

LED 조형물을 활용한 대기오염 정보 제공 시스템

이현우, 신동일, 신동규
세종대학교 컴퓨터공학과
e-mail:whl1260@gce.sejong.ac.kr

Air Pollution Information Providing System Using LED Sculpture

Hyunwoo Lee, Dongil Shin, Dongkyoo Shin
Dept of Computer Engineering, Sejong University

요 약

국내의 도시화와 중국에서 넘어오는 오염물질에 의하여 대기오염에 대한 피해가 갈수록 커져가고 있다. 하지만 대기오염 집중측정소 6곳에서만 초미세먼지의 구성 성분을 실시간으로 측정하고 있고 그에 대한 자료를 공개하지 않는 것으로 알려져 있다 [1]. 또한 정부는 서비스 개발 및 제공 과정에서 공공성에 대한 고려도 중요하지만, 그것이 얼마나 시민들의 수요나 관심과 결부되어 있는지에 대한 고민도 함께 요구된다. 특히 서울특별시와 같이 대도시에서 거주하는 시민들의 주된 관심사 중 대기오염과 관련한 관심은 지속적으로 높아지고 있다 [2]. 본 논문은 6가지의 센서가 내장된 LED 조형물을 실생활 공간에 배치하고 조형물, 모바일, 웹에서 정보를 실시간으로 제공하는 대기오염 정보 제공 시스템을 제안할 것이다. 일반 대기 측정소와 다른 LED 조형물을 통하여 시민들의 접근성과 편리함을 향상시킬 수 있는 새로운 방식의 대기오염 정보 제공 시스템을 기대해볼 수 있을 것으로 예상된다.

1. 서론

수질이나 토양오염과는 달리 주변 공기를 호흡하면서 살 수밖에 없기 때문에 한 도시의 대기 질은 이제 그 도시에 거주하는 시민들의 삶의 질을 나타내는 주요 지표일 뿐만 아니라 시민들의 큰 관심사이다 [3]. 경제협력개발기구(OECD)는 한국의 대기오염이 개선되지 않는다면 2060년까지 한국인 5만 명이 조기 사망할 수 있다고 경고하였다 [4]. 따라서 현재 국내 대기오염에 대한 피해의 심각성이 커지고 있고 그에 따른 대책을 시급히 마련하여야 한다. 근본적인 해결 방안은 대기오염의 주된 요인을 파악하여 오염률을 줄이는 방안도 있겠지만 국가와 기업의 도움이 없으면 현실적으로 힘들기 때문에 본 논문은 차선책인 대기오염 정보를 실시간으로 제공하여 시민들에게 편리함을 제공하고 대기오염에 대한 피해를 줄여 시민들의 건강 유지에 도움이 되는 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 6가지의 측정 데이터를 조합한 통합대기 환경 지수를 분석한다. 그리고 3장에서 전체 시스템을 설계하고 4장에서 구현된 시스템을 설명한 뒤 5장에서 결론과 향후 연구방향에 대하여 제안한다.

2. 통합대기 환경 지수

본 논문에서 제시하는 LED 조형물의 센서가 측정하는 데이터는 미세먼지(PM_{10}), 초미세먼지($PM_{2.5}$), 오존(O_3),

일산화탄소(CO), 이산화질소(NO_2), 아황산가스(SO_2)로 총 6가지 데이터를 조합하여 통합대기 환경 지수(Comprehensive air-quality index)를 산출할 것이다.

$$I_p = \frac{I_H - I_{LO}}{BP_H - BP_{LO}} \times (C_p - BP_{LO}) + I_{LO}$$

(수식 1) 통합대기 환경 지수 산출 식

(수식 1)은 대기오염도 측정치를 국민이 쉽게 알 수 있도록 하고 대기오염으로부터 피해를 예방하기 위해 행동 지침을 국민에게 제시하기 위하여 대기오염도에 따른 인체 영향 및 체감 오염도를 고려하여 개발된 대기오염도 표현방식이다 [5]. I_p 는 대상 오염물질의 대기질수 점수, C_p 는 대상 오염물질의 대기 중 농도, BP_H 는 대상 오염물질의 오염도 해당 구간에 대한 최고 오염도, BP_{LO} 는 대상 오염물질의 오염도 해당 구간에 대한 최저 오염도, I_H 는 BP_H 에 해당하는 지수 값(구간 최고 지수 값), I_{LO} 는 BP_{LO} 에 해당하는 지수 값(구간 최저 지수 값)이다. 지수 산출 방법은 6개의 대기오염물질별로 통합대기 환경 지수 점수를 산정하며 가장 높은 점수를 통합 지수 값으로 사용한다. 산출된 각각의 오염물질별 지수 점수가 '나쁨' 이상의 등급이 2개 이상일 경우 가장 높은 점수가 나온 오염물질을 영향 오염물질로 표시한 뒤 2개일 경우 그 오염

물질의 점수에 50점을 가산하고 3개 이상일 경우 75점을 가산한다.

