

글로벌 위성 궤도 및 주파수 자원 이용에 대한 분석

박종민*, 오대섭*

Analysis of Global Use of Satellite Spectrum and Orbit Resources

Jongmin Park*, Dae-Sub Oh*

요약

위성산업 분야는 매년 꾸준히 수익이 증대되어 오고 있으며, 새로운 위성 서비스 제공을 위한 다양한 위성시스템의 활용을 시도하고 있다는 점을 고려하여, 본 논문에서는 먼저 글로벌 위성산업 발전과 트렌드를 분석하였다. 이러한 위성의 활용을 위해서는 위성 궤도 및 주파수가 필수적으로 요구되는 자원이므로 비정지 및 정지궤도를 이용하는 위성망 또는 위성시스템의 주파수 이용 및 국제등록 현황을 분석하였고, 또한 위성 궤도 및 주파수 자원의 이용과 관련된 국제 규정의 최근 개정 동향을 분석하였으며, 우리나라 인접 국가들의 위성 이용 현황을 고려하여 우리 정부가 인식해야 할 시사점을 제시하였다.

키워드 : 위성, 산업, 스펙트럼, 궤도, 규정

Key Words : satellite, industry, spectrum, orbits, regulations

ABSTRACT

Considering that the satellite industry sector has been steadily increasing in profits every year, and is attempting to utilize various satellite systems to provide new type of satellite services, the development and trends of the global satellite industry were first analyzed in this paper. As satellite orbits and frequencies are essential resources for utilizing these satellites, we analyzed the current status of frequency uses and international registration of satellite networks or satellite systems using non-geostationary orbit (non-GSO) and geostationary orbit (GEO), analyzed trends in the recent revision of international regulations related to the use of satellite orbits and frequency resources, and suggested implications for the Korean government to recognize considering the current status of satellite operations in neighboring countries.

I. 서론

위성은 초기 개발 및 유지 비용이 높은 반면 넓은 커버리지, 거리와 무관한 비용, 넓은 대역폭, 서비스 품질의 균일성, 지상 재난 안전성 등의 장점을 가지고 다양한 응용분야에 활용되고 있다.

인공지능과 머신러닝, 바이오 테크놀로지 및 IoT (Internet of Thing) 등은 제4차 산업혁명을 구현하는 새로운 기술이며, 이러한 기술들은 뚜렷이 구분되지만 모두 어디에서나, 점점 더 빠른 연결성이 전제가 되어야 하고, 이러한 연결성을 전 세계 수십억 인구에게 제공할 수 있는 위성 기술 능력이 제4차 산업혁명

※ 본 연구는 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행되었습니다.(2018-0-01470, 위성 망과 5G 이동통신시스템 간 주파수 간섭분석기술 기반 주파수 자원 확보 및 보호 국제 표준화 연구)

• First Author : Electronics and Telecommunications Research Institute, jongmin@etri.re.kr, 책임연구원, 정회원

* Electronics and Telecommunications Research Institute, trap@etri.re.kr, 책임연구원, 정회원

논문번호 : 202006-131-A-RN, Received June 17, 2020; Revised June 24, 2020; Accepted June 29, 2020

의 핵심이 될 수 있다.

본 논문에서는 최근 수익 현황 검토를 통해 글로벌 위성 산업동향을 분석하고, 위성 산업의 필수 요소인 궤도 및 주파수 자원과 관련하여 비정지 및 정지궤도를 이용하는 위성망 또는 위성시스템의 국제등록 현황, 최근 규정 개정 동향과 시사점 등을 고찰하였다¹⁾.

II. 글로벌 위성 트렌드 및 산업 동향 분석

그림 1은 UCS(Union of Concerned Scientists) 위성 데이터베이스에서 2019년 9월 현재 지구 주위에서 전 세계적으로 운용중인 위성 현황을 정리한 것이다²⁾. 미국이 가장 많은 1,007개의 위성을 운용 중이고, 저궤도 상에 운용되는 위성이 1,468개로 가장 많은 것을 알 수 있다.

