

eVTOL 진동 저감기술에 따른 사회적 수용성 증진 방안

팀 정김채박

20203301 정승협	20223424 김동건
20223449 채민성	20223433 박현준

개요

프로젝트 배경 및 목표

1. 배경

- UAM의 상용화 접근
- UAM 항공기 탑승객의 편의성과 승차감 중요시

목표

미래모빌리티 eVTOL 진동 저감 효과에 따른 탑승객의 편의성 및 승차감 향상방안 제시

문제 정의

사회적 수용성

현황 분석

1. 기술적 분석

2. 진동 국내외 정책 및 규정

진동 개선 및 예방 방안

1. 진동 개선 기술 탐구

- AVCS

2. 진동 해석 ANSYS

- 해석 결과
- 개선 방안 제시

프로젝트 배경 및 목표



UAM 상용화 접근

- 2025년 말 UAM 상용화 목표
- 현재 고흥에서 조비 기체 실증 비행 중
- UAM 글로벌 시장 2040년까지 700조 도달

탑승객의 편의성 및 승차감 중요시

- 미래 모빌리티 특성인 자율비행에 따라 편안함이 필수적

목표

➡ 진동 저감효과에 따른 UAM 탑승객들의 편안함과 승차감 향상 방안 제시

문제 정의

사회적 수용성

사회적 수용성이란?

사회적 수용성은 정의가 광범위하다.

특히 우리 프로젝트에서는 특정 기술, 정책, 변화, 또는 아이디어가 사회에서 받아들여지고 지지받는 태도와 인식 정도로 정의하겠다.

참고: A Study on Enhancing Social Acceptance of Environmental Policies : Focusing on Environmental Culture

UAM은 항공기의 범위에 속하기 때문에 안정성이 매우 중요하다. 과도한 진동으로 인한 승차감 문제와 소음 발생은 승객들로 하여금 불안함을 준다. 현재도 UAM에 대한 인식이 반신반의하다. 이러한 인식을 바꾸기 위해서는 비행 편의성 및 안정감을 부여해주는 것이 필요하다고 생각하였다.

현황 분석

기술적 분석 및 K-UAM 로드맵

- 미 육군 항공의학연구소

헬리콥터 운용 환경(소음, 진동, 동체 움직임)에서 승무원 및 탑승자의 생리/심리 반응 다룸

- NASA Technical Memoranda/ Contractor Reports, FAA Human Factors Reports

헬리콥터 내부 소음 · 진동 저감 기술 연구에서 승객 쾌적성(comfort)과 만족도에 대한 실험 결과를 포함.

- K-UAM 로드맵

핵심기술 1, 7번에 소음 및 진동제어가 선정되어 있음.



**헬리콥터와 유사한 특성의 eVTOL 또한 진동저감 기술을 통한
승객의 편의성을 제고해야함**

진동 개선 기술 탐구 - AVCS

AVCS(능동 진동 제어)

대표적인 회전익기 능동 진동 제어 기법 중 하나로 가속도계, 작동기, 및 제어기로 구성된다. AVCS는 가속도계로부터 측정된 기체 진동 응답과 진폭은 동일하지만 위상이 반대인 진동 상쇄 신호를 작동기 및 제어기로부터 생성하여 기체 진동을 제어(저감)한다.



