

틸트로터형 자율주행 eVTOL 개발

안정호¹, 정몽근¹, 안현일¹, 김현서¹, 이대겸¹
¹서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과 학부생

dkswjdgghsla@naver.com, jecjokav08@naver.com, cavin101@naver.com, ilovehsb0517@naver.com,
 dblth0618@naver.com

Development of tiltrotor type autonomous eVTOL

Jeong-Ho Ahn¹, Mong-Keun Chung¹, Hyun-Il Ahn¹, Hyun-Seo Kim¹, Dae-Gyeom Lee¹
¹Dept. of Mechanical System Design Engineering, Seoul National University of Science and Technology

요 약

틸트로터형 VTOL 기체의 천이 안정성 확보 방안으로 전후방 틸트 메커니즘과 Flap 시스템을 적용하였다. 경량화를 위해 세미모노코크 구조의 기체 설계와 해석을 진행하였다.

1. 서론

도심 인구 가속화로 인해 교통체증이 심화되면서 이로 인한 피해가 증가하고 있다. 또한, 라이프 플랫폼이 활성화되며 물품 운반 산업이 빠른 속도로 성장 중이다. 이를 해결하기 위한 수단으로 하늘길을 활용하는 VTOL 기체를 제작한다. 신속성 및 유상하중 확보를 위해 틸트로터 메커니즘이 적용된 기체를 제작하며, 전후방 틸트 메커니즘과 플랩 시스템을 적용하여 안정성을 보장할 수 있도록 한다.

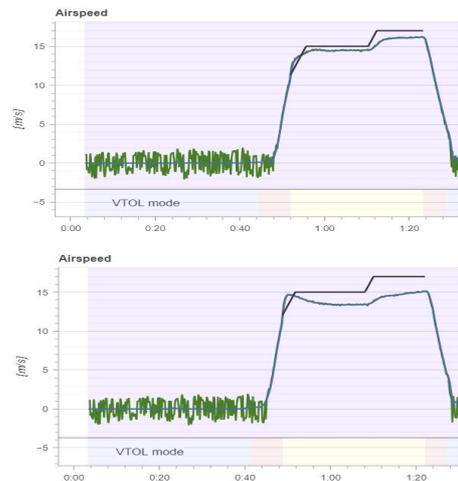
2. 틸트로터형 VTOL 기체의 요구사항

도심항공모빌리티에서의 경쟁력을 확보하기 위해서는 수직이착륙이 가능해야 하며, 많은 탑재량과 신속한 이동이 확보되어야 한다. 또한, 안정적인 통신 시스템이 구축되어야 하며, 일반 사용자들이 쉽게 사용할 수 있도록 편리한 접근방식과 직관적인 인터페이스가 제공되어야 한다.

따라서 본팀은 틸팅 메커니즘을 도입한 항공기 형태의 기체를 제작하여, 수직이착륙이 가능하고 순항 시 Rotor 축의 회전을 통해 높은 추진력을 통해 신속하게 비행할 수 있는 틸트로터형 eVTOL을 개발하였고, 신속성과 안정성을 모두 향상시킬 수 있는 방안에 대한 연구를 진행하였다.

3. 개발 내용

신속성 향상을 위한 방안으로 Quad-Tilt-Rotor 시스템을 도입하였다. BLDC모터 각각에 부착된 4개의 서보모터를 회전시켜 Quad-Tilting을 구현을 통해 기체가 천이구간에서 높은 추력을 확보하여 안정성을 확보함과 동시에 기체의 최대 비행 속도를 향상시켜 신속성을 높였다.

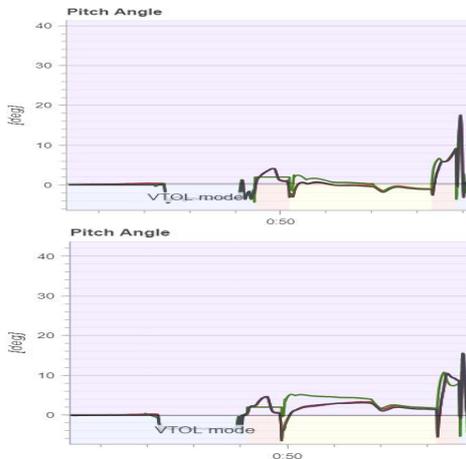


(그림 1)

Quad-Tilt-Rotor(상단)/Dual-Tilt-Rotor(하단)
 메커니즘에 따른 기체 속력

멀티콥터 모드, 고정익 모드가 전환되는 천이구간의 안정성 확보하기 위해 플랩을 통한 고양력을 발생시킨다. 고양력 확보를 통해 천이 거리와 실속

속도를 감소시켜 천이 구간의 안정성을 강화하였다.



