

지상망과 위성망 통합에 따른 규제 체계 변화: 주파수 이용을 중심으로

김태한

한국전자통신연구원 ICT전략연구소

taehan@etri.re.kr

Regulatory Regime Change in Terrestrial and Satellite Network Integration: Focusing on Spectrum Use

Taehan Kim

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

이동통신 기술이 4G에서 5G 및 6G로 진화함에 따라, 기존에는 분리되어 있던 지상망과 위성망을 통합하여 운영하는 방안에 대한 기술적, 정책적 논의가 진행되고 있다. 지상망과 위성망이 통합되면서 주파수 이용 정책, 시장 진입 및 경쟁 정책 등에 변화가 발생할 것으로 전망되며, 특히 이동통신용과 위성통신용으로 분리되어 분배 및 할당되던 주파수의 이용 형태가 변화하면서 새로운 규제 체계가 형성될 것으로 보인다. 본 논문에서는 지상망과 위성망에 대한 현재의 규제 체계를 정리하고, 이들이 통합될 경우 나타날 수 있는 새로운 주파수 이용 형태에 따라 기존의 규제 체계가 변화하는 방향 및 시사점을 탐색한다.

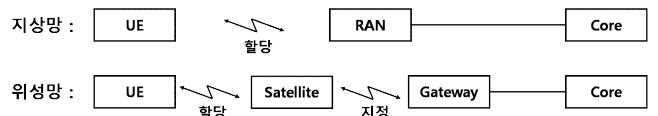
I. 지상망과 위성망 통합

5G 및 6G 기술과 서비스가 발전함에 따라, 지상망과 위성망이 통합되는 지상-위성 통합망(Integrated Satellite-Terrestrial Network)을 구성 및 운용하기 위한 기술적, 정책적 논의가 진행되고 있다. 이동통신의 표준화를 사실상 주도하고 있는 3GPP는 Release 15부터 지상망의 한계를 극복하기 위한 위성망과의 연동 필요성을 강조하기 시작했으며, Release 17에서는 비지상네트워크(NTN; Non Terrestrial Network)의 표준화를 시작한 바 있다[1]. 전통적인 지상 이동통신망은 단말-무선접속망(RAN; Radio Access Network)-코어망(Core Network)으로 구성되며, 위성망은 단말-위성-게이트웨이-코어망으로 구성되는데, 이들 네트워크가 통합되어 운용되면 주파수 이용의 구분, 단말의 구분, 설비(기지국, 위성, 게이트웨이 등)의 구분 등이 모호해지게 되며, 사업자 선정 및 시장 경쟁 정책에도 변화가 발생할 것으로 예상된다. 특히, 주파수 이용의 경우 종전에는 지상망과 위성망용 주파수가 별도로 분리되어 분배 및 할당(일부 주파수는 지정)되었는데, 단말과 설비가 지상망과 위성망 구분없이 동일 주파수를 사용하게 되면 이를 수용하기 위한 규제 체계의 변화가 필요하므로, 주파수 이용 형태의 변화를 자세히 살펴볼 필요가 있다. 본 논문에서는 지상망과 위성망에 대한 주파수 할당 및 지정 등 현재의 규제 체계를 알아보고, 지상망과 위성망 통합에 따라 설비 및 주파수가 혼용되어 사용되는 주파수 이용 형태의 변화를 유형별로 정리한다. 또한, 이러한 주파수 이용 형태의 변화를 수용하기 위해 주파수 분배, 할당, 무선국 관리 등의 전파 이용 규제 및 시장 경쟁 정책이 변화하는 방향을 살펴본 후, 이들 변화가 가지는 방향 및 시사점에 대해 논의한다.

II. 주파수 이용 형태 변화

먼저, 지상망과 위성망에 대한 현재의 규제 체계를 주파수 이용과 관련하여 정리한다. <그림 1>에서 보듯이, 지상망은 단말(UE), 무선접속망(RAN), 코어망(Core)로 이루어져 있으며, 단말과 무선접속망간의 주파수에 대한 이용권리는 '할당' 방식으로 이동통신사업자에게 부여된다. 해당