그림 2는 상기와 같이 운용되는 전 세계 위성 분야의 트렌드를 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이, 현재 위성 분야에서는 소형 위성 활용의 확대, 저궤도 이용의 증가, 위성의 5G/6G 지원 및 IoT 응용의 확장 등을 주요 트렌드로 요약할 수 있다.

소형 위성은 적은 비용으로 신속하게 발사하여 지구 관측, IoT, 환경 감시 등의 분야에 활용될 수 있다.

정지궤도의 포화로 인해 소형 위성이 운용 가능한 저궤도의 이용이 증가하고 있는데, 저궤도는 정지궤도와 달리 저지연 및 저비용의 장점을 가지고 대규모 군집 위성시스템을 구축하여 광대역 서비스 등 다양한 서비스 분야에 활용될 수 있다.

위성이 광대역 이동 백홀의 역할을 효과적으로 제공할 수 있으며, 재난/원격 지역 등 지상망이 커버할 수 없는 상황에 적절한 접속을 가능하게 할 수 있다.

따라서, 5G 뿐만 아니라 6G에서도 위성과의 연계를 같이 고려하는 것이 필요할 것이다.

지상망이 커버할 수 없는 커버리지 갭을 해결하고, 자원탐사, 물류 등의 신산업 창출과 지원이 가능하도록 위성이 IoT 응용 분야를 확장할 수 있다.

이러한 트렌드를 기반으로 전 세계적으로 위성 산업은 지속적인 성장을 이루어 오고 있다. 최근의 시장 전망에 따르면 2021년까지 통신 분야 전체 수익이 비디오 분야를 능가할 것으로 예측되고, 이는 가까운 시일 내 저비용의 신규 VHTS(Very High Throughput Satellite) 시스템과 비정지궤도 위성의 활용이 뒷받침하기 때문이다³⁾.

또한, 정부 지원 아래 시작한 민간 우주기업들은 2010년 이후 시장을 형성하였고, 정부 투자를 받은 민간기업이 상품과 서비스를 내놓고 이를 다시 정부가 구매하는 생태계를 갖춘 뉴 스페이스의 시대가 도래하였으며, 우주재단(Space foundation)이 조사한 결과에 따르면 우주와 관련된 전 세계 경제규모는 2010년 2,243억 달러에서 2017년 3,835억 달러로 7년새 71% 증가하였다⁴⁾.

세부적인 글로벌 위성 산업 동향을 분석하기 위해 미국의 위성산업협회 (Satellite Industry Association)에서 발표한 보고자료를 참조하였다⁵⁾. 2018년까지 지난 8년간 연도별 글로벌 위성산업의 수익 동향을 나타낸 그림 3을 참조하면, 2018년말 현재 \$2,770억으로 2017년 대비 약 3%의 성장률을 보였으며 이는 전 세계 경제 성장률(3.7%)보다 약간 낮은 수준인 것으로 나타났다. 또한, 지난 8년 대비 1.6배의 성장을 이루었음을 알 수 있다.

2018년도 현재 글로벌 위성산업 수익 현황은 그림

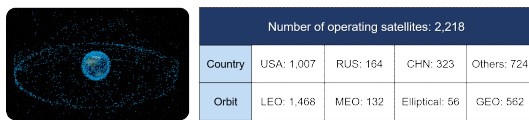


그림 1. 전 세계 운용 위성 현황
Fig. 1. Status of global operating satellites



그림 2. 위성 분야 트렌드 개요
Fig. 2. Overview of satellite area

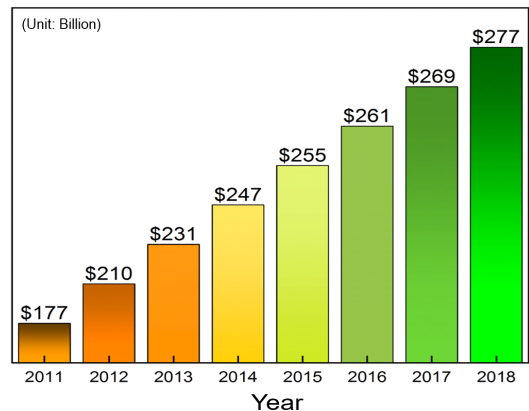


그림 3. 글로벌 위성산업 수익 동향
Fig. 3. Revenue of global satellite industry

4에 각 분야별로 나타내었으며, 각 분야별 세부사항은 다음과 같이 분석된다.

