

정확한 대기오염물질 배출 지정 탐지를 위한 드론 비행 궤도에 관한 연구

김수영 · 이석훈* · 정동원*

군산대학교

A Study on Drone Flight Trajectory for Accurate Detection of Air Pollutant Emission Designation

Suyeong Kim · Sukhoon Lee* · Dongwon Jeong*

Kunsan National University

E-mail : kim1999@kunsan.ac.kr / leha82@kunsan.ac.kr / djeong@kunsan.ac.kr

요 약

이 논문에서는 정확한 대기오염물질 배출 지정 탐지를 위한 드론 비행 궤도 방법을 제안한다. 공단과 같이 공장이 많은 지역에서 감시가 소홀한 상황에 대기오염물질을 불법 배출하는 사업장들이 존재한다. 기존에는 드론을 이용하여 이러한 지역에서 대기오염물질을 측정하기 위한 연구들이 활발히 진행되었다. 드론을 활용한 측정 방법은 공장의 굴뚝 주변에 멈춰서 오염을 탐지하는 방식을 사용하지만, 기압과 바람 등의 환경 요소에 따라 대기오염물질 탐지가 부정확하다는 문제를 지닌다. 따라서 이 논문에서는 정확한 대기오염물질 배출 지정 탐지를 위한 드론 비행 궤도 방법을 제안한다. 제안 방법은 드론이 굴뚝을 회전하면서 위로 비행하는 스크류 궤도 비행 방법으로, 굴뚝의 전체 면적을 탐지하고 환경 요소를 고려해 측정한다. 실험에서 제안 방법이 기존 방법보다 나은 성능을 보였다.

ABSTRACT

This paper proposes a drone flight trajectory method for accurate air pollutant emission designation detection. In areas with many factories, such as industrial complexes, there are workplaces that illegally emit air pollutants in a situation where monitoring is neglected. In the past, studies have been actively conducted to measure air pollutants in these areas using drones. The measurement method using a drone uses a method of detecting pollution by stopping around the chimney of a factory, but it has a problem in that the detection of air pollutants is inaccurate depending on environmental factors such as air pressure and wind. Therefore, this paper proposes a drone flight trajectory method for accurate air pollutant emission designation detection. This paper devises a screw orbit flight method in which a drone flies upward while rotating the chimney, and the total area of the chimney is detected and measured considering environmental factors. In the experiment, our proposal shows a higher performance than the existing method.

키워드

air pollution, detection, drone, flight trajectory, arduino, sensor

1. 서 론

공단과 같이 공장이 많은 지역에서 감시가 소홀한 상황에 대기오염물질을 불법 배출하는 사업장

들이 존재한다[1]. 대기오염물질 불법 배출 사업장은 측정값을 조작하거나 실제로 측정하지 않고 측정했다고 허위로 보고서를 제출하는 경우가 대부분이다. 이러한 대기오염물질 불법 배출 사업장을 검출하기 위해 대기오염물질 측정 방법에 대한 많은 연구가 진행되고 있다[2-4].

* corresponding author

[2]는 기계를 굴뚝에 부착하여 측정하는 방법으로 현재 많은 공장에서 사용해 대기오염물질을 측정하고 있다. 대기오염물질을 상시 측정하며 관제센터와 연결하여 배출상황을 24시간 관리한다.

[3]은 드론을 사용하는 방법이다. 드론에 시료채취박스를 부착한 후 공장의 굴뚝에서 나오는 연기속에서 1분간 머물러 시료를 포집한다. 포집한 시료는 SIFT-MS(선택이온흐름관-질량분석기)를 활용해 정밀분석을 수행한다.

[4]는 이동측정차량과 드론을 사용한 대기오염물질 측정 방법이다. 차량 및 드론이 이동하면서 대기오염물질을 측정하며 고농도 대기오염 배출 의심 사업장을 선정한다. 의심 사업장을 선정 후 인력을 투입해 직접 측정하는 방식으로 이루어진다.

앞서 언급한 연구들은 여러 측면에서 장점을 제공한다. 그러나 기존 연구는 측정값을 조작할 가능성이 있으며 드론이 연기 속에 있으면 함께 오염될 수 있다는 한계가 있다. 또한, 기압과 바람 등의 환경 요소에 따라 정확한 탐지가 불가능하다는 한계가 있다.

이 논문에서는 기존 연구의 문제점 중 환경 요소에 따른 정확한 측정 방식 문제를 해결할 수 있는 새로운 드론 비행 궤도 방법을 제안한다. 제안 비행 궤도 방법은 드론이 굴뚝 전체를 탐지하는 방법으로 굴뚝 아래에서 위로 회전하며 비행하는 스크류 궤도 비행 방법이다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 제안 비행 궤도의 알고리즘을 설명하고 제3장에서는 구현 방식 및 실험 결과를 기술한다. 마지막으로, 제4장에서는 결론 및 향후 연구를 서술한다.

II. 스크류 궤도 비행 흐름도

기존 연구의 문제점을 해결하기 위해 스크류 궤도 비행 방법을 제안한다. 스크류 궤도 비행 방법이란 아래에서 위로 원을 그리며 회전하는 비행하는 기법이다.

