

## 드론을 활용한 미세먼지 데이터 수집 및 분석에 관한 연구

김경목<sup>1\*</sup>, 전호범<sup>2</sup>, 임건선<sup>3</sup>

<sup>1</sup>삼육보건대학교 의료정보과, <sup>2</sup>굿앤굿, <sup>3</sup>경기항공

## A Study on fine dust data collection and analysis using Drone

Kyoung-mok Kim<sup>1\*</sup>, Ho-beom Jeon<sup>2</sup>, Geun-Seun Lim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Medical Information, Shamyook Heath University

<sup>2</sup>good & good

<sup>3</sup>Kyoung Ki Air

### 요약

본 논문은 일상에서 드론을 이용하여 고도에 따른 미세먼지 측정치를 비교 분석하여 특별히 건강 취약 계층이 주로 거주하는 지역 중심으로 미세먼지 수치의 변화를 예측함으로써 날씨 정보와 연계한 환경적 요소를 제공한다. 따라서 실시간 변화의 추이를 모니터링하고 해당 기관에서는 건강 요소의 자료로써 활용될 수 있다. 현재 드론 기술의 발달과 다양한 측정 장치와 결합된 형태로 다양한 서비스를 제공하고 있다. 측정 데이터로 PM1(극초미세먼지) / PM2.5(초미세먼지) / PM10(미세먼지)를 획득하고 변화의 추이를 예측하였으며 층고 별 변화의 추이를 분석하고 제시하는 기반을 완성하며 측정기는 미세먼지, 습도, 온도, 기압, 이산화탄소, TVoc, 포름알데이드까지 측정되는 장비를 사용하였다.

### Abstract

This study collects and provides environmental data related to weather by measuring the concentration levels of fine dust at different altitudes, with the aim of forecasting fine dust concentration changes, particularly in the areas where the vulnerable reside. Institutions in the healthcare-related fields can use the real-time data on the changing fine dust concentration, which is collected through different combinations of various measuring devices and drone technologies, which have recently developed at a rapid pace. The study first collects data on the following: PM1 (fine dust particles <1  $\mu\text{m}$  in size), PM2.5 (fine dust particles <2.5  $\mu\text{m}$  in size), and PM10 (fine dust particles <10  $\mu\text{m}$  in size) and predicts respective changes and suggests data on various high levels. The device that was used in the study measured fine dust concentration, humidity, temperature, atmospheric pressure, carbon dioxide, total volatile organic compounds (TVoc), and formaldehyde.

### keyword

Drone, Health data, PM

## 1. 서론

### 1.1 연구 목적

도시환경의 미세먼지 심각화에 따른 고도 변화에 추인된 정확한 측정을 통해 미세먼지 취약 지구 및 호흡기 질환자를 위한 소단위 지역의 고도별 미세먼지의 변화 추이를 추적하여 일층 증 고의 미세

먼지 변화 정보를 제공함으로써 보다 입체적인 건강 저해 요소에 직접적인 요인을 인지하고 물리적, 고도 지리적 해법을 찾는 데 그 목적이 있다. 또한 호흡기 환자의 미세먼지 위험에 대한 인식은 비교적 높으나 지식 정도는 높지 않은 상황이며[1] 미세먼지 관련 인식과 지식을 높일 수 있는 호흡기 환자들을 위한 맞춤형 교육 프로그램의 개발이 요구된다. 고정형 측정기와 드론의 차별성은 입체적 측량이 가능하다는 것이며 사각지대의 최소성을

\*Corresponding Author : Kyoung - mok Kim(Shamyook Heath Univ.)

Email: kkm@shu.ac.kr

Received December 06, 2021

Revised December 15, 2021

Accepted December 20, 2021

보장한다. 요양병원 등 절대적 취약 계층이 거주하는 건물 등의 경우도 확률적 접근을 통해 기저 질환자의 민감성을 고려한다면 간접적인 예방 효과가 있을 것으로 사료 된다.

