

Ku-band에서 비정지궤도 위성 서비스가 정지궤도 위성 서비스에 미치는 하향링크 간섭 영향 분석

조승우, 유원석*, 김민준**, 이원철***

송실대학교

ico11290@soongsil.com, *wonseok4514@soongsil.ac.kr, **minjoon99@soongsil.ac.kr, ***wlee@ssu.ac.kr

Analysis of Ku-band Downlink Interference Impact of NGSO Satellite Services on GSO Satellite Services

Seung Woo Jo, Won Seok Yoo*, Min Joon Kim**, Won Cheol Lee***

Soongsil Univ.

요약

본 논문은 Starlink TLE(Two-Line Element Set) 기반 궤도 예측을 수행하고 정지궤도(Geostationary Orbit, GSO) 지구국 기준으로 EPFD(Equivalent Power Flux Density) 초과화률을 산출하여 비정지궤도(Non-Geostationary Orbit, NGSO) 위성의 간섭 영향을 정량적으로 분석하였다. 분석 결과, 간섭 회피 기술이 적용되지 않을 경우 EPFD가 ITU 전파규칙의 간섭 기준을 초과할 가능성이 확인되었으며, NGSO-GSO 공존을 위해 간섭 완화 기술의 적용이 필수적임을 도출하였다.

I. 서론

비정지궤도(Non-Geostationary Orbit, NGSO) 위성 기반 광대역 서비스는 전 세계 통신 수요를 충족하기 위해 Ku-band를 적극적으로 활용하고 있다. 그러나 해당 대역은 정지궤도(Geostationary Orbit, GSO) 위성 서비스에서도 사용되고 있어, NGSO 시스템과 GSO 시스템 간 주파수 공유에 따른 간섭 문제가 주요 이슈로 부각되고 있다. 이에 본 논문에서는 실제 Starlink TLE(Two-Line Element Set) 기반 궤도 예측을 수행하고, ITU-R 전파규칙에서 제시하는 간섭 기준인 EPFD(Equivalent Power Flux Density) 초과화률을 산출함으로써 NGSO 시스템이 GSO 지구국에 미치는 간섭 영향을 정량적으로 평가한다.[1]

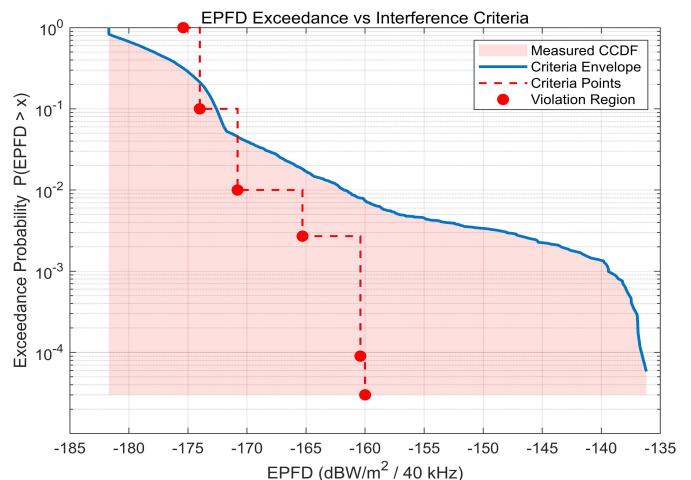
II. 본론

본 논문에서는 Starlink TLE를 이용하여 SGP4로 NGSO 위성 위치를 예측하고, 각 시간 샘플에서 GSO 지구국 기준 고도각 마스크(25°)를 만족하는 위성 중 최단거리 위성을 serving 위성으로 선택하였다. 이후 GSO 지구국 기준 GSO 위성(116° 경도) 방향을 boresight로 정의한 좌표계에서 NGSO 위성 LOS(Line of Sight)의 방위각/고도각을 계산하였으며, 해당 방향에 대한 ITU-R BO.1443 참조 안테나 이득을 적용하였다. PFD는 40 kHz 기준 값으로 설정한 뒤, EPFD는 방향 이득과 최대이득 정규화 항을 포함하여 산출하였다. 산출된 EPFD 데이터를 기반으로 초과화률 곡선을 생성하고, ITU 기준 임계 EPFD를 동일 그래프에 중첩하여 비교하였다. 그 결과, EPFD 초과화률 곡선이 다수의 기준점에 대해 기준 envelope 상단에 위치하며, 즉 기준이 허용하는 수준보다 더 높은 확률로 EPFD 임계 값을 초과함을 확인하였다.

III. 결론

본 연구는 실제 TLE 기반 NGSO 궤도 예측과 ITU-R 참조 안테나 패턴

을 결합하여 EPFD 초과화률 기반 간섭 평가를 수행하였고, 간섭 회피 기술이 적용되지 않는 경우 EPFD가 간섭 기준을 광범위하게 위반할 가능성이 있음을 확인하였다.



ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2025년도 정부(과학기술정보통신부) 및 정보통신기획평가원의 지역지능화혁신인재양성사업(IITP-2025-RS-2022-00156360)의 지원을 받아 수행된 결과물임

참고문헌

- [1] International Telecommunication Union (ITU), Radio Regulations: Articles, Edition of 2024, Geneva, Switzerland, 2024