

우주 발사체 개념설계를 위한 소프트웨어 개발

Development of Conceptual Design Software for Space Launch Vehicle

고재열^{1*}, 김재우¹, 최지민¹, 윤남경², 김혜성², 안재명¹

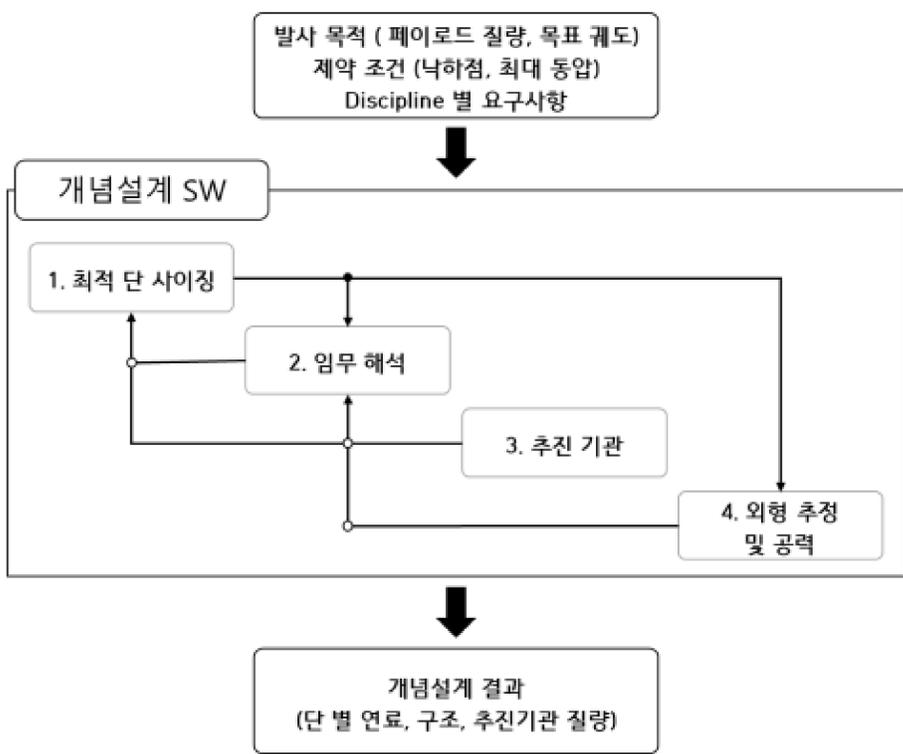
KAIST¹, 한화에어로스페이스²

서론

- 우주 발사체 개념설계 소프트웨어는 개발 가능성이 있는 발사체 시스템의 목적, 제약 조건, 요구사항 및 주요 시스템 구성에 대한 개략적인 설계 및 검토를 수행함.
- 우주발사체 개발에 연관되는 다양한 서브 시스템의 상호작용을 고려하기 위해 다분야 설계 최적화 (Multidisciplinary Design Optimization, MDO) 문제를 해결함.

개념설계 소프트웨어 개요

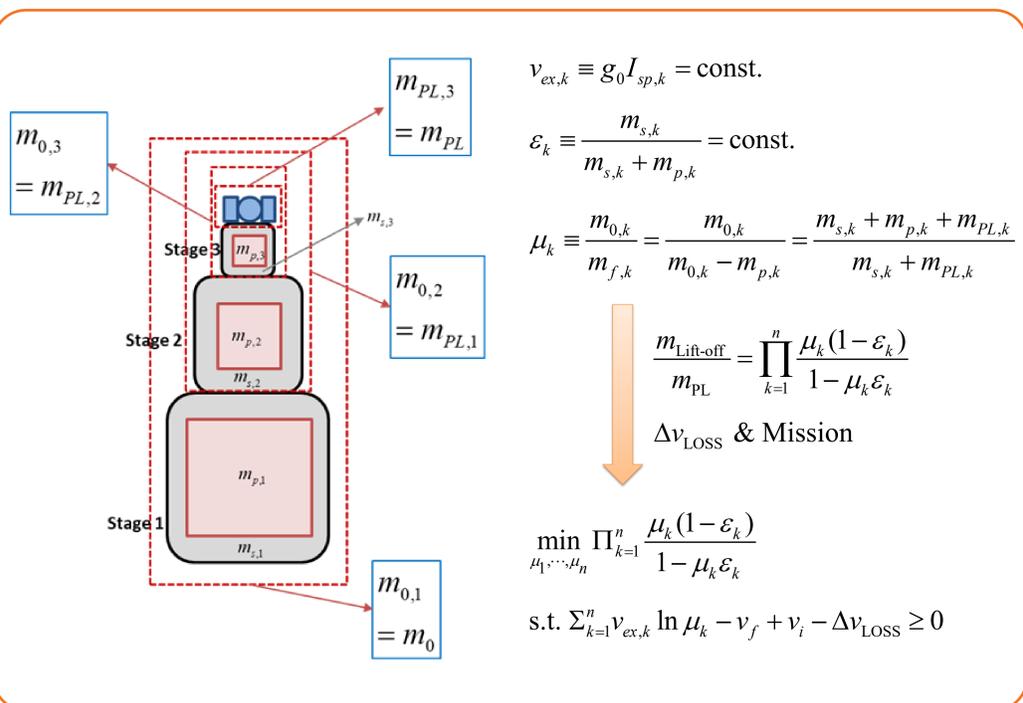
- 최적 단 사이징, 임무 해석, 추진 기관, 외형 추정 및 공력의 네 개 모듈이 design iteration을 수행함.