## 2. 본 론

### 2.1 연구 배경

#### 2.1.1 4차 산업혁명 시대 드론의 활용 이슈

드론의 사전적 의미는 항공 안전법 제 2조 3호 “초경량 비행 장치란 항공기와 경량 항공기 외에 공기의 반작용으로 뜰 수 있는 장치로서 자체 중량, 좌석 수 등 국토교통부령으로 정하는 기준에 해당하는 동력 비행 장치, 행글라이더, 패러글라이더, 기구류 및 무인 비행 장치를 말한다. 최초 드론은 배송 또는 이송을 위한 목적으로 이륙 무게에 중심을 두어 발전되었으나 현재는 다양한 기술의 발전으로 인해 영상전송, 방재, 감시, 방위 등 다양한 분야에서 융합의 형태로 진화되고 있다. 현대 과학 기술은 어느 한 분야만 고립, 독자적으로 발전되지 않는 것에 그 특징이 있으며 예로 드론과 AI 융합을 그 예로 들 수 있다.



[Fig. 1] System device of drone

[그림 1]. 드론 시스템 장치

#### 2.1.2 미세먼지 데이터의 고도 별 편차

호흡기 환자들은 미세먼지에 대해 더욱 취약한 대상으로 미세먼지로부터의 부정적 영향을 최소화하기 위해서는 건강관리 행위가 중요하나 아직까지 호흡기 환자들의 건강관리 행위에 영향을 미치는 요인을 조사한 연구는 부족한 실정이다[1]. 이에 본 연구는 드론을 활용하여 취약자들의 거주 고도에 따른 미세먼지 발생 분포를 추적하여 고도와 미세먼지와의 상관관계를 분석할 것이다. 일반적으로 지역단위의 미세먼지 분포는 일정한 수치를 보이지만 대기상태의 불안정 등 고도 별 수치는 다소 일관성이 없게 측정될 수 있으며 인체에 해로운 미세먼지 외 요소들은 입체적 측정 방법을 도입하여 장기적으로는 인근 지역의 측정 결과의 추적 및 예측이 필요한 상황이 될 것이다. 이에 실시간 환경 요소의 모니터링 및 데이터 분석을 통해 의미 있는 건강 요소로서의 데이터가 될 것으로 판단된다.

#### 2.1.3 미세먼지 변화에 따른 호흡기 질환 환자 확산 방지

주변의 공장 지역이나 상습 분지 지역의 경우 차별화된 측정값의 제시가 긴박한 상황이며 더욱 호흡기 질환자의 경우 수치의 예민한 변화도 인체에 치명적인 변화를 초래할 수 있어 다량의 데이터를 통한 빅데이터 분석 시스템을 적용하여 입체적 변화의 추이를 예견할 수 있다.

### 2.2 관련 기술

#### 2.2.1 드론 비행 원리

드론은 양력 (Lift : 위로 올리는 힘), 추력 (Thrust : 앞으로 밀어내는 힘), 항력 (Drag : 공기가 뒤로 끄는 힘), 중력 (Weight : 지구가 당기는 힘)의 4가지 힘이 필요하다. 멀티콥터는 헬리콥터와 구조는 다르지만 이 원리가 그대로 적용된다. 로터가 회전을 하게 되면 작용과 반작용의 법칙에 따라 회전 반대 방향으로 토크가 발생하게 되기 때문에 이때 발생하는 토크를 상쇄하기 위해서 모든

로터가 동일한 방향으로 회전하지 않고 짝을 지어 서로 반대 방향으로 회전하도록 설계되어 있다. 이러한 원리로 드론의 무게와 장착된 배터리 용량에 따라 비행시간이 결정되고 측정 장치의 종류와 범위를 결정하게 된다[3].