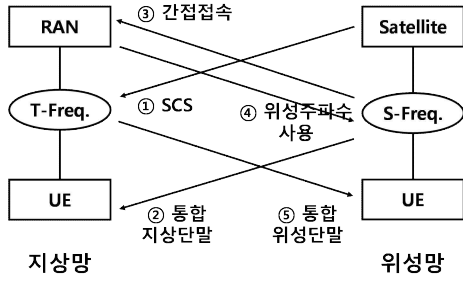
주파수는 과거 1GHz 이하 대역에서 시작하여 현재는 수십 GHz 대역까지도 이미 상용화되고 있어 위성이 사용하는 주파수 대역과의 구분이 사실상 어렵게 되었다. RAN과 Core 사이는 주로 유선으로 연결되나, 광케이블 등 유선망 포설이 어려운 경우에는 마이크로웨이브 등을 이용한 무선 백홀을 사용하는 경우도 있다. 위성망의 경우 단말(UE), 위성(Satellite), 게이트웨이(G/W), 코어망(Core)으로 구성되며, 단말과 위성간 User Link 주파수의 이용권리는 '할당' 방식으로 위성통신 사업자에게 부여된다. 위성망과 게이트웨이간 Feeder Link의 주파수는 '지정' 방식으로 각 무선국에 지정되며, 게이트웨이와 코어망은 주로 유선으로 연결된다. 외국 위성사업자가 우리나라에서 사업을 하고자 할 경우에는 해당 User Link 주파수에 대한 권리를 우리나라 정부가 부여하기 어려우며, 전기통신사업법 제 87조에 따른 '기간통신역무의 국경 간 공급' 절차에 따라 외국 사업자와 협정을 체결한 국내 사업자가 해당 위성통신 사업을 하게 된다.



<그림 1> 지상망과 위성망의 구성 및 주파수 이용권리 부여

지상망과 위성망이 통합될 경우 앞서 언급한 바와 같이 주파수의 이용에 변화가 생기며, 단말, 위성, 장비(기지국 등)들은 당초 지상망 및 위성망 용도로 구분되어 분배 및 할당(지정)된 주파수들을 상호간 협정 등을 통해 공유하여 사용하게 될 전망이다. <그림 1>에서 살펴본 주파수 이용 방식 중 UE-RAN간(지상망) 및 UE-Satellite간(위성망)의 망 구성요소 및 이용 주파수들을 <그림 2>에 표시하였으며, 지상망과 위성망이 통합될 경우 나타날 수 있는 주파수 공유도 지상망 부분과 위성망 부분 사이의 화살표(방향은 Downlink의 방향을 의미)로 표시하였다. 본 논문에서는 '주파수 공동사용'보다 더 넓은 의미로, 지상망과 위성망 사업자가 서로의 주파수를 임대 협정 등을 통해 같이 사용하는 경우를 '공유'라고 부르기로 한다. 지상망으로만 사용되던 주파수는 T-Freq.로, 위성망으로만 사용되

던 주파수는 S-Freq.로 표시하였다.



<그림 2> 지상망과 위성망 통합시 주파수 이용 형태 변화

①은 지상 및 위성 사업자가 협정을 맺고 기지국 커버리지 밖에서 위성 사업자가 지상용으로 할당된 주파수를 이용하여 단말에 서비스를 제공하는 형태이다. 미국 FCC는 이를 SCS(Supplemental Coverage from Space)라고 부르며, 새로운 규제체계 마련을 위해 2023년 3월 17일 NPRM(Notice of Proposed Rulemaking)을 발행하였고[2], 2024년 3월 15일 이를 채택하는 R&O and FNPRM(Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking)을 발행하였다[3]. ②는 ①과 유사하나 위성용 주파수를 이용해 지상망 가입자(통합지상단말)에게 서비스를 제공하는 형태이다. FCC가 채택한 SCS와는 구분되는 개념이나, 단말관점에서는 위성으로부터 서비스를 제공받는 것은 동일하므로 FCC의 정책 결정 과정에서도 이를 고려하고 있고[2][3], 단말에 직접 서비스를 제공하므로 'Direct to Cell' 이라고도 부른다. ③은 단말이 지상에 위치한 기지국 등을 통해 위성에 접속하는 것을 의미하는데, 간접접속(Indirect Access)이라고도 부르고, RAN과 Core간의 연결(Backhaul)이 위성망을 통해 이루어지므로 Backhauling이라고도 한다[4]. ④는 RAN이 위성망에 할당된 주파수를 사용하는 경우로, 위성 단말에 지상 서비스 사업자가 직접 서비스를 제공하거나, 위성용 주파수를 사용하여 자사 가입자에게 서비스를 제공하는 경우도 나눌 수 있다. 이동통신용 주파수가 점차 고대역으로 옮겨가면서 위성용 주파수 대역에 근접하고 있음을 고려하면, 6G에서는 위성용 주파수를 공동사용하는 경우가 발생할 수도 있을 것이다. ⑤는 지상망 사업자가 자사 주파수를 이용하여 위성망 가입자(통합위성단말)에게 서비스를 제공하는 경우이며, 스마트폰 등 지상망 단말은 누구나 보유하고 있음을 고려하면 지상에 위치한 일반 단말 형태보다는 위성망과 지상망을 같이 이용해야 하는 단말 형태(UAV 등)에 더 적합한 체계이다.

