

헬륨을 이용한 드론의 체공시간 향상 연구

Improvement of dwell time by using helium

2019.01.07

DeepDroner / 신현호, 주진원, 최재훈, 황욱조





Contents

1

프로젝트 개요

| 문제점 | 해결법

2

프로젝트 결과

| 과정 | 데이터 및 결론

3

향후 계획 및 전망

4

팀의 성찰

드론을 장난감 용도로 제한하는 짧은 비행시간

현재 상업화된 드론의 대부분이 10분내외의 비행시간에 그치고 있다. 장시간 비행 가능한 드론의 경우에도 30분 정도에 그친다. 그 10~30분을 날기 위해서 또한 90분 이상의 충전시간이 필요하다. 이러한 배터리 문제가 드론의 시장 확장을 가로막는 가장 큰 장애물이 아닐 수 없다. 겨우, 오락용 장난감으로 드론을 평가절하하게 만드는 요인이다.

이에 많은 업체들은 새로운 장시간 운용 가능한 배터리 개발에 나서고 있다. 또, 반도체 업체들은 최적화된 배터리 관리와 모터 제어 방안을 통해 배터리 사용시간을 늘리고자 노력중이다.

지난 2015년 무인항공기 드론은 약 300만대가 주로 소비재를 중심으로 판매되었다. 오는 2020년이면 1천만대의 드론이 판매될 전망이다. 그것도 상용 부문의 비중이 주요 시장으로 성장할 것이다. 그러나 현재와 같은 기술에서는 쉽지 않을 전망이다.

IHS 마킷의 최근 조사에 따르면, 시중에 나와 있는 드론의 약 50%는 배터리 수명이 30분 미만이며, 35%는 31~60분 간 비행할 수 있고, 나머지 15% 이하만 1시간 이상 비행할 수 있는 것으로 나타났다.

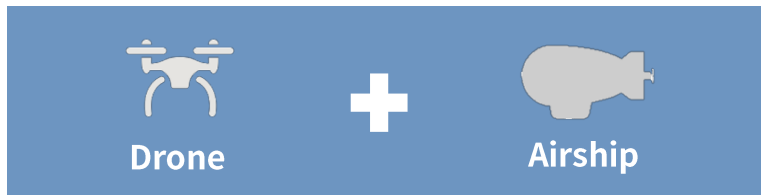
IHS 마킷(IHS Markit)의 전략 및 관리 서비스 부문 수석 분석가 스텔리오스 코타키스(Stelios Kotakis)는 “비행 시간은 **택배 회사들이 이를 해결할 방법을 모색 중**인 드론뿐만 아니라, 특히 눈에 보이는 가시선 밖의 운행을 위해 기업에서 사용되는 드론의 경우 비행시간은 더욱 중요하다. **택배 회사는 배터리 수명이 향상된 드론을 원하며, 드론이 얼마나 먼 거리를 비행할 수 있는지 알아보기 위해 드론을 이용한 물품 배송을 시험적으로 운영하고 있다.**” 말했다.

- 오 승모, “드론의 비행시간은 왜 짧아야만 하나?,” *아이씨엔매거진*, 17-Dec-2018. [Online]. Available: <https://icnweb.kr/2017/드론의-비행시간은-왜-짧아야만-하나/>. [Accessed: 06-Jan-2019].

1 프로젝트 개요

| 해결 방법

| 아이디어



드론에 헬륨 Air-pocket을 장착하여 **부력공급**
+ 모터에 걸리는 하중 = 실제 하중 - **공급된 하중**
= **드론의 체공시간 증가**

| 선행 연구 조사



대부분의 선행 연구는 **초경량 모터**를 사용한 드론
But 초경량 모터는 **한계 하중이 매우 낮음**

∴ 고중량 모터 드론에 Air-pocket을 설치하고 그 효과를 측정해보자!