[Fig. 2] setting of measuring equipment  
 [그림 2]. 측정기 탑재

드론에 측정 장치를 탑재하기 위해서는 견고한 묶음 기술이 필요한데 드론의 하단에 견고한 케이블을 고정하고 측정 센서의 방향을 고려하여 진동에 오류 데이터가 나오지 않도록 이중 연결 구조로 설치한다.

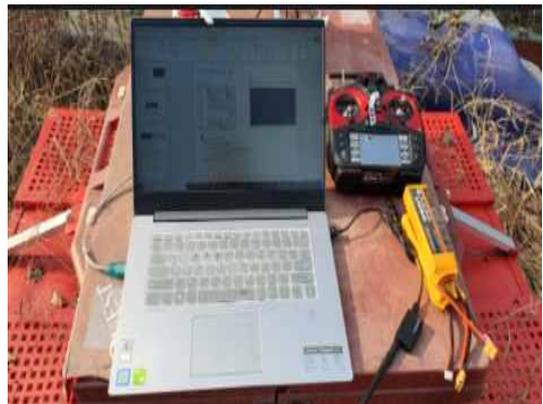
### 2.2.2 측정기 원리 및 측정 방법

IOT 활용 실외 공기 질 모니터링을 위해 다음의 기준을 만족하는 측정 장치를 사용하며 사양 및 측정 범위는 다음과 같다[4].

드론을 통해 획득된 1차 데이터 수집은 현장에서 PC로 전송받으며 2차 데이터 분석을 거쳐 미세 먼지 외 수집 데이터를 처리하여 특정 고도 변화에 따른 데이터 변이 정도를 분석한다.

구분		제품사양
주요기능		• 공기질을 측정하고, 측정된 데이터를 NB-IoT 무선 통신으로 수집
통신방식		• LTE NB-IoT(Real IoT)
데이터 처리		• 데이터 전송 주기 10분
전원		• 5V 2A 상시전원 / 리튬이온 배터리 내장
센서의 측정범위	미세먼지	• 레이저 광산란 방식 센서 • PM2.5 및 PM10측정 • 측정범위 : 0 ~ 1,000 $\mu$ g/m <sup>3</sup> • 수명 : 20,000시간이상 • 환경부 성능인증 1등급
	이산화탄소 (CO2)	• 측정범위 : 1 ~ 6000ppm • 동작온도 : -20 ~ 75 $^{\circ}$ C • 분해능 : 0.5 ppm 이하 • 수명 : 24개월이상 • 동작습도 : 5 ~ 95%
	TVOC	• TVOC 센서 : 0 ~ 6000 ppb
	온습도	• 온도: -40~+125 $^{\circ}$ C • 습도: 0 ~ 100% RH
제품 사이즈		• 90 x 90 x 90 mm • 외함 : 설치 위치 실사 후 맞춤 설계 (옵선)
안테나		• Dipole Antenna (3dB) 1ea

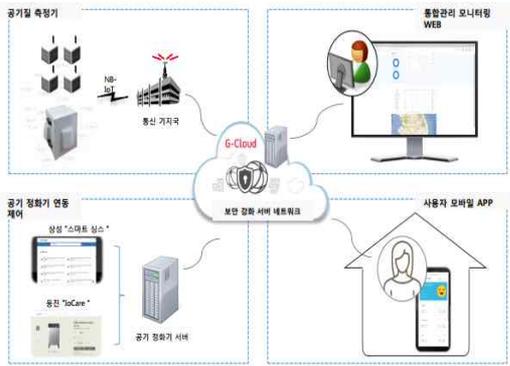
[Fig. 3] standard and range of measuring equipment  
 [그림 3]. 측정 장치 기준 및 범위



[Fig. 4] collection method of measurement  
 [그림 4]. 측정 데이터 수집

### 2.2.3 미세먼지 측정 데이터 수집 기술

시스템의 구성은 [그림 5]와 같이 공기 질 측정기는 통신기지국으로 NB-IoT 기술을 통해 측정 데이터를 1차 데이터 형태로 전송하며 보안 강화 서