가장 큰 부분을 차지하는 위성 서비스에서는 이동 및 광대역 시장에서 3~12% 수준의 성장을 보였으나 위성 TV 및 중계기 임대 시장을 반영하면 전체적으로 약 1.7% 가량 감소하였다.

위성서비스 분야 수익 현황과 관련하여, 지상장비 분야의 수익은 약 5%의 성장을 보였으며 위성항법 시장 및 망 장비 분야에서 성장을 주도하였고 사용자 장비의 수익은 전년 대비 비슷하거나 약간 감소한 수준인 것으로 나타났다. 위성 제조 분야의 수익은 \$195억으로 전년도 대비 약 26% 수준 증가하였는데, 이는 고지능형 및 군사위성의 발사에 기인하는 것으로 나타났다.

그림 5는 2018년도에 발사된 임무별 위성 현황이다. 2018년도에는 314개의 위성이 발사되었는데, 이중 가장 많은 부분을 차지한 것은 원격감지용 위성인 것으로 나타났다.

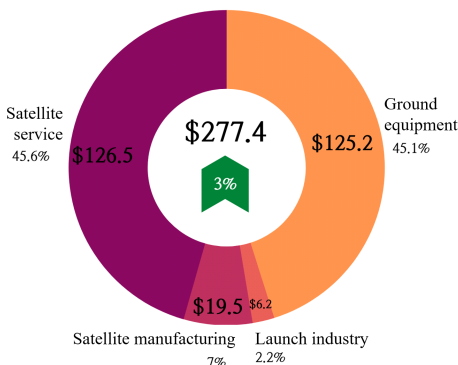


그림 4. 2018년도 글로벌 위성산업 수익 현황 (단위: 십억)
Fig. 4. Revenue of global satellite industry in 2018 (unit: billion)

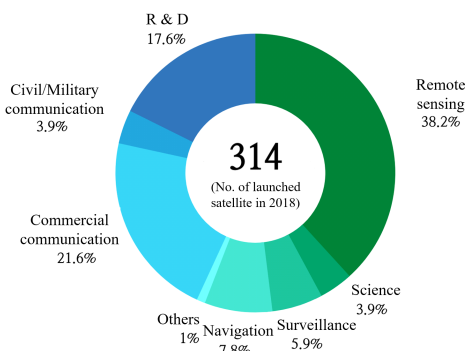


그림 5. 2018년도에 발사된 임무별 위성 현황
Fig. 5. Status of satellites per mission launched in 2018

전 세계적으로 위성 발사 분야의 2018년 수익은 \$62억으로 2017년 대비 34% 증가하였다. 이는 93건의 상용 위성 발사가 주요한 요인이 된 것으로 분석된다. 이중 미국이 차지하는 비율은 약 37%임을 주목할 필요가 있다.

III. 비정지궤도 위성시스템 이용 및 자원 분석

정지궤도의 포화 및 투자 비용의 부담 등으로 인해 소형 위성 등 비정지궤도 위성시스템의 활용에 대한 관심도와 활용이 지속적으로 증대하고 있다. 그림 6은 비정지궤도를 이용하는 소형위성의 활용 동향을 나타낸 것이다. 향후 10년 동안 약 8,600여개의 소형 위성이 발사될 예정이며 2024년~2028년에 걸쳐 연간 평균 880개 증가할 것으로 예상하고 있다⁶⁾.