III. 주파수 및 시장 정책 변화

지금까지 살펴본 5가지 주파수 이용 형태의 변화가 기존의 주파수 정책 및 시장 정책의 변화에 미치는 영향을 살펴본다. 주파수 이용 형태의 변화를 [표 1]에 세로로 나열하였으며, 가로축으로는 주파수 정책 및 시장 정책 중 중요도가 높은 주파수 분배, 주파수이용권 부여(할당 등) 및 주파수 이용대가 부과, 무선국 관리(단말 및 기기에 대한 인증 포함), 시장 및 경쟁 정책 등을 표시하였다. 그리고 5가지 주파수 이용 형태의 변화를 수용하기 위한 주파수 및 시장 정책의 변화 내용과 방향을 해당 셀에 간략히 정리하였다.

①의 경우, 이동통신용으로만 분배된 주파수를 위성용으로도 사용할 수 있게 변경하는 절차가 필요하며, 위성망-지상망 사업자간 협정을 통해 주파수 임대 등이 발생하므로 이를 수용할 수 있는 체계 마련이 필요하다. ②의 경우 주파수 분배 변경은 없으나 지상 단말이 위성 주파수를 사용하여 우주국과 통신하므로 무선국 허가 변경 및 인증 변경이 필요하다. ① 및 ②의 경우 국내 시장에 진출한 외국 위성사업자가 국내 이동통신시장

에도 진출할 수 있으므로 규제 체계 마련이 필요하다. ③의 경우는 위성용 주파수를 백홀 용도로도 활용할 수 있으므로 이를 고려한 대가 조정이 필요하며, 이동사는 산간, 오지 등 위성사업자의 시장영역에서도 네트워크를 구성하여 가입자를 유치할 수 있으므로 새로운 형태의 경쟁이 나타날 것으로 보인다. ④의 경우 위성용으로 분배된 주파수의 이동통신용도 추가가 필요하며(주파수 공동사용의 경우), 기지국의 통신상대방에 대한 재정의가 필요하다(위성 단말에 직접 서비스 제공시). ⑤의 경우는 ②의 경우와 유사하게 무선국 허가 변경 및 인증 변경이 필요하다.

[표 1] 주파수 이용형태 변화와 규제 체계 변화

구분	주파수 분배	주파수이용권 및 대가부과	무선국 관리	시장 및 경쟁정책
① SCS	분배 추가 (이동→위성)	임대 및 공유, 대가 조정	우주국허가변경, (주파수 추가) 통신상대방변경	위성사업자 이동시장진출, 외국사업자 규제체계마련
② 통합 지상단말	-	대가 조정	우주국허가변경, 통신상대방변경 단말인증체계	이동사-위성사업자 경쟁 (이동사가 위성사업자 시장영역에 진출 가능)
③ 간접접속	-	대가 조정 (Backhaul)	기지국허가변경 (지구국과 통합)	
④ 위성주파수 사용	분배 추가 (위성→이동)	임대 및 공유, 대가 조정	기지국허가변경 (주파수 추가) 통신상대방변경	
⑤ 통합 위성단말	-	대가 조정	지구국허가변경 통신상대방변경 단말인증체계	

IV. 시사점

주파수 및 시장 정책의 변화 내용 및 방향을 살펴본 결과 도출된 시사점은 다음과 같다. 먼저 주파수의 지상망용 또는 위성망용의 구분이 사라지게 될 것으로 보이며, 이에 따라 분배 구분, 무선국의 국종 구분 및 업무 구분이 모호하게 될 것으로 보인다. 예를 들어, 기지국이 지구국과 통합되거나(간접접속의 경우), 기지국이 지구국과 통신하는 경우(위성주파수 사용 또는 통합 위성단말의 경우)도 발생할 것이다. 또한, 시장의 구도 및 경쟁 체계가 변화할 것으로 예상되며, 특히 외국 사업자의 국내 진출시 이를 적절히 규제하기 위한 장치 마련이 필요할 것으로 보인다. 마지막으로, 주파수의 이용형태가 변화하면 해당 주파수의 가치가 변경되므로, 적절한 주파수 이용대가 산정 및 조정이 필요할 것으로 생각된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. RS-2023-00217885, 주파수 이용효율 향상을 위한 통합형 간섭분석 기술 개발)

참고 문헌

[1] 3GPP, "Non-Terrestrial Networks (NTN)", <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>.

[2] FCC, "Single Network Future: Supplemental Coverage from Space", Notice of Proposed Rulemaking, 2023.3.

[3] FCC, "Single Network Future: Supplemental Coverage from Space", Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, 2024.3.

[4] Florian Völk et al, "Field Trial of a 5G Non-Terrestrial Network using OpenAirInterface", IEEE Open Journal of Vehicular Technology, 2022.5.