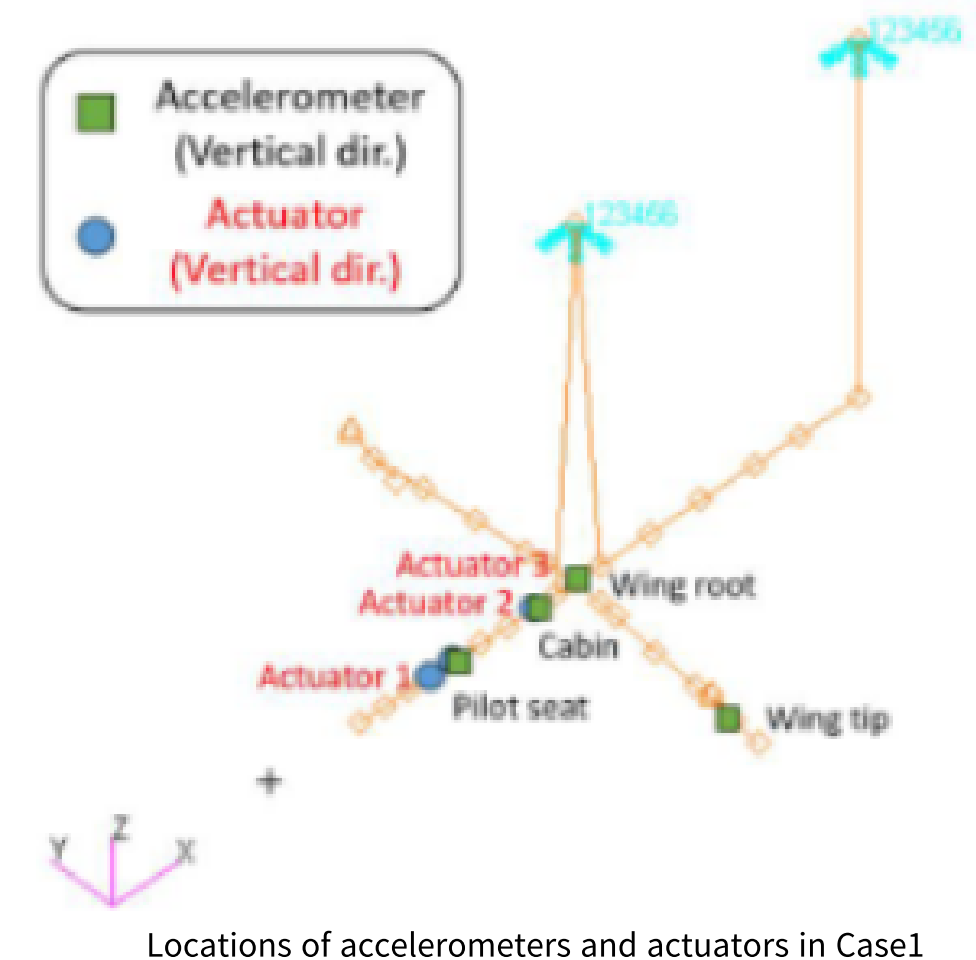
진동 개선 기술 탐구 - AVCS

이 기술을 기체의 어떤 곳에 적용을 해야 무게 대비 최대 효율을 낼 수 있을까

AVCS를 적용하지 않은 수직 방향의 3P 기체 진동 응답(baseline)과 AVCS를 적용한 각각의 Case의 수직 방향의 3P 기체 진동 응답을 기체 주요 위치에서 비교하였다.

그림은 Baseline에 비하여 Pilot seat, Cabin, Wing root, 및 Wing tip에서 각각 95.68%, 73.34%, 73.68%, 및 2.72%만큼 최대 저감되어 가장 우수한 기체 진동 저감 성능을 나타낸다. Case 1~10의 모든 경우들에서 날개 끝단의 진동 제어 성능이 우수하지 못하였다. 이는 동체에 위치한 작동기와 날개 끝단 사이까지의 거리가 멀며, 이로 인하여 날개가 작동기의 진동 상쇄 하중을 일부 흡수하기 때문으로 판단된다.

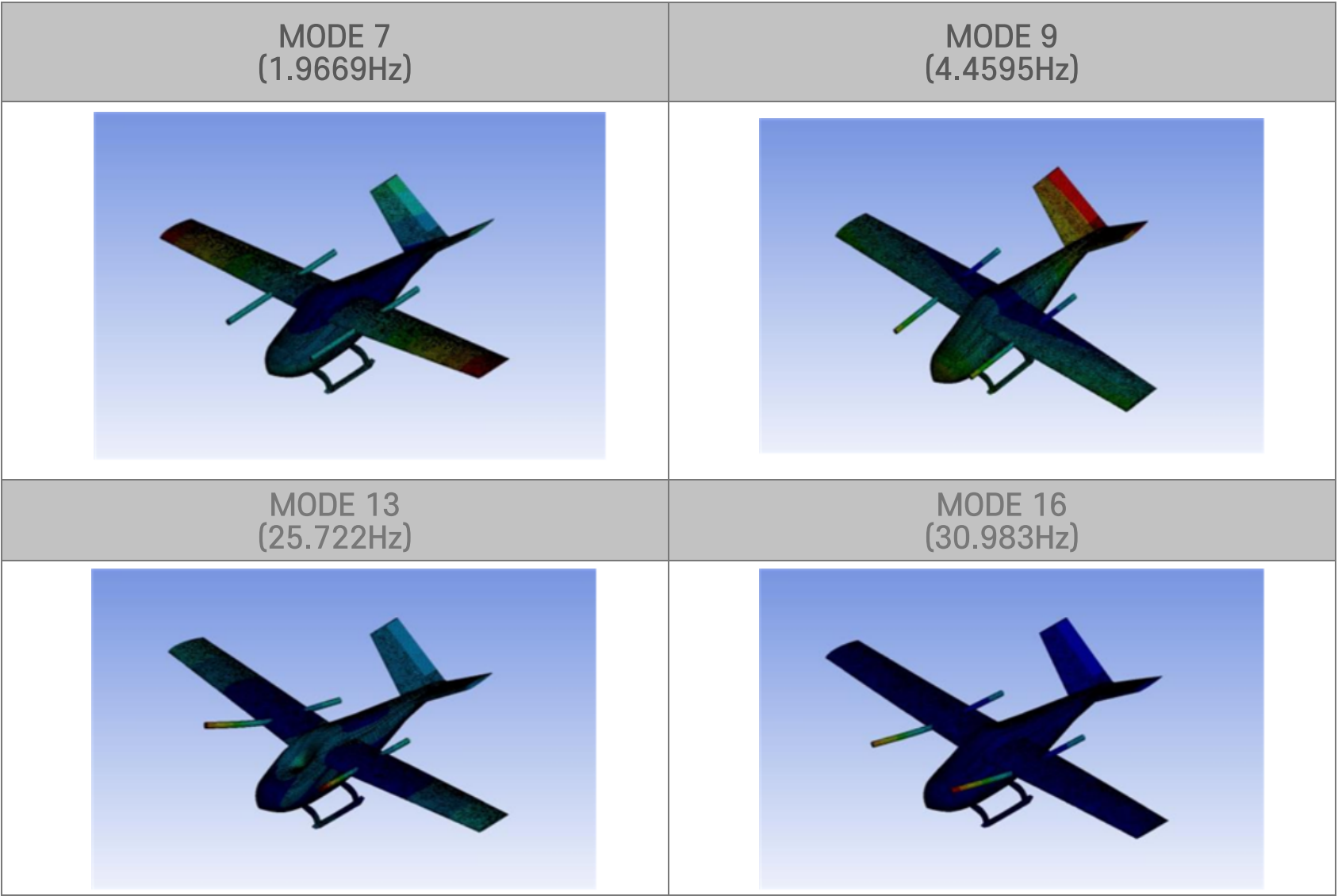
따라서 Pilot seat, Cabin, Wing root, Wing tip 순으로 중요도를 정하여 AVCS를 설치하면 무게 대비 좋은 효율을 보일 것으로 보인다.



