

지능형 대기오염물질 관리 및 예측시스템

김유훈*, 윤정호*, 김동우*
 *한국환경정책·평가연구원
 e-mail:kimyh@kei.re.kr

Intelligent air pollutant management and prediction system

Yu hoon Kim, Jeong Ho Yoon, Dong Woo Kim
 Korea Environment Institute

요약

국가 대기오염 측정망 보완 및 제4차산업 기술 적용(IoT센서, 인공지능 등)한 환경오염물질 센서 네트워크 기술의 대기 오염 모니터링 시스템 파일럿 시범구축으로 지속적인 시스템 유지관리를 통한 안정적인 운영 기술 습득과 향후 대기오염물질 센서 데이터 신뢰도, 정확도 개선 할 수 있는 방안을 제안 하였다.

1. 서론

산업화, 도시화에 따른 환경오염, 국내·외 미세먼지 등 대기오염에 대한 관심이 증가됨에 따라 대기오염물질 간이측정기 및 저비용 센서가 개발·보급되고 있으며, 효율적인 서비스를 위한 플랫폼 구축이 필요한 상황이다.

기존 대기오염물질들을 측정할 수 있는 측정망 수가 국토면적 대비 적어, 지역별 제공 되는 대기질 정보와 국민 체감도와 외의 괴리 발생하고 있다. '20년 6월 기준 전국 대기오염측정망 측정소는 총 731개소이나, 현재의 측정소로 전국을 모니터링하기에 무리가 있으며, 설치비 부담 등 전국 확대에 한계가 있으며, 한 개소 당 측정망 설치비용이 2억원 내외로 설치 비용과 설치 공간 확보 어려움 등으로 전 국토에 설치하기에는 현실적으로 불가능한 실정이다.

지능형 대기오염물질 관리 및 예측시스템 구축은 대전 지역 일대의 지능형 대기오염물질 센서 네트워크 21개소를 대상으로 대기오염물질의 지역별 공간정보 정밀도 제고를 위해 대기오염 상태를 실시간 탐지할 수 있는 공간분석 자료를 서비스 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 대기오염에 대한 환경정보 측정 및 분석/예측 및 관리를 지능형 센서 유무선 네트워크 통합모니터링을 통하여 정보를 제공함으로써 종합적으로 대응/관리 하고자 하는 가능성을 검토하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 지능형 대기오염물질 센서 위치

대전 지역 국가측정망 인근과 주요 인구 거주 지역에 대기오염물질 센서 21개소 설치(2017년)

[표1] 지능형 대기오염물질 센서 21개소 및 인근 국가대기측정망 정보

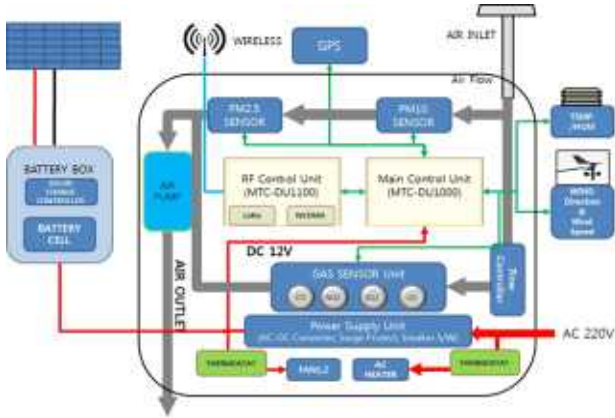
번호	현황	국가대기측정망(거리)	번호	현황	국가대기측정망(거리)
1	미운영	월평동(약700m)	12	운영	둔산동(약500m)
2	운영	둔산동(약200m)	13	운영	둔산동(약1,000m)
3	운영	읍내동(약2,300m)	14	운영	구성동(약750m)
4	운영	월평동(약1,500m)	15	미운영	구성동(약500m)
5	운영	둔산동(약1,300m)	16	운영	구성동(약3,000m)
6	운영	읍내동(약650m)	17	미운영	구성동(약1,800m)
7	운영	구성동(약3,100m)	18	미운영	구성동(약10m이내)
8	운영	구성동(약2,800m)	19	운영	읍내동(약3,800m)
9	운영	읍내동(약2,600m)	20	운영	둔산동(약50m)
10	운영	읍내동(약2,000m)	21	운영	읍내동(10m이내)
11	운영	둔산동(약680m)	-	-	-

지능형 대기오염물질 센서, 인근 국가측정망 위치 정보

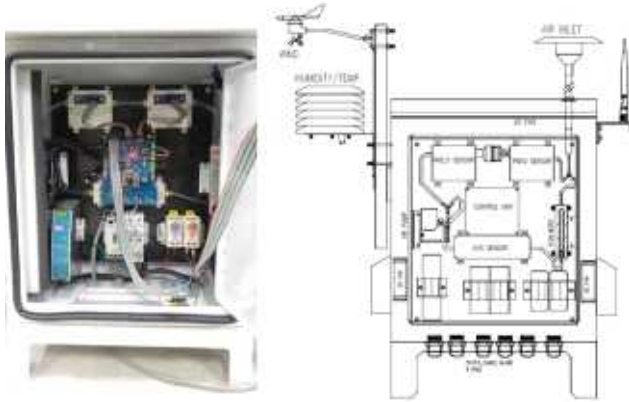


2.2 지능형 대기오염물질 센서 구성

보급형 센서 구성과 제품사양 및 기능은 아래와 같으며, 대기오염물질(PM, CO, NO₂, SO₂, O₃) 및 기상정보 측정(온도, 습도, 풍향, 풍속)을 조사한다.