| 실험 계획

1. **Altitude Hold(고도유지)**가 지원되는 드론을 제작한다.
2. 1의 배터리를 가득 채운다.
3. 1의 드론을 3분간 비행시킨다. 이 때 Altitude Hold만 사용한다.
4. 남아있는 배터리의 양을 측정한다.
5. 2-3을 세 번 반복한다.
6. 1에서 사용한 드론에 헬륨풍선을 고정한다.
7. 2-4를 반복하며 기록한다.

| 필요 헬륨 계산

헬륨 밀도 : 0.167kg/m^3 ¹⁾

공기 밀도 : 1.293kg/m^3 ²⁾

부력 = (공기 밀도 - 헬륨 밀도) × 풍선의 부피

약 18인치 헬륨 풍선 3개의 부력 = 100g

1) Linde Group, “헬륨,” *Linde Industrial Gases in Korea*. [Online]. Available: http://www.linde-gas.kr/ko/products_and_supply/helium/index.html. [Accessed: 07-Jan-2019].

2) “Atmosphere of Earth,” *Wikipedia*, 02-Jan-2019. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Atmosphere_of_Earth. [Accessed: 07-Jan-2019].

| 드론 설계 및 제작



시도한 주제	결과	비고
310mm 드론 조립 및 비행	성공	GPS와 IMU 바탕으로 실외 주행 가능
비행 실패 시, 프로펠러가 쉽게 부러지는 문제	성공	Carbon-fiber 프로펠러 적용
Optical flow sensor를 이용한 실내 주행	실패	<ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린팅을 이용한 고정 • 비정품 사용으로 인한 오작동
야간 실험 및 PX4FLOW 작동용 LED light 부착	성공	원인이 부족한 광량 때문이 아니었음
헬륨 풍선 고정	성공	3D 프린팅을 통한 고정부 제작
Sonar 센서를 이용한 Z위치 추정	실패	비정품 사용으로 인한 오작동

2

프로젝트 결과

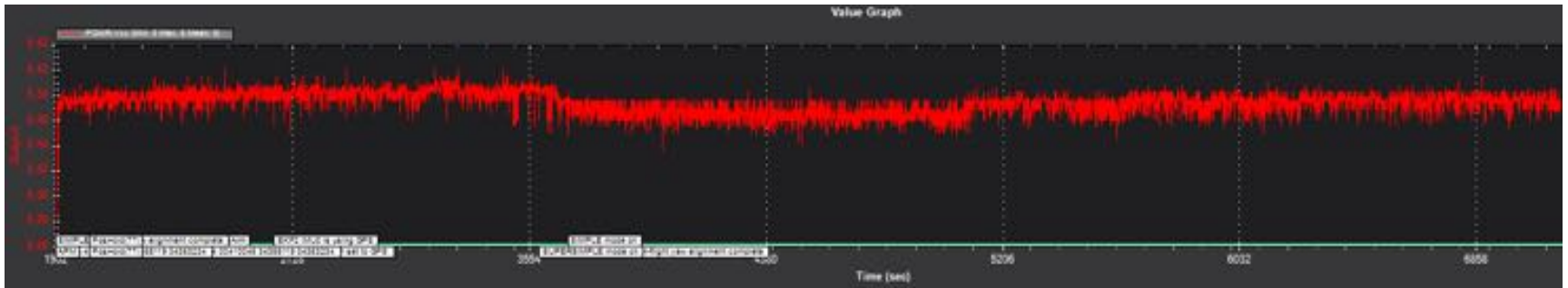
| 과정

| 비행 사진



실험군 주행영상: <https://youtu.be/ur46NLZkBmc>

| 배터리 소모량 측정



정확한 배터리 소모값 측정을 위해

- Mission Planner의 Log 분석
- Battery cell checker를 비행 전후에 사용하여 소모량 측정

위의 두가지 결과를 바탕으로 기록하였다.