[Fig. 5] system architecture of data collection and processing

[그림 5]. 데이터 수집 및 처리 시스템 구성도

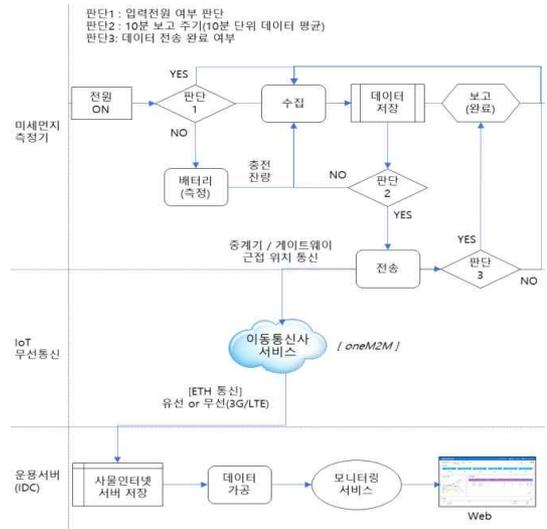
비 네트워크가 탑재된 G-Cloud 시스템을 경유하여 통합 관제 시스템 또는 공기정화기 연동 제어 장치와 연계되어 사용자 모바일 앱으로 정보를 송수신한다. MQTT(Message Queuing Telemetry Transport)는 ISO 표준 발행-구독 기반의 경량화된 메시징 프로토콜이다. 최소한의 전력과 트래픽으로 통신이 가능한 장점이 있어 IoT나 모바일 통신에 최적화 되어있다[2].

2.2.4 미세먼지 측정 데이터 처리 및 분석 기술

측정기의 구조 및 미세먼지 측정 원리는 [그림 6]과 같이 인입 되는 공기는 감지 챔버에서 레이저 소스가 렌트 통과 후 라이트 트랩의 포토다이오드를 경유하여 MCU로 전달한다. 이때 공기 질 분석은 반드시 기준 사양에 부합되어야 하며 측정되는 항목에 따른 측정방식 및 측정 범위는 다음과 같다.

- ① 미세먼지 : 레이저 광 산란 방식, 0~1,000µg/m
- ② CO2 : NDIR 측정방식, 1~5,000ppm
- ③ tvOC : 0~6,000ppb
- ④ 온도 : -40~125℃
- ⑤ 습도 : 0~100% RH
- ⑥ 지진 : 진도≥3

[그림 6]과 같이 입력 전원의 판단에 따라 10분



[Fig. 6] processing and analysis procedure of measuring data

[그림 6]. 측정 데이터 처리 및 분석 절차

주기로 보고시스템이 동작하며 수집 후 데이터 저장장치를 통해 중계기 및 게이트웨이 통신을 수행하여 일반 통신사 서비스를 통해 다양한 운용 서버로 접속하여 일반적인 웹 서비스를 수행할 수 있다. 측정 이후 1차 데이터는 일반적인 처리 절차를 거치며 특별한 경우 데이터 가공 절차를 거쳐 웹/앱 형식의 변환과정을 통해 사용자 화면에 표시된다.

2.3 측정 데이터 및 환경 분석

항목	좋음	보통	나쁨	매우나쁨
이산화탄소(ppm)	~450	~900	~1500	1501~
tVOC(ppb)	~150	~400	~700	701~
미세먼지 PM10(µg/m³)	~30	~80	~150	151~
초미세먼지 PM2.5(µg/m³)	~15	~35	~75	76~

[Fig. 7] criteria of measuring data

[그림 7]. 측정 데이터 적용 기준

[그림 7]과 같이 4개의 측정치 기준은 4단계로 분류되며 실제 고도별 계측값과 비교하여 미세하지만 측정치의 변화를 통해 최적의 고도 값을 얻을 수 있다. 측정 데이터는 지역별, 온도, 습도에 따라

다른 값을 가질 수 있으나 측정 횟수가 증가함에 따라 일정 변화량의 미세한 변화를 확인할 수 있었다. 측정 결과는 다음과 같다.

