초대형 위성군 임무와 우주물체환경

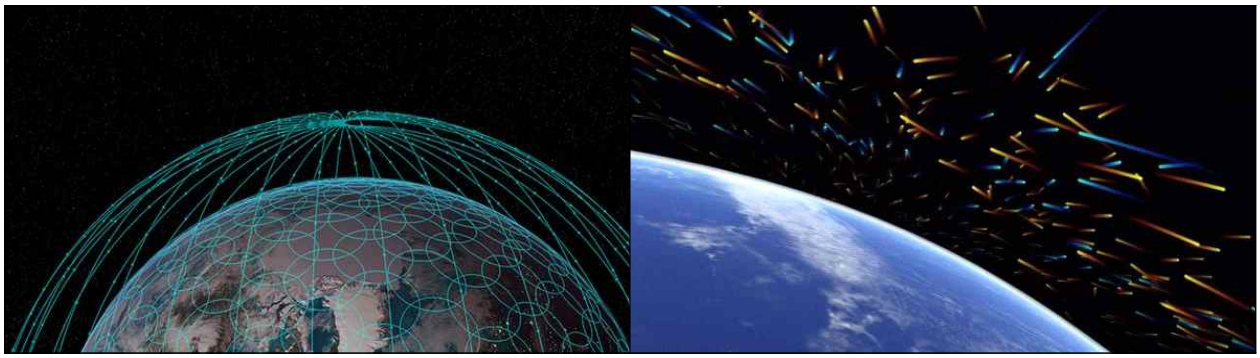
작성 : 한국항공우주연구원 성재동 (선임연구원)

지난 60년간의 활발한 우주개발로 인해 현재 지구 주위 궤도에는 무수히 많은 인공물체들이 존재한다. CSSI(Center for Space Standard & Innovation)에 따르면 지금까지 총 42,800여개의 물체가 카탈로그 되었고, 재진입하여 소각된 24,000여개를 제외하면 현재 19,000개 이상 존재하고 있음을 알 수 있다. 여기에 공개되지 않은 물체들을 포함한다면 그 수는 더욱 많을 것으로 추정된다. 이와 같은 우주물체환경의 악화는 위성운영에 직접적인 부담을 가중시킨다. 한국항공우주연구원을 포함한 대부분의 우주기관에서는 해당 기관의 우주자산을 우주물체로부터 보호하고, 나아가 우주물체환경을 개선하기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 또한 국제우주파편조정협의회(IADC, Inter-Agency Space Debris Coordination Committee)와 같은 국제적인 협의체를 통해 여러 우주기관들이 우주물체환경에 대한 정책과 기술동향 등을 공유하고 가이드라인을 정의하는 등 적극적인 활동을 하고 있다.

한편 초대형 위성군(Mega Constellation)은 최근 우주물체환경과 관련하여 가장 큰 이슈 중 하나이다. 초대형 위성군은 통신을 목적으로 저궤도 영역에 수십에서 수천개의 위성을 배치시키는 것으로 위성의 소형화와 발사비용의 감소로 인해 향후 수 년 이내에 실현될 가능성이 매우 높은 상황이다. OneWeb社와 Space X社는 초대형 위성군 임무를 계획하고 있는 대표적인 회사이다. 먼저 OneWeb社의 초대형 위성군 임무는 Ku대역을 갖는 180kg급의 통신위성 648기를 고도가 1,200km인 18개 극궤도에 분산하여 위치시키는 것으로 648기의 위성을 배치한 후에는 2,000기(저궤도 영역에 720기, 중궤도 영역에 1,280기)를 추가적으로 배치할 계획을 2017년 3월에 발표한 바 있다. Space X社는 고도 1,100~1,325km의 5개 궤도면에 386kg의 Ku대역을 갖는 4,425기의 위성을 배치하는 계획을 발표한 바 있으며, 2017년에는 2기의 시험 위성을 지구 저궤도 상에서 시험할 예정이다. 이와 같은 초대형 위성군을 운용할 경우 상시 지구상 대부분의 지역을 커버할 수 있기 때문에 통신을 포함하여 매우 다양한 응용분야에 적용할 수 있어 현재 많은 주목을 받고 있다.

그러나 여러 우주기관이나 과학자들은 초대형 위성군 운용에 따른 우주물체환경의 악화를 경고하고 있다. 현재 OneWeb社와 Space X社의 임무고도 영역에 존재하는 물체의 수는 타 고도영역에 비해 비교적 낮은 수준이지만 수천 기의 위성들이 특정 고도영역에 집중될 경우 상호간 충돌이벤트가 발생할 가능성이 증가하며, 위성의 발사를 위한 로켓 동체 및 임무 관련 물체들까지 고려한다면 충돌이나 폭발을 포함한 분열이벤트(Break-up) 발생확률은 더 높아질 것으로 예측되고 있다. 뿐만 아니라 두 임무 모두 대기저항의 영향이 거의 없는 1,000km 이상의 임무고도를 가지기 때문에 인위적인 폐기기동을 수행해야만 해당 위성을 폐기할 수 있고, 무덤궤도로의 천이나 지구 대기로의 재진입 과정에서도 여전히 위험 요소들이 산재하고 있다.

이와 같은 우주물체환경 악화를 최대한 완화시키기 위해서는 다양한 관점에서의 분석들이 필요하고, 이에 대한 규정들이 정의되어야 할 것이다. 현재 국제우주파편조정협의회에서는 초대형 위성군을 구성하는 위성의 수, 각 위성의 임무기간, 충돌회피기동 가용여부, 임무 종료 후 폐기임무 수행 여부, 폐기임무의 성공률 등 다양한 요소들에 따른 우주물체환경을 분석하고 있고, 이를 바탕으로 우주물체환경 완화를 위한 가이드라인을 개정하는 등의 노력을 하고 있다. 궁극적으로는 여러 우주기관들과 기업들이 우주물체환경 악화를 최소화하는 여러 가이드라인을 협의하고 준수하여 현재의 우주자산을 보호하고 새로운 개념의 임무들을 시도할 수 있는 환경이 유지되어야 할 것이다.



OneWeb社의 초대형 위성군 (좌, OneWeb社 제공) 및 미래 우주물체환경 상상도(우, 참고문헌 (2))

※ 참고문헌

(1) https://celestrak.com/
(2) http://www.southampton.ac.uk/news/2017/04/space-debris-mega-constellations.page