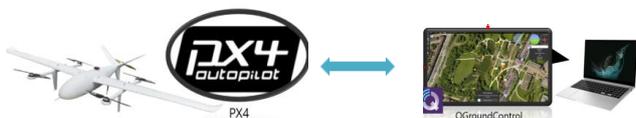
(그림 2)

Quad-Tilt-Rotor(상단)/Dual-Tilt-Rotor(하단)
메커니즘에 따른 기체 Pitch 각도 변위량

4. 자율비행 메커니즘

GPS, Lidar 등의 센서들을 사용하여 자동 수직 이착륙과 자율비행을 수행한다. 기체는 비행 과정에서 멀티콥터 모드, 고정익 모드로 나뉘며 멀티콥터 모드일 경우 모터에만 의존하여 자세, 위치, 속도제어를 수행한다. 고정익 모드일 경우 모터를 통해 전진 추력을 확보하며, Aileron을 통해 Roll 방향 제어를, elevator을 통해 Pitch 방향 제어를, rudder를 통해 yaw 방향 제어를 수행한다.

텔레메트리를 통해 지상국과 장거리 무선통신을 하며, UAM 기체에서 지상국으로 기체 상태 데이터를 송신하고, 지상국에서 UAM으로 MISSION 명령을 송신한다. 이를 통해 실시간으로 기체의 상태를 파악하며 기체의 자율 비행 및 비상 상황 대처가 가능하다.

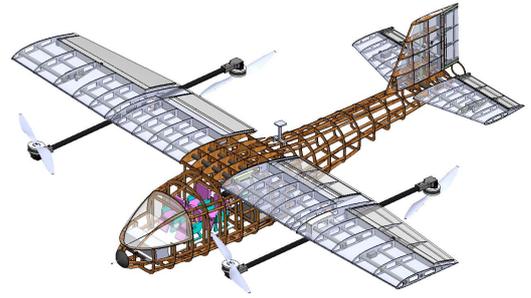


(그림 3) 기체와 지상국간의 통신 구조도

5. 경량화 및 구조적 안정성 검증

경량화를 위해 발사나무로 기체를 제작하며 세미 모노코크 구조를 적용하여 설계한다. 이를 통해 유선형 설계를 가능하게 하며, 내부공간을 효율적으로 사용할 수 있도록 한다. 이후 인장과 압축 하중에 대해 응력 분산이 가능하도록 former를 배치한다.

이러한 과정을 통해 기체 설계를 수행하고 구조 해석을 통해 기체의 안정성을 확보한다.



(그림 4) Quad-Tilt-Rotor 메커니즘과 Flap 시스템이 적용된 기체 3D 모델링

6. 기대효과

천이, 역천이 과정에서 발생하는 양력 손실로 인한 불안정성을 Quad-Tilt-Rotor 메커니즘과, Flap 시스템을 통해 극복할 수 있도록 한다. 또한, 모터의 고장시 Quad-Tilt-Rotor 메커니즘을 Dual-Tilt-Rotor 메커니즘으로 변환하여 상황에 따른 비상 구동이 가능하도록 한다.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부
대학디지털교육역량강화 사업의 지원을 통해
수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.※

참고문헌

- [1] Assessment of a Mid-Fidelity Numerical Approach for the Investigation of Tiltrotor Aerodynamics - by Alex Zanotti *ORCID,Alberto SavinoORCID,Michele Palazzi,MatteoTugnoliORCID andVincenzo Muscarello
- [2] Core Technology Study on the Advanced Aircraft Research for Next Generation Aircraft Technology Integration
- [3] Analysis for VTOL Flight Software of PX4 by Jong Tai Jang1*and Sanghyuck Han1
- [4] Wind and Airspeed Error Estimation with GPS and Pitot-static System for Small UAV
- [5] 이호선1*, 장광우1, 이동우1, 방효충1 “수직이착륙 항공기의 호버링 모드 외란 대응 제어 기법 연구”