이러한 추세를 뒷받침 하듯 글로벌 광대역 통신서비스 제공을 위해 OneWeb은 650여기의 소형 위성으로 2021년부터 글로벌 광대역 인터넷 서비스를 제공할 예정으로 2019년 2월 6기의 위성을 발사하였고, 향후 1,980기까지 확장할 계획이다. OneWeb은 2019년 7월 서울에서 6개의 저궤도 위성을 이용한 저지연 접속, 핸드오버, 안테나 포인팅 및 추적 등의 실험을 성공적으로 수행한 바 있다⁷⁾. 그림 7은 OneWeb의 군집 위성 구축 개념도이다.

또한, SpaceX는 2018년 처음으로 2개의 시험위성을 발사하였고, 2019년 5월 60개의 위성을 발사하였다. 2020년 4월 현재 358개의 군집위성이 궤도 상에 있으며, 2021년 또는 2022년까지 약 1,500개의 250kg급 위성을 더 발사하여 글로벌 수준의 광대역 인터넷 서비스를 제공할 예정이다⁸⁾. 그림 8은 SpaceX의 Starlink 군집위성발사 시설을 보여주고 있다.

비정지궤도 또는 정지궤도를 이용하여 위성망 또는

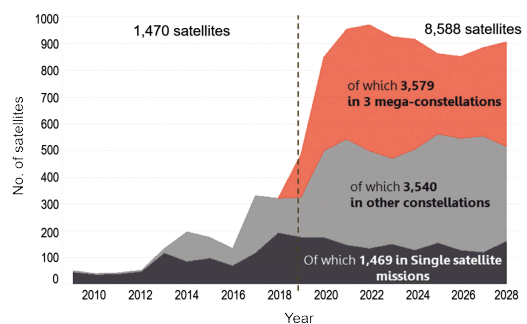


그림 6. 비정지궤도 소형위성 활용 동향 및 예측
Fig. 6. Trend and anticipation for use of non-GSO small satellites

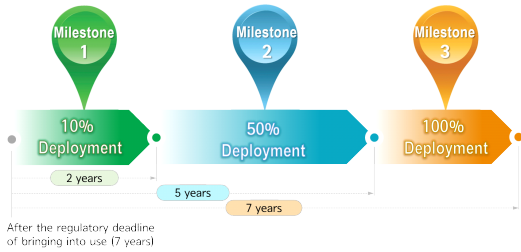


그림 10. 비정지궤도 위성시스템의 단계별 구축 관련 규정 개요
 Fig. 10. Overview of regulation for milestone-based deployment of non-GSO satellite systems

다. 그림 10은 비정지궤도의 대규모 군집위성시스템의 단계별 구축에 요구되는 규정의 개요를 도시화 한 것이다.

IV. 정지궤도 위성망 이용 및 자원 분석

Ka-대역 기술의 점진적 활용 및 최신 기술이 성숙함에 따라 정지궤도 위성망은 광대역 서비스의 성과와 질의 측면에서 다수의 지상망이 제공하는 서비스와 견주거나 또는 그 이상의 수준이 가능해졌다.

이러한 추세를 뒷받침하기 위해 동일한 주파수 대역폭에 대하여 종전의 위성서비스보다 최소한 2~20배 이상의 전송이 가능한 고전송률위성(HTS, high throughput satellite)의 개발과 이용이 증가하고 있다. 그림 11은 2024년까지 정지궤도 HTS 위성에 대한 광대역 용량 수요 예측을 보여준다¹⁰⁾.

2024년까지 1.5 Tbps의 용량 수요가 예측이 되며, 성숙하고 성장하는 시장을 가진 북아메리카가 주도하고 있으며 아태 지역, 라틴 아메리카와 아프리카 등이 그 뒤를 잇고 있다. 수요의 대부분은 광대역 서비스이며 Ka-대역을 이용하여 최대 1.1 Tbps의 용량 수요를 예측하고 있다.