그림 1은 스크류 궤도 비행 흐름도를 보여준다. 사용자가 탐지하고자 하는 지점을 선택하고 굴뚝을 타고 올라가기 때문에 굴뚝의 반경을 지정해준다. 탐지 준비가 끝나면 드론이 비행을 시작하며 탐지 지점으로 이동 후 스크류 궤도 비행을 진행한다. 해당 지점에서 스크류 궤도 비행이 끝나면 탐지 지점 여부를 탐색한다. 탐지 지점 여부는 탐지 지점이 남아있다면 해당 탐지 지역으로 이동해 다시 스크류 궤도 비행을 실행한다. 탐지 지역이 없다면 처음 비행을 시작한 위치로 돌아와 비행을 종료한다.

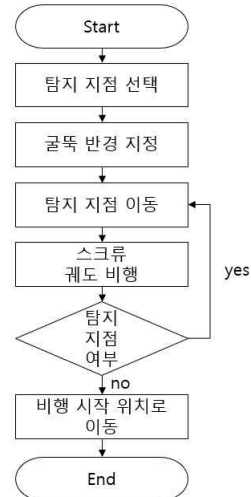


그림 1. 스크류 궤도 비행 흐름도

III. 구현

3.1 스크류 궤도 비행 구현

오픈 소스 프로그램인 미션 플래너(Mission Planner)를 사용하여 구현하였다. 그림 2는 스크류 궤도 비행을 구현한 사진이다. 사용한 비행 명령으로는 TAKEOFF, WAYPOINT, LOITER_TURNS, RETURN_TO_LAUNCH가 있다. TAKEOFF는 이륙으로 고도를 지정해주면 해당 고도까지 이륙을 해주는 명령이다. WAYPOINT는 지정된 위도, 경도 및 고도 직선 비행하는 명령으로 원하는 위치로 이동한다. LOITER_TURNS는 지정된 회전 수만큼 원을 그리며 비행하는 명령으로 회전 수와 원의 반경을 지정해 줄 수 있다. RETURN_TO_LAUNCH는 처음 비행했던 곳으로 다시 돌아와 착륙하는 명령이다.

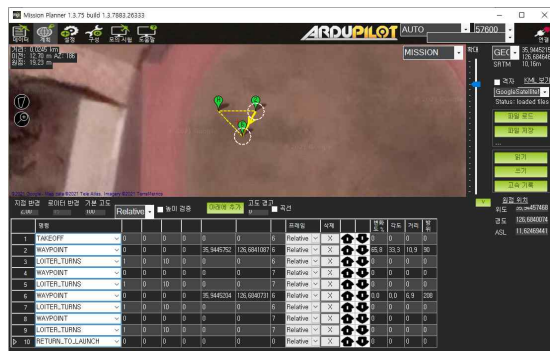


그림 2. 스크류 궤도 비행 구현

3.2 실험 및 평가

이 논문에서는 제안 비행 방법에 대한 정확도를 검증하기 위하여 실험을 수행한다. 이를 위해 기존의 비행 방법인 굴뚝 근처에 멈춰 비행하는 방법과 비교하여 실험을 수행한다.

표 1은 대기오염물질을 발생시키는 담배를 태워 실험을 진행한 결과를 보여준다. 실험 결과 기존의 비행 방법보다 제안 비행 방법의 수치가 높은 것을 확인할 수 있다.

표 1. 비교 평가

평가항목 \ 비행 방법	비교 결과	
	기존 비행 방법	제안 비행 방법
CO	43ppm	57ppm

IV. 결 론

이 논문에서는 기존 연구의 문제점 중 환경 요소에 따른 정확한 측정 방식 문제를 해결할 수 있는 스크류 궤도 비행 방법을 제안하였다. 제안 비행 방법은 기존의 비행 방식보다 높은 정확성을 보인다. 또한, 굴뚝의 전체 면적을 탐지하기에 굴뚝 중간에 대기오염물질을 배출하거나 측정값을 조작하는 불법 대기오염물질 배출 사업장을 검출하는데 기여할 수 있다. 향후 연구로는 실제 공단 환경에서 해당 비행 기법을 통한 실험이 필요하다.

Acknowledgement

이 연구는 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019R1I1A3A01060826).

References

[1] Daegu Newspaper. Illegal emissions of high concentrations of air pollutants at workplaces in Daegu and Gyeongsangbuk-do were detected. [Internet]. Available : <https://www.idaegu.co.kr/news/articleView.html?idxno=332067>.

[2] Korea Environment Corporation. Chimney remote monitoring system. [Internet]. Available : <https://www.keco.or.kr/kr/business/climate/contentsid/1531/index.do>.

[3] Busan Institute of Health and Environment. Air pollution survey in industrial complexes using drones. [Internet]. Available : <https://www.busan.go.kr/ihe/hedataroom02-2/1454689?curPage=&srchBeginDt=&srchEndDt=&srchKey=&srchText=>.

[4] Ministry of Environment Nakdonggang River Basin Environment Office. "It monitors fine dust and drones at workplaces.", <http://www.me.go.kr/ndg/web/main.do>. [accessed: September 11, 2021]