

드론을 이용한 미세먼지 데이터 수집 장치 제안

조영준[○], 백승현*, 이종구*, 유상민*, 장민석*, 이연식*

국립군산대학교, 컴퓨터정보통신공학부[○]

국립군산대학교, 컴퓨터정보통신공학부*

e-mail: {zrsa, bluems, elife3000300, smyu, msjang, yslee}@kunsan.ac.kr^{○*}

Suggestion of Device for Collecting Fine Dust using Drone

Youngjun Jo[○], SeungHyun Baek*, JongGu Lee*, Sangmin Yu*, Minseok Jang*, Yonsik Lee*

School of Computer & Information & Communication Engineering, Kunsan National University[○]

School of Computer & Information & Communication Engineering, Kunsan National University*

● 요약 ●

급격히 증가하는 자동차 수, 발전량 증가 등으로 인하여 미세먼지로 인한 환경오염이 심각한 사회문제로 대두되고 있는 실정이다. 50개가 넘는 국가들이 권고치 이상의 미세먼지로 인해 피해를 받고 있으며 각 피해국들은 미세먼지 저감 대책 및 발생을 최소화하기 위한 방안을 연구하고 있다. 하지만 현재 고정형 미세먼지 취득 드론으로는 다양한 포인트의 미세먼지 데이터를 수집하기 힘든 상황이며, 기존 드론을 활용한 방법에서도 회전 날개의 영향으로 인해 정확한 데이터를 수집하기 힘든 실정이다. 본 논문에서는 드론과 특정 구조물을 활용한 미세먼지 수집 방법을 제안하고 이의 효율성을 보여주고자 한다.

키워드: 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle), 드론(Drone), 미세먼지센서(Micro Dust Sensor)

I. Introduction

최근 미세먼지가 큰 사회적인 문제로 대두되고 있다. 발전소, 자동차 매연 등 석유, 석탄과 같은 화석 연료의 연소과정에서 발생하는 배출 가스가 미세먼지의 주 유발 원인으로 알려져 있다. 미세먼지로 규정하는 마이크로입자의 최대 크기는 10 μ m로 일반적인 먼지와 비교했을 때 매우 작고 가벼우며 Fig. 1.과 같이 대기를 통해 주변국에까지 쉽게 영향을 미칠 정도로 광범위한 지역을 오염시킨다[1]. 특히 2.5 μ m 미만의 미세먼지는 호흡과정에서 걸러지지 못하고 폐포에 직접적으로 흡착되며 황사와 달리 황산염(SO₄), 질산염(NO₃), 암모니아(NH₃) 등으로 이뤄져 있어 기관지염, 천식 및 만성폐쇄성폐질환, 폐렴, 협심증, 심근경색 등 각종 알레르기 및 염증의 원인으로 알려져 있다[2][3].

세계보건기구(WHO)에 따르면 세계인구의 86%(2016)가 AQG(Air Quality Guideline) 수준을 준수하지 못하는 미세먼지 대기오염에 영향을 받고 있다고 발표했다. 또 이로 인해 해마다 600만 명 이상의 목숨을 잃고 있는 것으로 추산하고 있다[4].

이와 같이 미세먼지로 인해 심각한 환경오염 문제에 직면하였으나 현재의 한국 정부의 미세먼지 관측은 대부분 지상 20M 이내에 설치된 전국 264개 무인 관측소에 의존하고 있다. 특정 고도의 미세먼지 정보만 포집되며 많은 측정소가 실제 거주지역과 동떨어지거나 해당 지역의 주요 통행고도와 관계없는 위치에 설치되어 있어 실제 체감과 상이한 측정 수치를 나타낸다[5][6].