[그림1] 지능형 대기오염물질 센서 구성도



[그림2] 지능형 대기오염물질 센서 내부 조립도(좌), 도면도(우)

[표2] 지능형 대기오염물질 센서 제품 사양 및 기능

항목	규격	
센서 (대기오염물질 정보)	일산화탄소 (CO)	측정 범위: 0~500 ppm 최소 측정치: 20 ppb 측정방식: 전기화학법
	이산화질소 (NO ₂)	측정 범위: 0~20 ppm 최소 측정치: 20 ppb 측정방식: 전기화학법
	이산화황 (SO ₂)	측정 범위: 0~50 ppm 최소 측정치: 15 ppb 측정방식: 전기화학법
	오존 (O ₃)	측정 범위: 0~1 ppm 최소 측정치: 20 ppb 측정방식: 전기화학법
	미세먼지 (PM _{2.5} , PM ₁₀)	측정 범위: 0~1000ug/m ³ 최소 측정치: 1ug/m ³ 측정방식: 광산란법
센서 (기상 정보)	풍향/풍속	풍향: 0~360°(±7°) 풍속: 0.5~89m/s(±1m/s)
	온도/습도	온도: -40~123.8℃(±0.3℃) 습도: 0~100%(±1.8%)
흡입 펌프	5.5L/min(센싱 방식: 공기 흡입식)	
CPU	Cortex M0, Cortex M4	
Wireless	LoRa, WCDMA(전송주기: 1~10분)	
사이즈	400 × 200 × 565 mm (INLET 및 기상정보 센서 거치 봉 제외)	
내부 온/습도 조절	FAN & HEATER Control	
입력전원	AC220V/보조 배터리 (12V SOLAR BATTERY BOX OPTION)	

3. 결과 및 결론

측정센서 데이터가 없는 측정기 01, 15, 17의 경우, R-squared와 RMSE값을 산출할 수 없었으며, 05와 18은 쌓인 데이터가 기간 대비 10%미만이고, 그 데이터가 연속적이지 않아서 R-squared와 RMSE값의 신뢰성이 떨어져 산출할 수 없었다.

R-squared와 RMSE값의 산출은 근처 에어코리아의 국가측정망에서 발표한 데이터를 기반으로 하며, 국가측정망 대비 센서 측정기의 설명력과 정확도를 확인할 수 있었다.[표 2]

[표3] 대기오염물질 분포 및 R-squared(결정 계수)와 RMSE 비교

측정기	R-squared(결정 계수)						RMSE					
	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2	PM10	PM2.5	O3	NO2	CO	SO2
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.384	0.609	0.209	0.081	0.043	0.002	14.479	0.609	0.018	0.009	0.159	0.001
3	0.134	0.156	0.001	0.044	0.000	0.030	19.518	12.497	0.020	0.013	0.179	0.002
4	0.455	0.478	0.117	0.125	0.014	0.011	13.243	9.786	0.018	0.009	0.166	0.001
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	0.150	0.109	0.044	0.180	0.204	0.043	19.961	12.967	0.019	0.012	0.196	0.002
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	0.352	0.407	0.058	0.176	0.001	0.000	16.331	8.994	0.020	0.008	0.191	0.003
9	NA	0.300	0.002	0.088	0.006	0.001	20.896	11.415	0.019	0.013	0.178	0.002
10	0.133	0.292	0.001	0.131	0.000	0.091	19.524	11.441	0.020	0.012	0.179	0.002
11	0.296	0.419	0.008	0.139	NA	0.015	15.894	8.564	0.020	0.010	0.163	0.015
12	0.167	0.365	NA	NA	0.019	0.039	17.194	9.068	0.020	0.011	0.162	0.001
13	0.007	0.009	0.173	0.111	NA	0.000	18.872	11.188	0.019	0.010	0.163	0.001
14	0.093	0.200	0.044	0.226	0.000	0.001	19.246	10.447	0.020	0.008	0.194	0.003
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	0.391	0.264	0.074	0.160	0.046	0.001	15.77	10.018	0.019	0.008	0.190	0.003
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	0.305	0.439	0.167	0.165	0.004	0.000	17.438	10.192	0.018	0.012	0.178	0.002
20	0.421	0.517	0.103	0.001	0.336	NA	14.294	7.887	0.019	0.011	0.133	0.001
21	0.024	0.032	0.181	0.165	0.002	0.015	20.718	13.368	0.018	0.012	0.180	0.002

본 연구에서는 대기오염에 대한 환경정보 측정 및 분석/예측 관리를 위해 지능형 센서 유무선 네트워크 통합모니터링을 통하여 정보를 제공함으로써 종합적으로 대응/관리하고자 하였다. 하지만 대기오염물질 측정센서의 정확도 및 설치에 따른 소음과 정기적인 유지관리 등을 고려한 보완이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- (1) 환경부, '2020년 지능형 대기오염물질 관리 및 예측시스템 운영 최종보고서', 2020년.