1층에서 27층까지 4단계로 구분하여 (1층, 7층, 21층, 27층)에서 PM 1.0 / PM 2.5 / PM 10으로 각각 5회 측정하여 평균을 산출한 결과 7층 고도에서 세 개의 항목에서 모두 최저치의 측정값을 얻을 수 있었다. 층간 높이는 평균 2.5m이며 바람의 영향과 온도, 습도의 변수는 고려하지 않았고 다음 [표 1]의 측정 결과를 도출하였다.

[Table 1] results of measuring data depends on high levels

[표 1] 층고 단위 실제 측정 데이터

Division	Turn	PM1.0	PM2.5	PM10
First floor	1	37.33	41	64
	2	40.33	43.67	66
	3	50	54.67	77.33
	4	40.33	44.33	66
	5	44	47.67	66.67
	AVG	42.4	46.3	68.0
7 <sup>th</sup> floor	1	28.76	32.33	48
	2	30.67	34	46.67
	3	32	34.33	51.67
	4	32	36.33	46
	5	31.67	35.33	46.33
	AVG	31.0	34.5	47.7
21 <sup>st</sup> floor	1	37	40	55.33
	2	36	40.33	48
	3	37.33	40.33	56.67
	4	37.33	40	64.33
	5	37.67	40	52.33
	AVG	37.1	40.1	55.3
27 <sup>th</sup> floor	1	39.67	42	54.33
	2	38	41	55.67
	3	45.67	48.33	67
	4	46.33	49.33	61.33
	5	43.67	47.33	63.67
	AVG	42.7	45.6	60.4

### 3. 결론

드론에 측정기를 장착하여 층고 별 미세먼지 데

이터를 분석하면 미세한 측정값의 변화 패턴이 발생하고 고도 단위 최적의 고도 요소를 지정할 수 있다. 호흡 기저 질환자의 경우 미세먼지는 매우 민감한 요소이며 일상생활 공간에서의 미세먼지 수치는 더더욱 그러하다. 본 논문을 통해 미세먼지 측정 기준치를 확인하고 실제 측정 데이터를 비교함으로써 층고 단위의 미세먼지 변화 패턴을 정할 수 있다. 일상적으로 접하는 미세먼지 데이터를 층고 단위분석의 결과를 다양하게 적용함으로써 보다 안정적인 층고 결정에 도움을 줄 수 있을 것이다. 위 제시된 실제 측정 실험의 횟수를 늘려 보다 신뢰성 높은 범주를 설정함과 동시에 실생활에서 쉽게 측정하고 대응하는 일상이 될 것으로 예측된다. 현재 지역자치구에서는 의무적으로 미세먼지 측정 장치를 설치하는 것을 의무화하고 있으며 데이터의 정확한 이해와 관심이 필요한 시점에서 본 연구는 의미가 있을 것이다. 이후 지속적인 실측 데이터를 가지고 인공지능 빅데이터 분석을 통해 미세먼지 수치 변화 패턴 인식의 사회적 관심을 도출하는 마중물이 될 것으로 생각한다.

### References

- [1] Ju hee Ham, "Factors affecting particulate matter related health behaviors of patients with pulmonary disease", *Seoul university of College of nursing Master's thesis*, 2020.
- [2] Dong Gyu Bae, Kyu Chang Jeong, Seong Mun Oh, Byeong and Cheol Park. "Development of fine dust detection module using dust sensor and low power IoT communication", *Korea Electronics Technology Institute*, 2020.
- [3] The Korea Transport Institute, "The Future of drone and traffic condition", 2020.
- [4] RM Tech, "Control system for air condition monitoring using IoT", 2021.