

비정지궤도 위성시스템의 주파수 및 궤도 이용 규정 및 절차에 관한 연구

박종민, 오대섭*
한국전자통신연구원

jongmin@etri.re.kr, *trap@etri.re.kr

A study on the regulatory provisions and procedure for the use of orbit and radio-frequency by non-geostationary satellite systems

Jongmin Park, Dae-Sub Oh
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

본 논문은 낮은 비용과 빠른 시스템 구축의 장점으로 점차 관심과 활용이 증가하고 있는 비정지궤도 위성시스템의 운용을 위해 필수적인 위성 궤도 및 무선 주파수 자원을 확보하고 이용하는데 요구되는 국제 규정 및 절차에 대한 연구 결과 및 진행 사항을 분석하였다.

I. 서 론

저궤도 위성은 위성 고도가 낮아 소형의 안테나를 이용하여 대용량의 데이터 통신을 전송할 수 있는 수 있는 장점이 있고 주파수 재사용 효율이 높아 현재 위성통신에 할당된 주파수만으로도 대용량의 통신서비스가 가능해 지금까지 정지궤도 위성이 제공하기 힘든 지역이나 국가에도 저가로 통신서비스를 제공할 수 있다.

최근 들어 활용이 급증한 소형 위성을 이용하는 위성통신 서비스로는 IoT/M2M, 인터넷/데이터 통신, 데이터 중계, AIS 나 ADS-B 등의 항공/해상 자산 추적, RF 스펙트럼 모니터링 등이 있으며, 대부분 군집 위성에 의한 글로벌 서비스로 설계되어 수십 기의 위성을 발사하여 운용할 계획으로 진행되고 있다.

본 논문에서는 WRC-19 회의 결과 및 WRC-23 의제 연구를 중심으로 비정지궤도 위성시스템의 궤도 및 주파수 이용을 위한 규정/절차와 관련된 연구 결과 및 동향을 분석한다.

II. 본론

저궤도 위성서비스는 정지궤도 위성에서 서비스 불가능한 양 극지방까지 서비스가 제공될 수 있어 이 지역을 통과하는 선박이나 항공기에도 위성통신 서비스를 제공할 수 있는 이점이 있다. 따라서 저궤도 위성통신 서비스는 지상의 고정통신 수요자뿐만 아니라 항공기나 선박 등과 같은 이동체에도 동시에 서비스가 가능한 글로벌 통신서비스이다.

OneWeb, SpaceX 및 Amazon 등 이 분야의 대표 기업들은 전 세계의 자본 시장에서 저궤도 위성통신 사업을 위한 자금을 상당한 수준으로 확보하고 있으며 이를 기반으로 실제 소형 위성으로 구성된 저궤도

위성망을 구성하여 기술검증을 위한 시험을 진행하고 있으며 상당한 수준의 통신능력을 이미 확인한 바 있다. <표 1>은 대표적인 위성사업자들의 위성 발사 및 서비스 제공 계획을 정리한 것이다[1-4].

<표 1> 주요 글로벌 저궤도 위성 사업자와 위성발사 계획

위성사업자	주요 내용
SpaceX	<ul style="list-style-type: none"> 2027년까지 12,000개 저궤도 위성 발사 계획 2021년 5월 현재 1,565개 위성 발사 광대역 인터넷 서비스(일부 군사, 과학연구, 탐구용)
OneWeb	<ul style="list-style-type: none"> 2021년까지 648개의 저궤도 위성 발사 계획 2021년 4월 현재 182개 위성 발사 광대역 인터넷 서비스(2021년 유럽/미주, 2022년 글로벌)
Telesat	<ul style="list-style-type: none"> 2028년까지 298개 저궤도 위성 발사 계획 (최종 1,671개 위성 목표) 2023년까지 30개 위성 발사 예정 광대역 인터넷 서비스
Amazon	<ul style="list-style-type: none"> 2029년까지 3,236개 저궤도 위성 (98개 궤도면) 발사 계획 (2026년까지 50% 발사 계획) 광대역 인터넷 서비스

상기 위성 시스템의 구축을 통해 다양한 서비스 제공을 위해서는 해당 위성망의 궤도 및 주파수 자원 확보가 필수적인 요소이며, 이 자원은 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union)에 국제등록을 통해 확보 해야 하며 회원국들이 결정한 전파규칙 상의 규정 및 절차를 준수해야 한다.