| 측정 결과

| 대조군

	1차	2차	3차
초기값	12.6	12.6	12.6
비행 후 측정값	11.3	11.4	11.4
소모량	1.3	1.2	1.2

평균 : 1.233V

| 실험군

	1차	2차	3차
초기값	12.6	12.6	12.6
비행 후 측정값	11.4	11.4	11.3
소모량	1.2	1.2	1.3

평균 : 1.233V

| 결론

∴ 18인치 헬륨 포켓 3개로는 유의미한 배터리 성능향상이 불가능하다!

| 원인 분석

1. 계산 오차

- 간편한 계산을 위해, 18인치 헬륨 풍선 3개를 45cm 지름과 45cm의 높이를 가지는 원기둥 풍선으로 근사하여 계산함
- 정밀한 계산 시, 이 근사 결과는 **66%의 부피임**

2. 겨울철 온도

- 평균 영하 3도의 날씨에 실험을 진행
- 연구실에서 헬륨 주입 시에는 팽 차 있었으나, 바깥에 나가면 쪼그라드는 현상 발생
- 헬륨 기체는 이상기체 방정식을 거의 근접하게 따르므로, 실내 온도에서보다 밀도가 약 9%증가

3. 무거운 구조물

- 310mm 드론의 경우 약 800g의 무게를 가짐.
- 헬륨 풍선을 연결하는 3D 프린팅 구조물의 무게는 약 57g
- 따라서 **실제로 헬륨이 부여한 부력은 53g이하이기 때문에 큰 효과를 얻지 못함**

| 실내 비행 구현



Aliexpress에서 구입한 비정품



Holybro 정품

이번 실험의 경우, 저렴한 구현을 위해 **PX4FLOW** 복제품을 사용하였다.

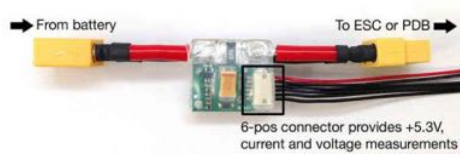
그 결과, Flight control과 연결에 상당히 많은 어려움이 있었으며, Realtime-log를 확인했을 때, **Optical flow의 움직임에 따라 올바른 값을 출력하지 못했으며** 심지어 동봉된 Sonar Sensor의 경우에는 작동되지 않았다. 따라서 다음 실험에서는 **Holybro의 정품을 구입하여 실험을 진행하고자 한다.**

실내 비행을 구현하게 되면 온도 조건을 제어할 수 있게 되어 더 정밀한 결과를 낼 수 있게 될 것이다.

| 배터리 Logging Module 장착



Mission planner에서 배터리가 잡히지 않음



추가로 구비하려는 Logging Module

풍선이 들어갈 공간을 만들기 위해 사용했던 **Pix-mini Flight controller**의 경우, Battery voltage에 대한 Logging이 지원되지 않았다. 따라서, 현재 전압을 정확하게 알려주는 **Battery module(3DR Power Module)**을 이후 실험에서 장착하려고 한다.

| 헬륨 고정부 - 드론 프레임 결합



| 문제점

- 풍선 고정부의 무게 증가 → **유의미한 데이터 관측 불가**
- 금속 풍선의 재질 특성상, 3D 프린터 출력물에 부착이 어려움 → 헬륨 포켓 6개를 이용한 실험 시 **풍선이 분리되어 실험 실패**

| 향후 계획

- 헬륨 풍선을 담을 수 있는 공간을 가진 드론 프레임을 설계한다.

| 드론의 안전성 증가



폭발한 드론 배터리

헬륨을 통해 양력 생성 부담을 줄이게 되면, 다음 두 가지를 줄일 수 있다.

- 배터리 크기 (출력)
- 프로펠러 크기 및 모터 크기 (출력)

따라서 감소된 배터리 크기는 **배터리 발화 시 사고 위험을 크게 줄여준다**. 또한, 저출력 모터의 사용은 드론의 소음을 감소시키고 **인간과의 충돌 시 발생 시 피해 정도를 현격하게 낮추어줄 수 있다**.

| 택배 드론의 상용화 가속

“

현재 진행되고 있는 드론 시범사업의 경우 5km 거리의 배달을 1차적인 목표로 하고 있는데요. 이 정도 수준이면 **물류창고 근처**라고 봐야겠죠?

