

대기 저항력과 지구 J_2 섭동력을 고려한 두 인공위성사이의 최적 궤도 랑데뷰

안응영 · 김천휘
충북대학교 천문우주학과

인공위성의 수명은 주로 탑재 연료량에 의해 결정되기 때문에 위성의 임무에 따른 궤도전이 또는 궤도 랑데뷰시 소모되는 연료량을 최소화하는 연구는 매우 중요하다. 궤도 랑데뷰는 서로 다른 두 궤도를 운동하는 위성이 임의의 기간이후에 같은 지점에서 만나는 과정이며, impulsive thrust를 이용할 경우 연료소모량은 속도변화량으로 표현할 수 있다. 최적 랑데뷰궤도는 Lawden(1963)이 제시한 primer vector의 최적조건을 만족함으로써 이루어진다. 이 논문에서는 대기저항과 비구형 지구중력장을 고려하여 최적 궤도 랑데뷰 과정을 연구하였다. 이를 위하여 위성의 운동방정식과 primer vector의 미분방정식에 대기저항과 지구 J_2 섭동항을 첨가하여 3-impulse 랑데뷰 궤도 알고리즘을 완성하였다. 섭동을 고려한 2-impulse 랑데뷰 궤도는 Lambert 문제와 N-차원 newton 방법을 이용하여 구하였고, 섭동항들을 포함한 primer vector의 2계 미분방정식을 계산하기 위해 stepsize-control 5차 Runge-Kutta 방법을 이용하였다. 2-impulse 랑데뷰 궤도의 속도변화량을 줄이기 위해 랑데뷰 기간 중 내부 impulse를 추가하였고, 최적 추가시각과 위치를 계산하기 위해 Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno(BFGS) 방법을 사용하였다. 여러 가지 궤도조건을 가진 경우의 최적 궤도 랑데뷰에 대해 논의하였으며, 일반적으로 동평면에 있는 근접한 두 위성사이의 랑데뷰인 경우, 랑데뷰 기간을 증가함에 따라 최적 궤도의 속도변화량이 비 최적 궤도의 속도변화량에 비해 크게 감소하지 않았다. 그러나 두 위성이 동평면에 있지 않을 경우, 속도변화량이 크게 감소하였고, Lawden의 최적조건을 만족함을 알 수 있었다.