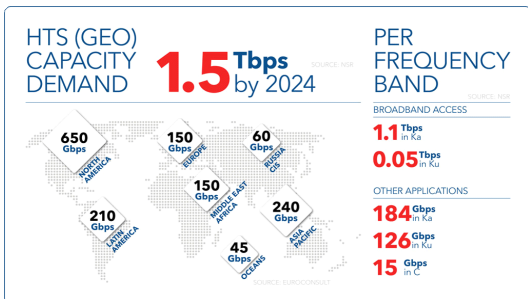


그림 11. 정지궤도 HTS 위성 용량 수요 예측 (~2024)
 Fig. 11. Anticipation of GEO HTS capacity demand (~2024)

그림 12는 정지궤도 HTS 위성 현황을 정리한 것이다.

2011년 발사된 ViaSat-1 정지궤도 위성은 Ka-대역 72개의 빔을 이용하여 북미 지역에 140Gb/s의 전송능력으로 광대역 인터넷 서비스를 제공하고, 2017년에 발사된 ViaSat-2 정지궤도 위성은 300Gb/s의 전송능력을 가지며(탑재 안테나 문제로 260Gb/s 전송속도로 서비스), 3기의 정지궤도 위성으로 전세계에 서비스를 제공할 예정인 ViaSat-3 (2020~2022년 발사예정)는 위성 당 전송능력이 1Tb/s 에 달할 것이다.

앞 절에서도 언급한 바와 같이 이런 정지궤도 위성망을 구현하기 위해서 ITU에 해당 궤도 및 주파수를 등록해야 한다. 궤도/주파수 자원은 한정된 자원이고, 대부분의 위성자원은 선점주의 원칙이 적용되어 확보해야 하므로, 전 세계적으로 정지궤도 위성망 궤도 및 주파수 자원 확보 경쟁이 심화되고 있다. 그림 13은 연도별 L, C, Ku 및 Ka 대역 위성망 국제등록 누적 현황을 나타낸다. 앞서 언급한 바와 같이 확보 경쟁이 심화되면서 국제등록 수가 큰 폭으로 증가하고 있는 추세이다.

그림 14는 궤도별 L, C, Ku 및 Ka 대역 위성망 국제등록 현황을 정리한 것으로, 정지궤도의 포화상태를 확인할 수 있다.

ITU 헌장 제44조는 “무선 주파수 및 위성궤도는

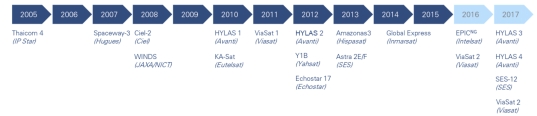


그림 12. 정지궤도 HTS 위성 현황
 Fig. 12. Status of GEO HTS satellites

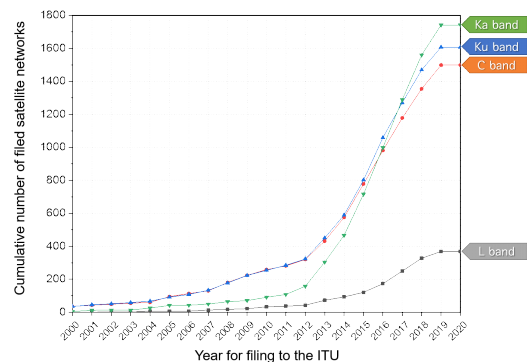


그림 13. 주요 주파수 대역별 정지궤도 위성망 국제등록 누적 현황
 Fig. 13. Cumulative status of GEO satellite network filings for major frequency bands