- 박종운, 아나드론스타팅

현재 드론 택배의 가장 큰 문제점은 **배터리 시간과 적재량**이다. 현재는 물류창고와 가까운 곳만 배달할 수 있는 수준이며, 신발 한 박스가 최대 적재량이라고 한다. 뿐만 아니라, 국내와 같이 주거지가 밀집되어 있는 곳에서는 **소음** 문제가 존재한다. 만약 **이 기술이 적용된다면, 제시된 문제 중 세 가지를 해결할 수 있다**. 적재량이나 배터리 시간에 문제가 있다면, 단순히 더 큰 헬륨 포켓을 사용하면 된다. 따라서 이 기술이 성숙한다면, 단순히 드론 택배 산업을 상용화가 가능한 수준까지 끌어올릴 수 있다.

이 뿐만 아니라, 이는 농약 살포용 드론이나 전투용 드론 같이 고중량-고지속 시간을 요구하는 설계에 폭넓게 적용될 수 있기 때문에, 여러 산업군에 큰 도움을 줄 수 있다.

배운 점

드론 설계 방법

기성품 드론을 구매하여 실험하지 않고, 부품을 구입하여 직접 조립한 결과, 특정 기능 (Optical flow, 초음파 센서, 영상 인식, Arming, RC 통신 등) 을 구현하기 위해 어떤 부품을 구입하면 되는지를 알게 되었다. 뿐만 아니라, MissionPlanner를 이용하여 드론의 상태를 측정하고 그래프로 변환하는 법, 가속계나 ESC를 최적화하는 방법 등등 실용적인 지식도 습득할 수 있었다.

기본 지식 학습

겉보기에는 단순해보이는 주제였지만, 더 설득력있게, 더 실용성있게 아이디어를 발전시키는 과정에서 많은 Tool에 대한 지식이 필요했다. 프로젝트를 진행시키는 도중에서 여러 Tool의 사용법을 익히게 되었다. 예를 들면, Fustion360으로 헬륨-드론 연결부, 배터리 장착 및 PX4FLOW 거치대를 제작하는 과정에서 3D 프린터가 가진 공차를 이용하여 나사산을 파는 고급 기술을 익히게 되었다.

해외 자료 활용 능력 향상

이 프로젝트에 대한 선행 연구부터, 사용한 Flight control의 조립 및 설정법까지 모든 부분이 영문으로 되어 있었기 때문에 처음에 어려움을 많이 겪었다. 그러나 프로젝트가 끝날 즈음에는 구글 번역기의 도움 없이도 해외 논문이나 블로그의 설명을 이해할 수 있게 되었다.

반성

정품 센서 이용

저렴한 구현을 위해, 비정품 PX4FLOW센서를 Aliexpress에서 구입하여 사용하고자 했으나, 오히려 해당 센서가 문제의 원인이라는 것을 밝혀내기까지 상당한 시간이 걸려 비효율적이었다. 후속 연구에서는 Holybro와 같은 대형 제작사의 정품을 이용하고자 한다.

레퍼런스를 이용한 시작

프로젝트를 시작할 때, 비슷한 주제를 가진 논문이나 Demo에 대한 동영상을 보게 되면 표절 시비에 휘말릴 가능성이 있다고 판단하여 참고자료를 보고 시작하지 않았다. 이는 상당히 심각한 문제를 가져왔는데, 어느 부분부터 시작해야 할지 막막하여 진행 속도가 매우 느렸다. 특히 우리 같은 경우 헬륨 포켓을 테이프와 3D 프린팅 출력물만으로 고정하기 어렵다는 결론이 나왔으나, 이미 부품과 실험이 많이 진행된 이후여서 되돌리기 힘들었다.

따라서 다음 연구부터는 레퍼런스를 보고 시작하여 프로젝트의 진행속도를 향상시키고자 한다.