세계전파통신회의(WRC, World Radiocommunication Conference)에서는 전파규칙의 개정을 논의하는데, 최근의 추세를 분석해 보면 비정지궤도 위성시스템에 대한 규정

및 절차의 개정에 대한 이슈가 상당히 많이 검토되고 있으며, 최근 개최된 WRC-19 회의에서 논의된 비정지궤도 위성시스템의 규정 및 절차 개정에 대한 논의 결과를 정리하면 다음과 같다[5-6].

비정지궤도 위성시스템의 Q/V 대역 이용이 점차 증가함에 따라 37.5~39.5 GHz (우주대지구), 39.5~42.5 GHz (우주대지구), 47.2~50.2 GHz (지구대우주), 50.4~51.4 GHz (지구대우주) 대역 비정지궤도 고정위성업무 위성시스템에 대한 기술적, 운용적 이슈 및 규제적 규정 등에 대한 연구가 수행되었다. 연구결과를 토대로 논의한 결과, 비정지궤도 고정위성시스템 운용 규정을 개정하여 비정지궤도 고정/이동위성업무 시스템간 전파규칙 제 9.12 호에 따른 조정절차를 적용하도록 하고, 단일/다수 비정지궤도 위성시스템의 간섭 영향으로부터 정지궤도 위성망의 성능 보장을 위한 기준값 (정지궤도 위성망의 성능 열화 제한값, 3%) 등을 명시하였다. 또한, 인접대역의 지구탐사위성업무(수동) 보호를 위한 비정지궤도 위성 시스템의 대역외 송신전력 제한값 (-42 dBW/200MHz 등)을 결의 750 (WRC-19 개정)에 명시하였다.

OneWeb, StarLink 등과 같이 대규모의 군집위성 구축 시 전파규칙에 운용개시 관련 규정이 미비하였고, 또한 7 년 이내 모든 위성시스템을 구축하는 것이 비현실적이라는 상황을 고려하여 운용개시의 규정적 기한인 7 년을 경과하여 3 단계를 설정하고 각 단계별로 시스템을 구축하여 실제 구축한 시스템 현황을 국제주파수등록원부에 기재되도록 관련 규정(결의 35 (WRC-19))을 개발하였다. 먼저, 1 기의 위성으로 등록된 궤도 상에서 90 일간 연속적으로 운용할 경우 운용개시 한 것으로 간주하고, 특정 주파수 대역과 무선업무에서 비정지궤도 위성시스템의 우주국 주파수 할당 구현을 위한 단계적 기반의 구축 방식(1 단계: 2 년(10%), 2 단계: 5 년(50%), 3 단계: 7 년(100%))을 채택한 것이다. 본 방식의 채택을 통해 무선 주파수 스펙트럼의 비축 방지, 조정 메커니즘의 적절한 기능, 그리고 비정지궤도 위성시스템이 구축과 관련된 운용적 요구사항 간의 균형을 고려한 결과로 평가된다.

비정지궤도 위성망 또는 위성시스템과 관련하여 각 국가들이 조정자료를 제출하면 ITU 전파통신국이 잠재적으로 간섭의 영향을 받는 위성망 또는 시스템의 목록을 공표하지 않았으나, 각 국가들의 조정절차 수행의 용이성을 고려하여, 조정 대상 식별 결과 (위성망/위성시스템)를 공표하고, 식별 결과에 대한 이의 제기 절차 후 조정 대상 위성망/위성시스템의 확정적 목록을 공표하도록 전파규칙 제 9 조의 규정을 개정하였다.

또한, 비정지궤도 위성시스템 국제등록에 필요한 전파규칙 부록 4 의 데이터 항목을 개정하여 조정절차 미적용 비정지궤도 위성시스템의 국제등록 궤도 정보를 추가하였다. 궤도면 수 항목의 하위 항목에 궤도면 식별 정보 등 다수 항목이 추가되었고, ITU-R 권고 S.1503-3 개정에 의해 추가로 요구되는 전송제원 정보가 보완되었다.