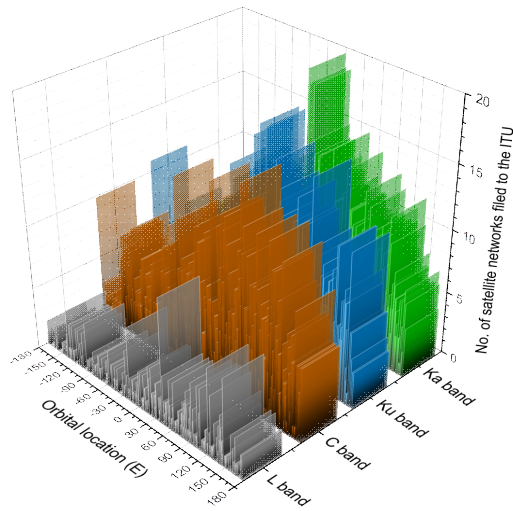


그림 14. 케도별, 대역별 정지케도 위성망 국제등록 현황
Fig. 14. Status of GEO satellite network filings for orbital locations and frequency bands

한정된 천연자원”이라고 명시하고, 이 자원의 합리적 이고, 효율적이고, 경제적이고, 공평한 이용을 동 자원의 이용 원칙으로 규정하고 있다. 전파규칙(RR, Radio Regulations)에서는 위에서 언급한 위성 주파수/케도 자원 이용의 원칙을 보장하기 위해 관련 규정 및 절차를 제시하고 있다.

WRC-12에서는 위성망의 운용개시 및 운용중단과 관련한 규정을 개정한 바 있는데, 총회 의사록에도 언급된 바와 같이 하나의 우주국으로 단기간 내에 다수의 다른 케도 위치에서 운용을 개시하는 것은 해당 규정 개정의 의도가 아니라는 점을 분명히 하면서도, 위성 사업자 또는 국가가 위성체 이동의 타당한 사유가 있을 수 있다는 점도 인식하였다. 이러한 이슈를 WRC-15 의제 7 (위성망 국제등록 규정/절차 개선)의 한 이슈로 선정하여 하나의 우주국으로 단기간 내에 다수의 다른 케도 위치에서 운용 개시하는 규정/절차에 관한 방안을 연구하였다. 그 결과, WRC-15에서 결의 40 (WRC-15)를 채택하여 운용개시 또는 운용재개 통보시 해당 우주국이 3년 이내에 다른 케도 위치에서 운용개시 또는 운용재개에 활용되었는지 구체적 정보를 명시하도록 규정하였다.

그림 15는 해당 결의 발효 이후 2020년 2월까지 동 결의에 따라 ITU에 운용개시/재개시를 통보한 자료를 분석한 결과이다.

상기 결의가 발효된 2015년 11월부터 2020년 2월까지 운용개시/운용재개를 통보한 위성망 제출 수는 499건이었고, 이 중 타 케도에서 운용개시/운용재개에

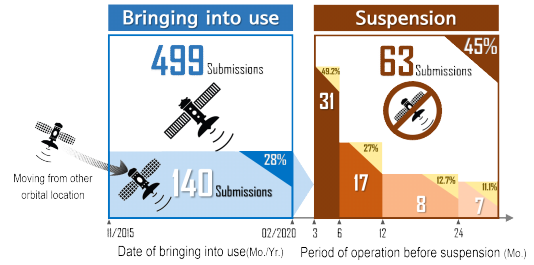


그림 15. 결의 40(WRC-15)에 따라 운용개시/운용재개 통보 자료 분석 결과
Fig. 15. Analysis results of information on bringing/bringing-back into use according to Resolution 40 (WRC-15)

이용한 위성을 이동하여 운용개시/운용재개한 것은 140건으로 약 28%에 달한다. 그러나, 이 140건의 국제등록 위성망들 중 63건은 일정 기간 운용 후 운용중단 하였는데 이는 무려 45%에 달하는 수준이다. 운용개시/운용재개 통보 후 운용기간을 분석해 보면 3~6개월간 운용 후 운용중단한 것이 31건으로 거의 50% 수준이고, 6~12개월 운용 후 운용중단한 것이 17건 (27%)으로 그 뒤를 이었다.