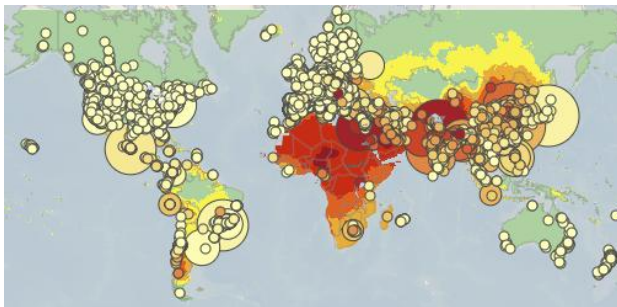


Fig. 1. World air quality index and PM2.5 air pollution

Table 1. Number of measuring stations by altitude

Altitude	< 10m	10~20M	> 20M
# of Points	40	203	21

환경부에 따르면, 고도차에 의한 미세먼지 분포도의 차이는 미미하다고 발표하였으나[7], 해당 발표의 통계는 짧은 기간 동안의 한시적 측정 결과로써 다른 시점의 측정 결과에 따르면 충분히 의미적 차이가 발생함을 확인할 수 있다[6].

위와 같은 문제들을 해결하고자 국내 연구소 등에 의해 이동에 제약이 적은 드론을 활용한 미세먼지 포집의 연구가 진행되고 있다

[8][9]. 특히 [10]에 따르면, 드론을 통한 대기 환경 조사 시 드론 프로펠러에 의한 대기 흐름으로 인해 센서 측정 수치가 비행 전과 비교하여 약 0.2~0.5%가 더 적게 측정됨을 나타내고 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 본 논문에서는 미세먼지를 측정하기 위해 드론을 통해 데이터를 수집하고, 드론이 데이터 수집 중에 바람 영향에 의해 오차 발생을 줄이기 위해 기존과 다른 구조물을 설계/제작하였다.

II. Preliminaries

1. Related works

한국에서도 미세먼지의 피해와 예측 측정을 위한 많은 연구가 진행 중이며 드론과 관련해서 다음과 같은 연구가 진행되고 있다.

[11]에서는 고도에 따른 블랙 카본 농도 측정값의 상관관계를 도출하려 하였으나 모든 측정위치에서 해발 100m까지 고도에 따른 농도는 감소하는 경향을 보였으며 그 감소량은 10m 고도 상승하는 동안 $0.12\sim 0.17\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 근접한 결과를 보였다. 고도에 의한 농도의 영향보다, 드론의 프로펠러로 인한 대기기류의 영향으로 인해 측정된 물질이 약 5% 낮게 측정되어 블랙카본농도 측정에 영향을 주었다는 것을 알 수 있다. 또한 [2]에서는 5% 낮게 측정되는 부분을 보완하기 위해서 빨대구조의 인렛(inlet)을 설치하여 기류의 영향을 최소화하였으며, 건설현장, 수목원, 주거지역으로 측정지역을 구분하고 고도 150m까지 비행지점을 30m 간격으로 세분화하고 각각의 고도에서 5분 이상의 호버링 비행을 통해 데이터를 얻었다. 그 결과 다른 선행연구와 유사하게 고도가 높아질수록 농도가 낮아지는 것을 확인할 수 있다. [9]에서는 미세먼지의 연직분포를 관측하였다. 이 실험에서는 초미세먼지와 상대습도가 매우 유사하다는 것을 알 수 있다.

III. The Proposed Scheme

본 실험에서는 드론을 이용하여 미세먼지 데이터를 수집하기 위해서 새로운 구조물을 설계/제작하고 다른 실험에서 사용했던 구조물들의 데이터를 비교/분석해 보았다.

1. Sensing System Architecture

드론이 비행중일 경우 모터로 인해 발생하는 주변 노이즈와 지상과의 거리로 인한 문제로 원격지에서 센서 정보를 수집하는 데에 제약이 따른다. 이 실험에서는 Raspberry Pi 3B와 미세먼지 센서, GPS를 드론에 설치하고, Python 코드를 Systemd 대문으로 등록하여 자동 측정을 구현하였다.