연구 또는 실험 목적의 소형 비정지궤도 위성시스템의 경우 위성 임무 수명이 매우 짧아 기존의 규정 및 절차의 간소화 적용에 대한 요구가 제기되어 이에 대한 규정 연구를 통해 보다 단순화된 규정 및 절차를 개발하여 전파규칙 제 5 조 및 제 11 조를 개정하고, 결의 32 (WRC-19) 신설하였다. 통고서 접수 가능일을 사전공표자료 공표일 이후 6 개월에서 4 개월로 단축하였고, 전파통신국국 사전공표자료 공표 기한을 완전한 자료 접수 이후 3 개월에서 2 개월로 단축하였다.

다만, 최대 3 년의 수명(연장 및 운용휴지 불가), 위성은 최대 10 개 등의 조건에 해당되어야 하며, 해당 위성의 국제등록 국가들이 동 절차의 적용 대상으로 신청해야 간소화된 규정과 절차의 대상이 될 수 있다.

현재, 정지궤도 위성망 우주국의 경우 궤도 허용 오차에 대한 규정이 있으나, 비정지궤도 우주국에 대한 궤도 특성 허용 오차에 대한 규정이 없다. WRC-19 에서 이런 상황을 고려하여, 긴급 이슈로 고정위성업무, 이동위성업무, 방송위성업무 궤도 특성의 오차 허용 범위에 대한 연구를 ITU 의 전파통신부문인 ITU-R 에 요구하였고, 현재, ITU-R 의 동 주제의 책임연구그룹인 WP (Working Party) 4A 가 우주국 원지점 고도 (altitude of the apogee), 우주국 근지점 고도 (altitude of the perigee), 궤도면 근지점 인수 (argument of the perigee of the orbital plane) 및 궤도면 경사각 (argument of the perigee of the orbital plane) 등의 파라미터의 허용 오차에 대한 연구를 수행하고 있다.

앞서 언급한 WRC-19 에서 제정된 결의 35 (WRC-19)에 따라 일부 고정위성, 이동위성, 방송위성업무용 주파수 대역을 이용하는 비정지궤도 위성시스템의 경우, 운용개시 후 단계별 구축 절차에 따라 통고된 위성 수와 구현되어 배치된 위성 수를 일치시켜야 하는데, 단계별 구축 절차가 완료된 이후, 배치된 위성 수가 감소하는 경우, 해당 국가는 이를 전파통신국에 통지하도록 되어 있으나, WRC-19 는 긴급한 사안으로 결의 35 (WRC-19)에 정의된 통지와 관련된 단계별 구축 이후 절차를 ITU-R 로 하여금 개발할 것을 요청하였고, 현재 ITU-R WP 4A 에서 관련 연구를 수행 중이다.

III. 결론

본 논문에서는 점차 활용이 증가하고 있는 비정지궤도 위성시스템의 운용을 위해 필수적인 궤도 및 주파수 자원을 확보하고 이용하는데 요구되는 국제 규정 및 절차에 대한 연구 결과 및 진행 사항을 분석하였다.

비정지궤도 위성망 국제등록을 위한 국제 규정 및 절차뿐만 아니라 위성 선진 국가들의 자국내 비정지궤도 위성시스템 허가 등의 규정 및 절차의 세밀한 분석을 통해 우리나라 비정지궤도 위성시스템의 안정적 운용과 활용 촉진을 위한 적절한 국내 규정 및 절차의 개발이 필요할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2021 년도 과학기술정보통신부의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(2021-0-00719, 비정지궤도 위성망 주파수 간섭평가/공유기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] Amy Thompson, "SpaceX's Star Wars Day launch puts 60 Starlink satellites in orbit, lands rocket," May 2021, (<http://www.space.com>)
- [2] <http://arianespace.com>
- [3] <http://telesat.com>
- [4] Jonathan O'Callaghan, "Amazon Is Going To Add 3,000 More Satellites Into Earth's Orbit," July 2020, (<http://www.forbes.com>)
- [5] ITU, *Final Acts WRC-19*, 2019
- [6] ITU, *Radio Regulations*, 2020