서브 시스템 모델링

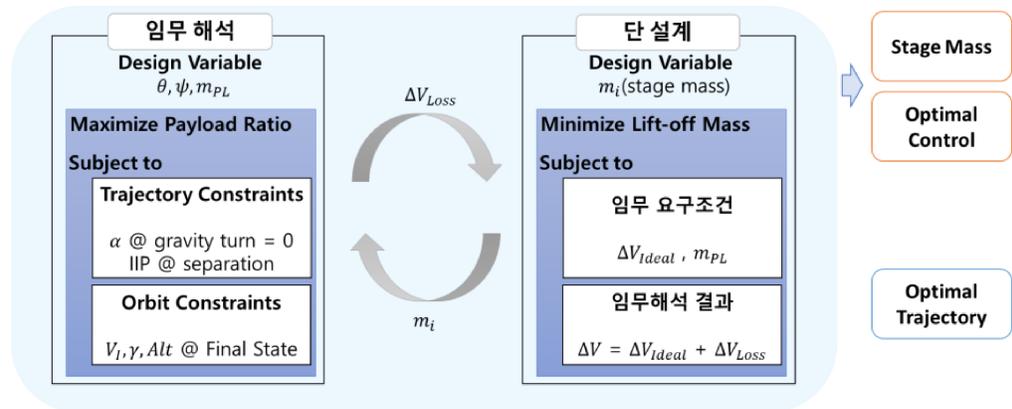
1. 최적 단 사이징

- 이 모듈은 각 단의 구조비, I_{sp} , 각 단의 ΔV_{Loss} 가 정해진 상황 가정.
- 이륙 중량을 최소화하는 발사체 각 단의 사이즈 ($=\Delta V$)를 결정.

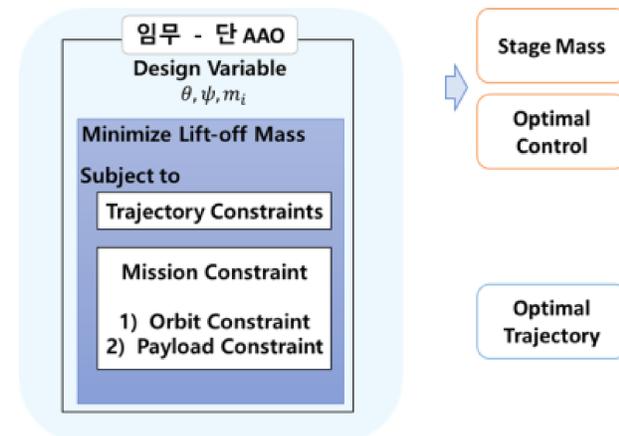


2. 임무 설계 (궤적 최적화)

- 3자유도 point mass dynamics 시뮬레이션 및 최적화를 통해 최적 임무 궤적 생성
- 시간에 따른 발사체 Status 출력. (e.g., IIP, Orbit Element)
- 최적 단 사이징 모듈과 design iteration 수행.



- 단 사이징과 임무 설계를 단일 최적화 문제로 정식화해서 한번에 해결 할 수도 있도록 개발함.

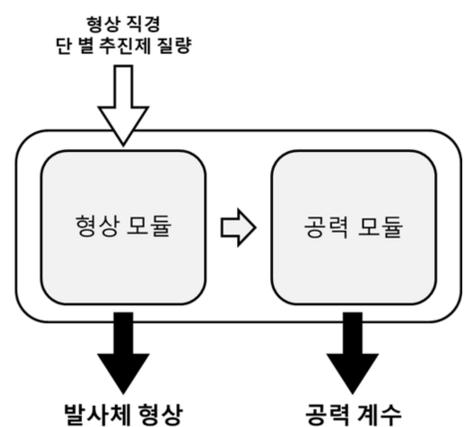


3. 추진기관 모듈

- 추진기관의 특성을 입력으로 받아 성능 (비추력, I_{sp})을 반환.
- Rocket Propulsion Analysis (RPA) 소프트웨어를 기반으로 한 메타모델과 경험식을 활용해 비추력 추정.

4. 외형 추정 및 공력 모듈

- 발사체의 단 사이징 결과를 반영해 임무 해석에 필요한 공력 계수를 반환.
- 각 단의 직경이 정해진 값으로 동일하다는 가정하에 Blunted nose 형태의 형상으로 발사체의 형상을 추정.
- Missile DATCOM97 소프트웨어를 활용해 구성한 메타모델을 통해 공력 계수를 추정.



결론

- 최적 단 사이징 / 임무 설계 / 추진기관 / 외형 추정 및 공력 모듈을 구현함.
- 아래와 같은 설계 최적화 절차를 통해 우주 발사체 다분야 최적 설계 결과를 얻을 수 있음.

