

## RADAR 시스템과 SGP4 모델을 이용한 저궤도 위성의 실시간 궤도 결정

이재광, 이성섭, 윤재철, 최규홍

연세대학교 천문우주학과

현재 미국 북미방공사령부(NORAD)는 레이더 장비를 이용하여 저궤도 위성에 대한 궤도 정보를 전 세계에 분포하고 있는 지상국으로부터 획득하여 초기 궤도 요소인 TLE(Two Line Element)를 생성하여 일반에게 공개하고 있다. 이 때 사용되는 궤도 예측 프로그램은 SGP4 모델인데, 이 프로그램은 평균 궤도요소와 Brouwer의 해석적 이론을 사용하는 해석적 궤도 모델이다. 본 연구에서는 타국의 저궤도 위성에 대한 관측 데이터를 레이더 시스템을 이용하여 독자적으로 획득할 경우, 이에 필요한 궤도 결정 알고리즘을 해석적 모델인 SGP4모델과 실시간 처리 방식인 확장 칼만 필터(Extended Kalman Filter)를 이용하여 해석적인 방법으로 개발하였다. 궤도 결정 알고리즘에 상태 벡터를 Kepler 6 궤도 요소로 지정할 경우, 미분보정행렬을 구할 때에 궤도 경사각(Inclination)과 이심률에 대해 특이점 문제가 발생한다. 이를 해결하기 위해 평균 궤도 요소를 Mean Equinox and True Equator좌표를 사용하여 평균 위치 및 속도 요소로 변환하여 상태벡터로 지정하였다. 필터 구성 시 상태 천이 행렬(State Transition Matrix)과 공분산 행렬(Covariance Matrix)은 SGP4 프로그램을 이용하여 수치적으로 풀었으며, 관측 데이터는 방위각(Azimuth), 고도각(Elevation) 및 시선거리(Range)형태로 입력되며, 각 관측 형태에 따라 전체적으로 처리하도록 필터를 구성하였다.