

위상최적화 기법과 3D Printer를 이용한 드론 기체의 설계와 제작

*이규만 *김용석 *이종덕 **김홍업 ***한동석

*건양대학교 창의융합대학

**한국알테어 소프트웨어 사업부

***경북대학교 전자공학부

A Design and Fabrication of Drone-AirFrame adopting Topology Optimization using 3D Printer

*Lee, Kyu-Man *Kim, Yong-Suk *Lee, Jong-Duk **Kim, Heung-Up ***Han, Dong-Seog

* College of Interdisciplinary & Creative Studies, Konyang University

**Altair Engineering

***School of Electronics Engineering, Kyungpook National University

요약

최근 들어 일반인들도 다중 콥터와 4k 고성능 카메라를 장착한 상용 드론을 구매하여 자신의 취미 활동용으로 사용하고 있다. 드론을 이용한 많은 동호회가 생겨나고 1인 1드론, 개인용 드론의 시대가 시작되고 있다. 또한 사물인터넷의 시대에 걸맞게 아두이노, 라즈베리파이와 같은 오픈하드웨어 플랫폼과 오픈 소스를 이용하고 저가형 3D printer 의 보급으로 자신만의 독특한 형태를 지니는 기체 제작을 시작하고 있다.

이에 본 논문에서는 3D 캐드를 이용한 위상최적화 기법을 적용하여 기존 상용 기체의 강성은 그대로 유지하되 기체 프레임 무게를 절반으로 줄인다. 또한, 풍동실험을 진행해서 기존 기체에서 발생하는 유체흐름을 분석하고 새로운 기체를 적용했을 경우에도 유사한 유체흐름이 나타나도록 설계하여 3D 프린터를 사용하여 제작하였다.

1. 서론

최근 들어 일부 마니아들의 취미활동 영역에 속해 있던 무선 조정 기체가, 프로펠러 여러 대가 달려 있는 멀티콥터의 형태로 변형되고 고화질 카메라를 장착하여 드론이라는 이름으로 우리의 생활속으로 파고들고 있다. 이러한 드론의 가장 큰 매력은 누구나 쉽고 간단하게 비행할 수 있으며 근거리 통신이나 셀룰러 망을 통해서 드론에 장착한 4K 카메라로 실시간 고화질 영상을 공유할 수 있는 수준에 도달했다. 특히 현재 상용화된 드론은 스스로 평형을 잡을 수 있는 3축 센서와 GPS를 장착하여 사용자가 쉽게 조종할 수 있는 특징을 가지고 있다. 이러한 기능을 이용하여 사람이 쉽게 접근할 수 없는 재난 구조 현장에 드론이 자주 사용된다. 드론은 하늘을 나는 기체의 특성상 무게가 가벼워야 하며 유체흐름에 매우 민감한 특징을 가지고 있다.

본 논문에서는 도출하고자 하는 설계 변수에 따라 부재 단면의 사이즈를 최적화하는 치수 최적화, 부재의 외형을 최적화 하는 형상 최적화, 부재 사이의 최적연결 및 형상을 동시에 최적화하는 위상최적화 기법 중, 강성을 최대한 유지하면서 구조물을 찾아가는 위상최적설계 기

법을 선택하여, 실제 상용 드론 기체 프레임을 재해석하고 형상을 최적화 하는 동시에 강성과 무게를 최소화 하도록 한다. 그리고 그 결과물을 3D 프린터를 이용하여 제작한 후, 실제 기체에 탑재하여 드론을 운용하였다.

2. 드론 기체의 3D 스캔과 역설계 작업

먼저 상용 기체를 재해석하기 위하여 독일 AICON 사의 3D스캐너 장비를 이용하여 기체의 상관을 풀 스캔 진행하였다.



그림 1. 기체 상관 3D 스캔 작업

그 결과 그림 2와 같은 포인트-클라우드(point-cloud) 형태의 STL 데이터를 얻은 후, 역설계 과정을 거쳐서 surface 데이터 형태로 추출하는 작업을 진행하였다.

