당받아 사용하고 있다는 것 및 Kepler사가 제출한 간섭 분석 결과가 미진하다는 점을 들어 반대하고 있다[14]. 이를 통해 볼 때, 최근 소형 위성을 이용한 IoT 서비스 제공을 위해 벤처 형태의 많은 기관이 개발에 참여하고 있으나 활용할 수 있는 주파수 이용에 상당한 제약을 받고 있는 것으로 보인다. 향후 이들 소규모 위성 서비스 벤처 기관들과 대형 위성사업자들 간의 위성 활용을 위한

주파수 사용 협력이 무엇보다도 절실히 필요해 보인다.

V. 향후 전망 및 결론

본고는 WRC-23 의제 1.18(협대역 이동통신업무의 신규 주파수 할당 연구) 관련 ITU-R의 연구 현황을 살펴보았다. 현재까지 소요 주파수 대역 및 협대역 이동통신시스템의 특성 파라미터에 대한 논의가 계속 진행 중이며, 타 시스템 간 주파수 공유 및 간섭 연구를 위한 NB-MSS 시스템 파라미터가 차기 10월 회의를 통해 계속 논의될 것으로 예상된다.

이미 언급된 결의 284(WRC-19)에서 결의 사항으로 나온 우주국의 e.i.r.p.(27dBW)의 경우 여전히 정확한 정의에 대해서 혼선을 가져오고 있어 차기 회의에서 어떻게 접근하여 협의될지 여전히 논란의 여지가 있다.

하지만, 협대역 이동위성업무의 수요가 증가함에 따라 위성사업자 또는 운영자들의 소요 주파수 대역의 신규 할당 요구가 커지고 있는 상황에서 본 연구의 진행은 상당한 의미가 있으며, 일정과 전송제원 관련된 이슈에 대해서 기존 업무 보호 관점에서 작업계획의 최종 일정 내 국가 및 기관 간 협의를 통해 후보 대역에서의 협대역 이동위성업무의 운영 조건을 마련할 것으로 예상된다.

용어해설

WRC 3~4년 주기로 개최되는 세계 전자 통신회의로서 ITU-R의 전파규칙, 주파수 할당 및 위성 등 이용 등 규정을 정함

ITU-R 국제전기통신연합(ITU) 중 전파통신분야 주파수대역의 전파규칙 및 규정을 다루는 섹터

LoRaWAN Low Power Wide Area Networks(LPWANs) 프로토콜로서 LR-FHSS(Long Range-Frequency Hopping Spread Spectrum) 전송을 포함한 위성 IoT 지원으로 확대(LoRa: Long Range)

3GPP NTN 3GPP의 지상 프로토콜을 확장하여 위성주파수대역의 위성서비스에도 적용할 수 있는 통신 전송 표준

약어 정리

3GPP	The 3rd Generation Partnership Project
AI	Agenda Item
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
CG	Corresponding Group
CGC	Complementary Ground Component
CITEL	Inter-American Telecommunication Commission
CPM	Conference Preparatory Meeting
e.i.r.p.	Effective Isotropically Radiated Power
FCC	Federal Communications Commission
IMT	International Mobile Telecommunication
IoT	Internet of Things
ITU-R	International Telecommunications Union-Radiocommunication sector
LEO	Low Earth Orbit
MEO	Mid Earth Orbit
NB-MSS	Narrowband Mobile Satellite Service
NGSO	Non-Geostationary Orbit
NPRM	Notice of Proposed RuleMaking
NTN	Non-Terrestrial Network
SG	Study Group
WP	Working Party
WRC	World Radiocommunication Conference

참고문헌

- [1] Rec. ITU-R SA.1158-3, 2003.
- [2] ITU-R Resolution 248 (WRC-19), 2019.
- [3] ITU-R WP4C, Report of the twenty-sixth meeting of Working Party 4C (5-13 July 2021), Annex 12 - Work plan for WRC-23

- agenda item 1.18, 2021, <https://www.itu.int/md/R19-WP4C-C-0245/en>
- [4] ITU-R WP4C, Report of the twenty-sixth meeting of Working Party 4C (5-13 July 2021) (Virtual Meeting), Annex 8-Working document towards a preliminary draft new Report ITU-R M.[NB-MSS], 2021, <https://www.itu.int/md/R19-WP4C-C-0245/en>
- [5] ITU-R WP4C, Report of the twenty-sixth meeting of Working Party 4C (5-13 July 2021) (Virtual Meeting), Annex 9-Working document towards a preliminary draft new Report/[Recommendation] ITU-R M.[NB.MSS.COMPATIBILITY], 2021, <https://www.itu.int/md/R19-WP4C-C-0245/en>
- [6] 대한민국 주파수 분배표, 2020년.
- [7] <https://www.satellitetoday.com/iiot/2021/05/04/echo-star-mobile-and-semtech-to-test-satellite-iot-connectivity-service>
- [8] <https://www.semtech.com/company/press/semtech-and-echo-star-mobile-to-test-satellite-iot-connectivity-service-integrated-with-lorawan?>
- [9] <https://www.nanosats.eu/org/helios-wire>
- [10] <https://omnispac.com/omnispac-selects-thales-alenia-space-to-develop-satellite-infrastructure-for-its-global-hybrid-network-vision>
- [11] <https://www.intelligent-aerospace.com/satcom/article/14199988/lockheed-martin-omnispac-5g>
- [12] <https://www.satellite-evolution.com/post/3gpp-endorses-the-sateliot-scenario-and-includes-nanosatellite-constellation-in-5g-iot-standard>
- [13] <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/s/sateliot-iot>
- [14] A. Minea and J.A. Manner, Reply Comments in Opposition of Dish Network Corporation, EchoStar Satellite Services LLC, EchoStar Global Pty Ltd, EchoStar Mobile Limited and Hns de Mexico S.A. DE C.V., Dec. 21, 2020.