

NORAD TLE를 이용한 궤도예측 정밀도 분석

정옥철, 김해동, 김은규, 김학정

한국항공우주연구원 우주응용센터

NORAD TLE(Two Line Element)는 전 세계적으로 분포한 광학시스템이나 전파감지 시설 등을 이용하여 얻은 추적 및 관측 자료를 기반으로 결정되는 평균궤도정보로 웹사이트를 통해 일반에게 제공되고 있다. TLE를 이용한 저궤도 위성에 대한 궤도예측은 SGP(Simplified General Perturbation)4 모델을 사용할 수 있는데, 이 모델은 Brouwer의 해석적 이론에 근거하여 비대칭 중력장 및 대기모델을 고려함으로써 매우 간단하고 빠른 계산과정을 통해 비교적 정확한 궤도를 예측할 수 있어 많은 지상시스템에서 적용되고 있다. 하지만 고정밀 궤도전파기(HPOP, High Precision Orbit Propagator)에 비해 상대적으로 낮은 정밀도를 갖는 모델을 이용하므로 어느 정도의 궤도예측 오차가 반드시 존재한다. 따라서 TLE를 실제 위성운영에 사용하기 위해서는 요구되는 위성 임무운영에 요구되는 궤도예측 정밀도를 고려하여, TLE 및 SGP4 모델이 갖는 궤도예측 오차의 불확실성을 명확히 규명해야 한다. 실제 이와 유사한 목적으로 SGP4 모델이 갖는 궤도예측 오차를 해석하기 위한 연구는 TLE 생성에 사용되는 관측 자료를 분석하는 방법이나 궤도예측기간에 따른 오차특성을 분석하는 방법 또는 실제 비행 데이터와 직접 비교하는 방법 등을 이용하여 활발하게 수행되어왔다. 이 논문에서는 NORAD에서 제공된 아리랑위성 1호에 대한 TLE 데이터를 이용하여 SGP4 모델로 궤도예측을 수행하고 이 결과를 실제 비행 데이터와 비교함으로써 TLE 및 SGP4 모델이 갖는 궤도예측 정밀도를 분석하였다. 또한, 궤도결정 결과를 이용하여 항공우주연구원 관제국에서 자체적으로 생성된 TLE와 NORAD에서 제공된 TLE를 이용한 궤도예측 결과도 비교 분석하였다. 향후에는 장기적인 데이터를 이용하여 우주환경의 변화가 궤도예측 정밀도에 미치는 영향을 살펴볼 예정이다.