

해안 대기환경 감시를 위한 드론 시스템 개발

이기웅¹, 김주혁², 이병학³, 유진호⁴
¹ 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 학부생
² 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 학부생
³ 가톨릭대학교 정보통신전자공학부 학부생
⁴ 한국선급 전기자동화팀 책임연구원

leekou15@catholic.ac.kr, wngldhzns99@naver.com, qudgr8678@gmail.com, yoojinho@krs.co.kr

Development of drone system for monitoring coastal air environment

Ki-Woong Lee¹, Ju-Hyuk Kim², Byeong-Hak Lee³, Jin-Ho Yoo³

¹School of Information, Communications and Electronic Engineering, Catholic University of Korea

²School of Information, Communications and Electronic Engineering, Catholic University of Korea

³School of Information, Communications and Electronic Engineering, Catholic University of Korea

⁴Team of Automatic Electrical Engineering Technology, Korea Register

요 약

드론에 장착된 다양한 Sensor 및 무선통신 (카메라, Smoke Detector 등)의 데이터를 융합하여 대기 환경의 유해유해 가스 (NO_x, SO_x 등)의 정보를 실시간으로 수집하여 정확하게 분석하고 모니터링할 수 있다. 해당 센서 및 무선통신 시스템들로 수집한 데이터를 Arduino를 활용하여 구축한 Web Server의 Database에 실시간으로 수집 및 기록하여 선박 이용자 등들이 쉽게 대기 환경을 확인할 수 있는 시스템을 개발했다.

1. 서론

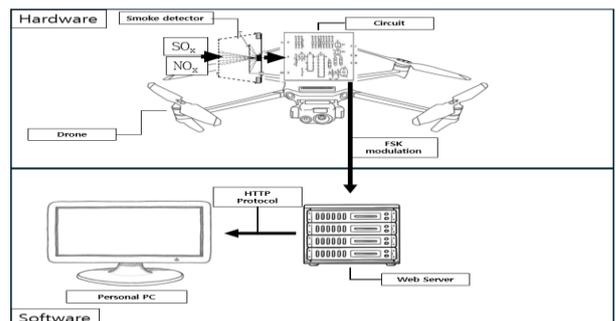
최근 해양 환경 오염 문제는 전 세계적으로 심각한 이슈로 부각되고 있다. 항만도시의 경우에는 육상 배출원에 못지 않게 해양으로부터 대기오염물질의 유입으로 심각한 영향을 받고 있다. 이들 대기오염물질은 주로 선박으로부터 발생하고 있다.^[1] 이미 유럽의 경우에는 해상 운송의 영역에서 황산화물 배출의 감소를 위해 EU의 자체적인 MRV 제도가 시행되었다.^[2] IMO에서는 2022년 11월 1일부로 선박에너지효율지수(EEXI)와 선박운항탄소집약도지수(CII)가 도입된다. 즉 현존선의 구분 없이 국제항해에 사용되는 총톤수 400톤 이상의 선박은 탈탄소화를 위한 에너지 효율화의 의무를 지니게 되었다.^[3] MRV와 CII는 NO_x(질산화물), SO_x(황산화물)에 대한 규제이다.

이 규제를 측정하기 위해 각 나라의 정부는 선박의 배기가스를 모니터링해야만 한다. 이러한 모니터링을 자동화하기 위해 드론에 NO_x, SO_x를 측정할 수 있는 Sensor를 부착하여 자동화된 모니터링 솔루션을 만

들어보았다.

본 논문은 기존에 사용되고 있는 해안 대기환경오염 측정방식의 문제점인 고정적인 위치에서의 측정과 실시간 확인이 어렵다는 점 등을 해결하기 위한 방식으로 Smoke Detector와 카메라가 부착된 드론을 활용하여 대기 중의 오염 가스를 인식하고 실시간으로 Python을 기반으로 제작된 Web Server로 데이터를 전송하는 방식에 대해 기술한다.

2. 시스템 구성



(그림 1) 시스템 구성도

본 시스템 구성은 드론과 Smoke Detector 를 활용한 혁신적인 원격 감시 시스템을 개발하여, 기존 기술의 한계를 극복한다. 이 시스템은 넓은 해양 지역을 실시간으로 모니터링하며, 유해 배출가스 데이터를 즉시 수집하고 분석할 수 있다. 또한, 사용자 친화적인 인터페이스를 통해 선박 운영자에게 직관적인 정보 제공이 가능하여, 신속한 의사결정을 지원이 가능하다.