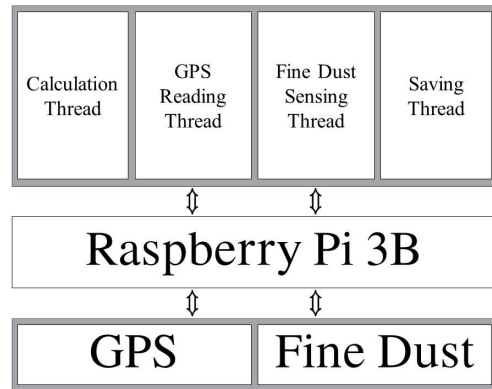


Fig. 2. Sensing System Architecture

2. Suggested Structure

제안하는 구조 모델에서는, 소형 드론을 이용하여 미세먼지를 측정 실험하기 위해 자체 제작하였으며, 소형 드론의 고질적인 문제인 전력소모량을 낮추고 제안 모델의 덕트를 이용하여 드론의 다리역할을 동시에 수행하는 것을 주목적으로 설계하였다. 접시모양 형태를 갖춘 구조물은 쿼드콥터 형태의 드론 모터 하단에 위치하며, 비행 중 발생하는 하향풍을 통해 이어지는 덕트로 공기가 유도되어 구조물 기둥 내부에 위치한 센서로 전달되는 방식으로 작동한다. 이어서 강력한 하향풍에 의해 접시로부터 덕트까지의 좌우 뒤틀림을 방지하기 위해 모터 프레임과 덕트를 연결한 추가적인 구조물을 부착하였다. 언급한 구조물들은 카본 재질의 필라멘트를 사용하여 3D 프린터를 통해 출력하였으며 센서를 제외한 총 중량은 약 413g이며 실험에 사용된 드론(F450급)의 가용가능 하중은 배터리를 포함하여 518g-1,318g이다[12]. 이후 안정적인 비행을 위한 PID 값을 튜닝하기 위하여 기구물 부착 후 비행실험을 통해 오토튠(Auto Tune) 작업을 수행하였다.

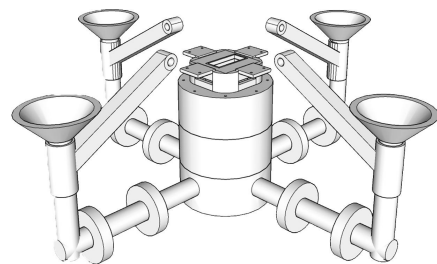


Fig. 3. Structure for fine dust collection

3. Perform Pilot Test

본 실험은 운동장에서 진행하였다. 각각의 구조 환경에서 고도 15m, 30m, 45m 약 5분간 호버링 상태에서 데이터 수집을 진행하였다.

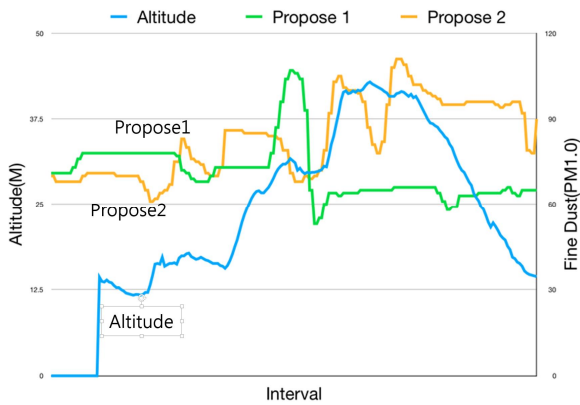


Fig. 4. Fine dust PM_{1.0}

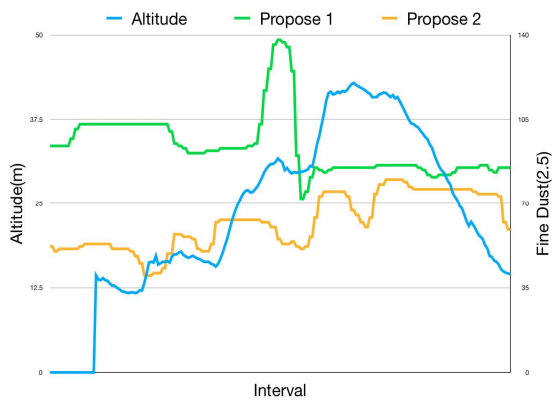


Fig. 5. Fine dust PM_{2.5}

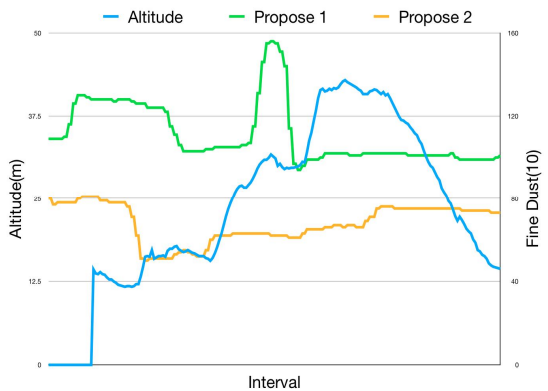


Fig. 6. Fine dust PM₁₀

Propose1은 센서에 가구물을 부착하지 않은 상태에서 측정된 데이터이며, Propose2는 앞서 언급한 자체 제작한 가구물을 부착하여 데이터를 측정하였다. 실험당시 기상청기준 기온은 22℃, 습도 70%, 풍속 1ms 를 기록하고 있다.