지난 WRC-19에서 ITU는 한 개의 위성으로 8개의 서로 다른 케도 위치에서 운용개시/운용재개 한 사례가 있다고 보고된 바 있다. ITU의 데이터베이스가 현재 사용자 편의성이 다소 부족하여 정확한 분석이 어려우나, 가능한 자료를 최대한 이용하여 유추해 보면 그림 16과 같은 상황이 벌어지고 있는 것이다.

이는 한 개의 위성을 케도별로 옮겨 가면서 자국이 국제등록한 여러 위성망 케도/주파수 자원을 유지 또는 비축(warehousing)하기 위하여 현 규정을 오용하고, 효율적이고 공평한 이용이라는 ITU 현장이 규정 한 위성 케도/주파수 자원 이용 원칙을 위배하는 것이다.

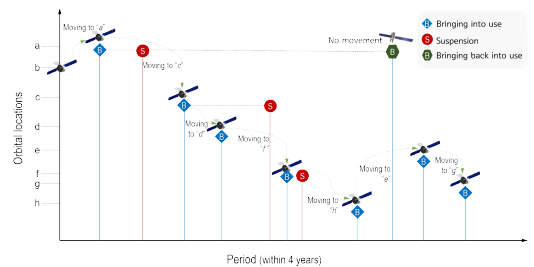


그림 16. 한 개의 위성으로 여러 케도를 이동하며 운용개시/운용재개하는 상황 개요
Fig. 16. Overview of the situation where frequency assignments are brought/brought-back into use with moving a single satellite

이 이슈를 WRC-23 의제 7의 신규 이슈로 제기하여 이러한 상황을 해결하기 위한 방안 연구를 제안할 필요가 있다. 현 시점에서 운용개시 인정 기간을 현 90일에서 2년으로 연장하는 방안, 위성망 주파수 운용 중단 횟수를 제한하는 방안, 또는 한 개의 위성으로 운용개시/운용재개 할 수 있는 궤도 수를 제한하는 방안 등을 고려할 수 있을 것이다.

그림 17은 한국, 일본 및 중국이 운용하는 정지궤도 위성 현황을 정리한 것이다.

2020년 3월 현재, 한국은 7개, 일본은 21개 그리고 중국은 52개의 정지궤도 위성을 운용중이다. 일본 영토(약 38만 km²) 및 인구(1.26억명)는 한반도의 영토 및 인구의 약 1.7배에 지나지 않지만 정지궤도 위성 수는 3배에 이르고, 중국은 약 8배의 정지궤도 위성을 운용 중이다. 여기서, 중요하게 관심을 가져야 하는 부분은 인접국인 일본과 중국 위성의 이용 주파수로 인해 우리나라의 위성/지상업무용 가용 주파수 대역이 제한 받을 수 있다는 것이다. 한가지 예로서, 우리나라는 2.1GHz 대역을 지상 IMT 주파수로 확보하는 것을 K-ICT 스펙트럼 플랜에 포함하고 있으나, 인접 국가인 중국은 동 대역을 이동위성업무로 이용하기 위해 이미 위성을 운용하고 있고, 일본도 일부 대역을 이동위성업무로 이용할 계획이다. 따라서, 인접국인 중국과 일본의 위성 운용으로 인해 우리나라의 지상 주파수 이용에 제약이 발생될 수 있다. 이 경우, 우리나라도 위성망 국제등록 등을 통해 위성망간 간섭 조정 메카니즘으로 지상망의 안정적 이용을 위한 방안까지 강구할 필요가 있다.