3. 하드웨어 기술 구현

본 논문에서는 Smoke Detector 와 무선통신 모듈 (예: 블루투스, Zigbee, Wi-Fi 등)을 활용하여 기술을 구현했다. Smoke Detector 특성으로는 공기중의 가연성 가스농도에 비례하는 아래의 식과 같이 P_t 선의 전기저항값(ΔR_t)값이 증가하는 접촉연소식 방식^[4]이 특성이며, 이 특성으로 선박에서 발생하는 오염된 대기를 측정한다.

$$\Delta R_t = \rho(T) \cdot \Delta T = \rho(T) \cdot \left(\frac{\alpha \cdot m \cdot Q}{C_p} \right) \quad (1)$$

여기서, $\rho(T)$: P_t 선의 온도저항계수
 ΔT : 가연성 가스의 접촉연소에 의한 온도상승
 C_p : 검지소자의 열 용량
 m : 가연성가스의 농도
 Q : 가연성가스의 연소열
 α : 검지소자의 촉매성능에 따라 결정되는 상수

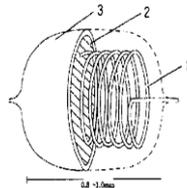


그림 1 제작된 센서의 구조

(그림 2) 접촉연소식 방식

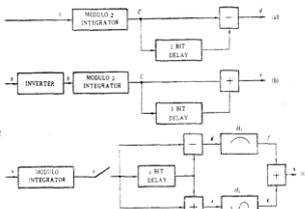
본 논문에서는 자유로운 센서의 이동을 보조하기 위해 드론을 활용하였으며 자유로운 이동 뿐만 아니라 드론에 부착된 카메라를 활용하여 실시간으로 촬영 및 현장을 상세히 볼 수 있도록 하드웨어를 구현 하였다.



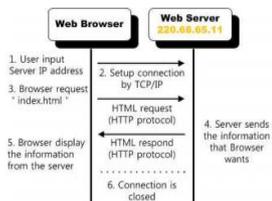
(그림 3) 하드웨어 기술 구현 완성본

4. 소프트웨어 기술 구현

본 논문에서는 실시간으로 대기오염을 확인할 수 있도록 Smoke Detector 로부터 받은 측정값을 그림 4 와 같이 FSK 변조하여^[5] Python 기반의 Web Server 로 전송한다. Web Server 는 HTTP 방식으로 통신하며, 웹 서버 구현에 반드시 필요한 HTTP 프로토콜은 다음 그림 5 와 같이 데이터를 처리한다.^[6]



(그림 4) FSK 변조



(그림 5) HTTP Protocol

본 논문에서는 드론에 장착된 다양한 센서 및 무선 통신(카메라, Smoke Detector 등)의 데이터를 융합하여 대기 환경을 정확하게 분석하고 모니터링하기 위한 SW 를 구현했다.

Hanimeum Gas Sensor

Received Requests: 16		
Index	Gas Sensor Reading (A0)	Time Stamp
1	33	16:10:53
2	33	16:10:59
3	35	16:11:02
4	40	16:11:15
5	33	16:11:23
6	33	16:11:31
7	42	16:11:36
8	33	16:11:40
9	33	16:11:53
10	33	16:11:57
11	33	16:12:02
12	42	16:12:31
13	40	16:12:36
14	40	16:13:17
15	33	16:13:23
16	36	16:13:51

(그림 6) 측정값 database

5. 결론

본 논문에서는 기존의 선박을 비롯한 해안 대기 환경 오염도 측정방식부분에 있어서 발견되는 문제를 해결하고 항만도시의 대기오염을 최소화하기 위한 연구를 하였다. 기존의 대기 오염 측정방식은 측정범위가 고정적이고 실시간으로 파악하기 어렵다는 문제점이 발견되었다.

본 논문에서는 Smoke Detector 를 자유로운 움직임이 가능한 드론에 부착함으로써 기존의 문제였던 고정된 측정 위치를 해결했으며, 여러 방안을 실시간으로 측정값 확인이 어렵다는 기존의 문제점을 Web Server 를 활용함으로써 해결하였다.

본 논문에서는 선박 엔진에서 발생하는 유해 가스를 해양 대기 환경에서 효과적으로 감시하여, 해양 환경 오염을 예방하고 대기 질 개선에 기여할 것으로 기대된다.

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원 사업(스마트해상물류 x ICT 멘토링)을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] Seung-Hwan Lee, "National Management Measures for Reducing Air Pollutant Emissions from Vessels Focusing on KCG Services", 26 권, 2 호, page 164
- [2] 김동윤, "해상운송의 국제 환경 규제강화에 따른 해운기업의 대응 방안에 관한 연구", 제 24 권, 제 1 호, 35 쪽
- [3] 안준건, "친환경선박 인증을 통한 해운금융 조달에 관한 고찰", 39 권, 1 호, 23 쪽
- [4] 박찬원, "접촉연소식 가스 센서의 검지특성", 13 권, 10 호, 866 쪽
- [5] 김재균, "Fast FSK 變調에 관한 研究", 6 권, 25 호, 2 쪽
- [6] 이명의, "원격 제어 및 계측을 위한 임베디드 웹 서버 시스템 구현" 제 16 권, 제 5 호, 842 쪽