Fig. 4., Fig. 5., Fig. 6.은 각각 고도의 변화에 따른 1.0 μ m, 2.5 μ m, 10 μ m 크기의 미세먼지 측정치를 보여주고 있다.

Propose1의 데이터는 30m 근방 상공에서 모두 이상 피크치를 보이고 있음을 확인할 수 있다. 이는 해당 고도에서 드론 특성상 프로펠러의 회전 RPM이 갑작스럽게 증가하기 때문인 것으로 추측된

다. 즉, 미세먼지 측정시 프로펠러의 회전의 영향을 많이 받고 있음을 확인할 수 있다. 반면에 제한한 미세먼지 수집 장치에서는 전반적으로 고도에 따라 미세먼지량이 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

IV. Conclusions

Propose1의 경우, 3가지 크기의 미세먼지 입자 측정 결과 각각에 대해서 측정 패턴의 모양이 유사하게 나타난다. Propose2의 경우, 측정 패턴이 고도의 변화량과 유사한 모양을 보이고 있다.

하지만 Propose2(제안 방식)에서 미세먼지 수집 데이터양이 고도의 변화에 따른 선형적인 데이터값을 취득하지 못하는 문제를 구조적인 설계 변경으로 최소화함으로써 보다 정확한 미세먼지 데이터를 취득할 수 있도록 하고, 등속 샘플링이 가능하도록 보정용 프로그램 구현을 추후 진행하고자 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2018년 한국국토정보공사 공간정보연구원 산학협력 R&D 지원사업 자유과제 지원과 2019년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (N0002428, 2018년 산업전문인력역량강화사업)

REFERENCES

- [1] World most polluted countries 2018 (PM2.5), <https://www.airvisual.com/world-most-polluted-countries>
- [2] Knowing About Fine Dust Exactly, <http://www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=97828&fileSeq=1&openYn=Y>
- [3] Jang, Ansoo, "Impact of particulate matter on health," J. Korean Med Association, Vol. 57, No. 9, pp. 763-768, Sept 2014
- [4] World Health Organization, "Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease," World Health Organization, pp.28, 2016
- [5] Another reason to experience fine dust forecasting, <https://www.yna.co.kr/view/AKR20180114024600004>
- [6] Height of fine dust observatory, http://news.chosun.com/site/data/html_dir/2018/03/28/2018032800241.html
- [7] Ministry of Environment, "Fine dust fact check: fine dust! Ask me anything," Republic of Korea, pp. 11, Jan 2019
- [8] Ji Hyun Yoon, Yunjie Li, Moon Suk Lee, Minho Jo, "Deep Learning Drone Flying Height Prediction for

- Efficient Fine Dust Concentration Measurement,” The 13th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, pp 1112-1119, Novotel Phuket Resort Patong Beach, Thailand, May 2019
- [9] Kim, H. S. et al., “Vertical Aerosol Distribution and Flux Measurement in the Planetary Boundary Layer Using Drone,” Particle and Aerosol Research, Vol. 14, No. 2, pp.35-40, July 2018
- [10] Neumann, P.P., Asadi, S., Hernandez Bennetts, V., Lilienthal, A.J., Barthilmai, M., “Monitoring of CCS Areas using Micro Unmanned Aerial Vehicles (MUAVs),” J. Energy Procedia, Vol. 37, pp. 4937-4964, June 2013
- [11] Lee, J. H., “Black Carbon Measurement using a Drone,” Korean Society for Atmospheric Environment, Vol. 34, No. 3, pp.486-492, June 2018
- [12] DJI, “FlameWheel 450 User Manual V2.2,” DJI, pp. 8, May 2015.