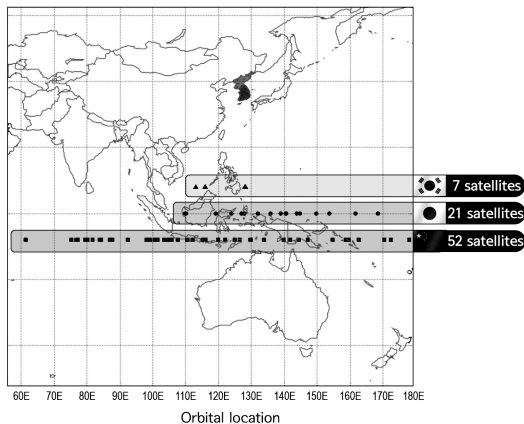


그림 17. 한/중/일 정지궤도 운용 위성 현황
Fig. 17. Status of operating GEO satellites in Korea/China/Japan

V. 결 론

본 논문에서는 글로벌 위성산업 수익 변화를 통해 위성산업 발전 동향을 분석하고, 비정지 및 정지궤도를 이용하는 위성망 또는 위성시스템의 이용 및 국제등록 현황, 최근 규정 개정 동향 및 시사점 등을 분석하였다.

2018년말 현재 \$2,770억으로 2017년 대비 약 3%의 성장률을 보였으며, 지난 8년 대비 1.6배의 성장을 이루었다.

저비용의 신속한 발사가 가능한 비정지궤도 소형 위성을 활용하는 사업이 확대되고 있으며, 정지궤도 위성망의 경우 HTS 위성을 활용한 광대역 서비스 수요가 점차 증가되고 있다.

이러한 사업 또는 서비스 제공이 가능하게 하는 핵심 요소는 위성 궤도/주파수 자원의 확보와 안정적인 이용이다. 선점주의가 적용되어 확보 경쟁이 점차 심화되는 대부분의 자원에 대해서 이러한 문제가 가장 중요한 요소이다.

그러나, 주파수는 국내 주파수 분배 규정 뿐만 아니라 국제조약인 전파규칙의 주파수 분배 규정에 따라 이용하여야 하며, 대부분의 주파수가 우주 및 지상업무 공용으로 분배되어 있어 상호 유해 간섭 발생 가능성이 존재한다. 이로 인해, 인접국가의 주파수 이용 현황 및 계획에 따라 우리나라의 가용 주파수 대역이 제한받게 되어 이에 대한 적극적인 대처가 요구되므로, 인접 국가간 주파수 간섭 분석 및 공유 기술 개발이 우선적으로 필요하고, 장기적으로 우리나라의 정지궤도 위성 수 확대 및 이를 뒷받침 할 수 있는 위성망 궤도/주파수 자원 확보를 전략적으로 추진할 필요가 있다.

References

- [1] J. Park and D. S. Oh, "Analysis of global satellite industry status and consideration of future satellite technologies," *J. Satellite, Info. and Commun.*, vol. 12, no. 3, pp. 86-92, Sep. 2017.
- [2] www.ucsusa.org/resources/satellite-database
- [3] *Satellite communications and broadcasting market survey*, Euroconsult, 2018.
- [4] www.spacefoundation.org
- [5] *State of the Satellite Industry Report*, BRYCE

(Formerly Tauri Group Space and Technology), May 2019.

- [6] *Prospects for the Small Satellite Market*, Euroconsult, Aug. 2019.
- [7] www.oneweb.world/media-center
- [8] spaceflightnow.com/2020/03/15/spacex-launch-aborted-in-final-second-before-liftoff
- [9] www.itu.int/sns
- [10] Jo De Loor, *Getting the most out of high throughput satellites (HTS)*, Newtec, Jun. 2016.

오 대 섭 (Dae-Sub Oh)



1998년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사

2014년 2월 : 전북대학교 전자공학과 박사

1998년 3월~2000년 7월 : LG 정보통신 주임연구원

2000년 7월~현재 : 한국전자 통

신연구원 통신미디어연구소 책임연구원
<관심분야> 위성통신, 전파통신, 전파특성

박 종 민 (Jongmin Park)



1993년 2월 : 충남대학교 전자공학과 석사

2010년 2월 : 충남대학교 전파공학과 박사

1993년 3월~2000년 9월 : 국방과학연구소 선임연구원

2000년 10월~현재 : 한국전자

통신연구원 통신미디어연구소 책임연구원
<관심분야> 위성통신/방송, 성층권통신시스템, 스펙트럼공학