진동 해석 ANSYS 결과

ANSYS를 이용한 **공진** 발생 예측 통해 진동과 소음 방지

Number of M odes	Frequency(Hz)	Number of M odes	Frequency(Hz)
1	0	9	4.4595
2	0	10	7.5356
3	0	11	14.842
4	0	12	18.153
5	0	13	25.722
6	0	14	26.52
7	1.9669	15	27.643
8	2.1493	16	30.983

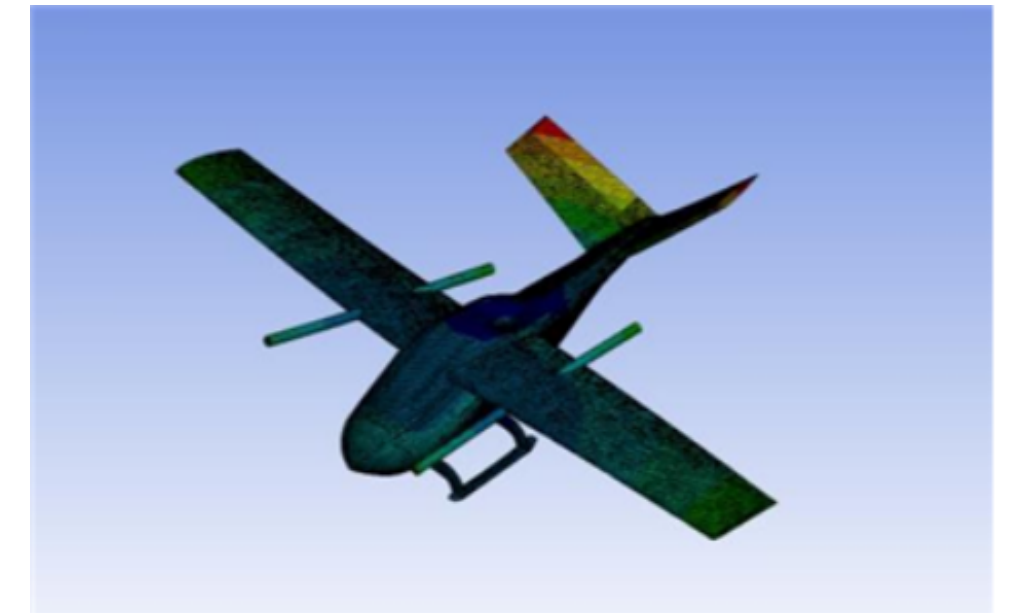


진동 해석 ANSYS 통한 해결 방안 제시

계산된 모드형상과 고유진동수를 분석함으로써 설계에서 중요하게 고려해야 할 고유진동수와 무시할 수 있는 고유진동수를 구분할 수 있다.

모드 형상과 재하 하중에 의한 구조물의 변형 형상이 큰 차이를 갖는 경우, 그 모드가 구조물의 거동에 미치는 영향은 적다고 판단할 수 있다.

또한, 지속적으로 진동에 노출되는 구조물의 고유진동수가 외부 하중의 주파수 대비 20% 이상의 공진분리여유를 갖도록 하여 공진을 회피할 수 있는 설계를 해야 한다. 가진진동수와 고유진동수의 공진분리여유가 부족하여 공진 발생이 예상되는 경우, 강성과 질량에 영향을 주는 설계변수들을 조절하여 고유진동수를 조절할 수 있다. 이를 위해 구조물의 가진진동수 대역을 정확하게 파악하는 것이 필수적이다.



결론

1. 사회적 수용성에 초점을 맞춰 진동저감 기술 필요성 제시
2. AVCS 능동진동 제어 방식 통한 탑승 편의성 향상 방안 제시
3. ANSYS를 통한 진동 Mode 분석 통한 설계 방향성 제시

THANK YOU.