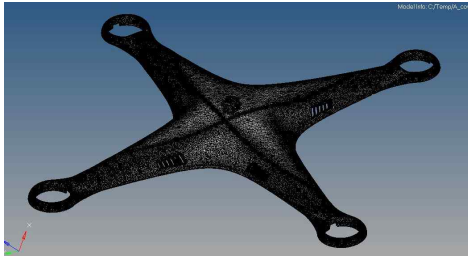


그림 2. 포인트-클라우드 형태의 surface 데이터 생성

3. 기체 프레임의 위상 최적화 기법 적용

그림 2에서 얻어진 surface 데이터를 본 연구의 목적에 맞게 무게와 강성을 조정하여 최적의 결과물을 찾는 과정을 진행하였다. 그림 3-a는 상판 기체의 렌더링 데이터이다. 그림 3-b는 무게는 70% 이상 감소시켰지만, 강성이 주어진 조건을 만족하지 못하였다. 그림 3-c는 무게를 50% 감소시키면서 강성 또한 주어진 토크에 견디도록 설계되었다.

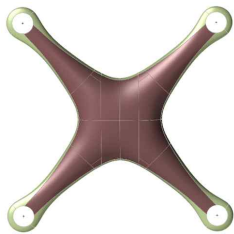


그림 3-a. 상판 프레임

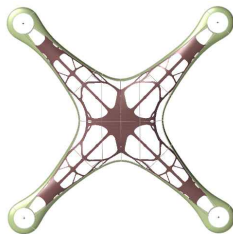


그림 3-b. 무게 70% 감소, 강성 불만족

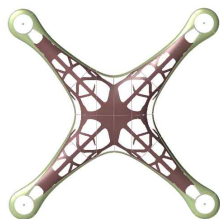


그림 3-c. 무게 50% 감소, 강성 만족



그림 3-d. 최종 설계형상의 ISO 뷰

3. 풍동 실험을 통한 유체흐름의 최적화 설계

본 논문 2절에서 기체의 무게는 50% 이상 감소시키고 강성은 그대로 유지한 채로 상판 기체를 제작하였다. 드론은 비행 물체이기 때문에 기체의 유체흐름이 매우 중요하다. 그러나, 그림 3-d 와 같은 형태의 skeleton 구조로는 16m/s 의 속도로 움직이는 드론의 유체흐름을 제대로 유지하기 어려운 것으로 나타났다. 이에 대응하여 그림 4와 같이 16m/s 로 드론을 비행시키고, 일반 대기 상태를 가정하여 풍동 실험을 진행한 결과 skeleton 구조 위에 0.1mm 두께의 얇은 상판을 제작함으

로 해서 기존 유체흐름이 유지하도록 제작하였다.

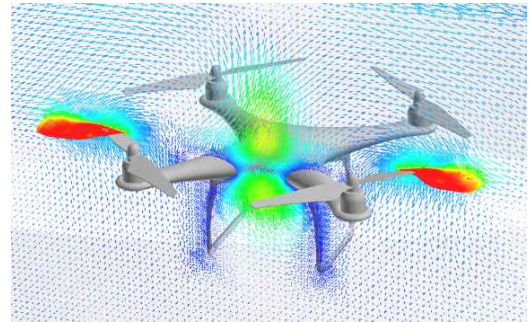


그림 4. 풍동실험을 통한 유체 흐름 모의 실험

4. 3D 프린터를 이용한 기체 제작 및 결론

그림 5-a, 5-b는 각각 최종 설계한 데이터를 기반으로 렌더링한 드론과 최종 ISO 뷰를 나타낸다.



그림 5-a. 최종 렌더링 데이터



그림 5-b. 최종 ISO 뷰

그림 6-a, 6-b 는 각각 3D 프린터로 제작한 투명 스킨과 스�কে레톤 구조의 실물 사진을 나타낸다.



그림 6-a. 상판 투명 스킨



그림 6-b. 상판 스�কে레톤

5. 결론

본 논문에서는 상용 드론 기체를 3D 스캐너를 이용하여 포인트-클라우드 데이터를 추출한 후, 역설계 과정을 거쳐서 surface 데이터로 변형하고 위상 최적화 기법을 적용하여 무게는 50% 이상 감소 시키고 강성은 그대로 유지한 스펙레톤 구조를 설계하였다. 또한, 풍동 실험을 통하여 유체흐름을 유지하기 위하여 0.1mm 두께의 투명 스킨을 재설계하였다.

- 본 연구의 결과물인 3D 프린팅 드론 기체는 2015년 6월 4일, 미래창조과학부, 국민안전처가 후원하고 KT, 한국3D프린팅협회가 주최하는 3D프린팅 드론 재난구조 경진대회 최우수상 작품임.