

비선형 최적화 기법을 이용한 행성간 최적 궤적 결정

이성섭, 유성문, 윤재철, 최규홍

연세대학교 천문우주학과

행성 간 비행 궤적을 위한 프로그램은 현재 미국 NASA의 프로그램을 고가의 가격으로 구입하여 연구를 하고 있는 바, 본 연구는 행성 탐사 위성의 비행 궤적을 위한 독자적인 프로그램을 개발하고, 최적화 기법을 적용, 개발된 알고리즘을 이용하여 비행 궤적의 연료소모를 최소화 하기 위한 최적의 발사 시기를 선정하는데 있다. 그리고 연구개발된 알고리즘을 이용하여 최적궤적을 위한 섭동력의 영향을 분석하고 행성간 비행 임무 해석 시 그 중요도를 판단하는데 있다. 연구한 방법은 행성 간 최적 궤적의 의미를 알아보고, 현재 사용되고 있는 Lambert Targeting Optimization 기법을 이용, 비행 궤적을 구해 보고, 비선형 최적화 기법을 이용한 최적 궤적 프로그램과 성능을 비교 분석하여 그 타당성을 검증했다. 검증된 알고리즘을 기준으로 섭동항을 첨가하여 최적 궤적의 영향을 살펴보고, 대부분의 논문에서 무시되고 있는 작용권 구 내의 가상 타원 궤적과 실제 임무시 쌍곡선 궤적과의 시간차를 고려함으로써 임무 해석시 발사 시기의 변화를 알아보았다. 최적화 기법으로써는 2점 경계문제를 푸는데 있어서 가장 민감한 초기치 문제를 안정적이며, 효율적으로 풀 수 있는 연속 2차 계획법을 사용했다. 최적 궤적을 위해 코웰의 운동방정식을 Runge-Kutta 8계를 적용하여 수치적분하며 섭동항은 JPL(Jet Propulsion Laboratory)에서 최근 공개된 자료를 근거로 하여 적용했다. 초기 궤적을 위한 적용은 2003년 6월 1일 발사 예정인 Mars Express의 기술보고서를 기준으로 연구했다. 독자적으로 개발한 프로그램은 기존의 Lambert 이론에 의해 푼 것과 성능이 동등하였으며, 코웰의 운동 방정식을 적용함으로써 섭동항을 고려하였을 경우 지구-화성간 최적궤적을 위한 발사시기가 1일 이상의 변화가 있는 것을 검증하였다.