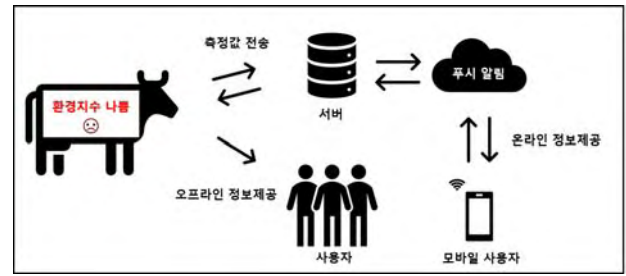
<표 1> 지수 산출에 필요한 변수 범위

		좋음	보통	나쁨	매우 나쁨
점수 구분	I_{HI}	50	100	250	500
	I_{LO}	0	51	101	251
PM_{10}	BP_{HI}	30	80	150	600
	BP_{LO}	0	31	81	151
$PM_{2.5}$	BP_{HI}	15	50	100	500
	BP_{LO}	0	16	51	101
O_3	BP_{HI}	0.030	0.090	0.150	0.600
	BP_{LO}	0	0.031	0.091	0.151
NO_2	BP_{HI}	0.030	0.060	0.200	2
	BP_{LO}	0	0.031	0.061	0.201
CO	BP_{HI}	2	9	15	50
	BP_{LO}	0	2.01	9.01	15.01
SO_2	BP_{HI}	0.020	0.050	0.150	1
	BP_{LO}	0	0.021	0.051	0.151

<표 1>은 지수 산출에 필요한 변수의 범위를 정의한다. 지수 점수의 단계는 '좋음', '보통', '나쁨', '매우 나쁨'으로 총 4단계의 범위가 있으며 측정된 농도(C_p) 값이 정의된 농도 값(BP_{HI})을 초과하는 경우에 BP_{HI} 값은 매우 나쁨의 BP_{HI} 값으로 바꾸어 산출한다.

3. 시스템 설계

시스템의 구성 요소는 6가지 센서가 내장된 LED 조형물, 조형물로부터 데이터를 입력받거나 사용자에게 대기오염 정보를 제공할 수 있는 웹서버, 측정된 데이터를 저장하는 데이터베이스로 이루어져 있다. 그 중 시스템에서 중요한 역할인 조형물은 각 지역을 상징하는 동물 또는 적합한 디자인을 적용하여 시민들에게 대기오염 정보를 시각적으로 공유하고 주거 지역, 공원, 학교, 병원 등 대기오염의 민감도가 상대적으로 크고 유동 비율이 높은 위치에 설치하여 단순히 측정소의 역할만 수행하지 않고 하나의 디자인 요소로 시민들과 지자체가 만족할 수 있는 조형물이자 상황 알림판 역할을 한다.



(그림 1) 시스템 전체 구조

전체 프로세스는 (그림 1)과 같다. 조형물은 자신의 상태와 측정 데이터를 주기적으로 서버에 전송한다. 전송된 데이터는 자신의 정보와 6가지 측정값을 포함하고 있으며 통합대기 환경 지수에 따라 실시간으로 LED 알림판의 색을 바꿔 시민들에게 시각적으로 쉽게 정보를 제공한다. 지수 점수가 '좋음' 등급은 파란색, '보통' 등급은 초록색, '나쁨' 등급은 노란색, '매우 나쁨' 등급은 빨간색으로 현재 대기오염의 정보를 색상으로 나타낸다.

대기오염 정보를 제공하는 방식은 조형물, 웹, 모바일 총 3가지이다. 실외에서 조형물의 LED 알림판 또는 모바일을 통해 본인이 위치하는 곳의 대기오염 정보를 제공할 수 있고 실내에서 웹 또는 모바일을 통해 지역별 대기오염 정보를 제공한다. LED 조형물은 지역의 상징을 나타내는 모양을 갖추고 있기 때문에 시민들에게 부담 없이 쉽게 정보를 제공할 수 있고 웹과 앱을 통하여 접근성을 높이고 앱의 푸시 알림 기능을 활용하여 실시간으로 정보를 제공함으로써 편리성도 증가시킬 수 있다.

4. 시스템 구현

3장에서 제안한 시스템 설계를 통해 일부분을 구현하였다. 개발 환경은 윈도우 10에서 tomcat 서버와 maria DB를 이용하여 웹 서버를 구축하였고 전기화학식의 센서를 라즈베리파이와 시리얼 통신하여 조형물의 보드를 구축하였다. 테스트 앱은 안드로이드를 기준으로 개발하였다.

The screenshot shows a terminal window with the following columns: TIME, PM 2.5, PM 10, O3, CO, NO2, SO2. Each row represents a timestamp and the corresponding concentration values for these pollutants in ppm.

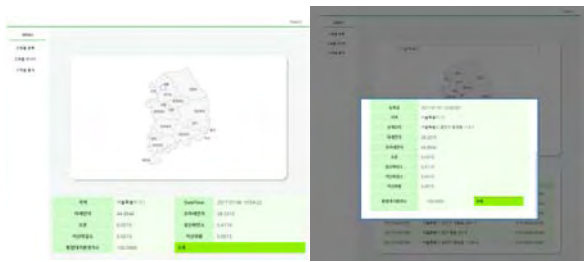
(그림 2) 센서와 라즈베리파이를 이용한 6가지 데이터 측정 화면

첫 번째 구현 기능은 (그림 2)와 같이 센서에서 측정된 6가지 데이터를 라즈베리파이를 통해 확인 및 서버에 전송하는 기능이다.

A0123456789	2017-06-29 12:41:49	14.7	16.3	0	0.325	0	0.0344	74
A0123456789	2017-06-29 12:41:50	14.7	16.3	0	0.3494	0	0.0422	87
A0123456789	2017-06-29 12:41:51	14.7	16.3	0	0.3236	0	0.0356	76
A0123456789	2017-06-29 12:41:52	14.7	16.3	0	0.3108	0	0.0306	67
A0123456789	2017-06-29 12:41:53	14.7	16.3	0	0.3772	0	0.0053	51
A0123456789	2017-06-29 12:41:54	14.7	16.3	0	0.3545	0	0.0053	51
A0123456789	2017-06-29 12:41:55	14.8	16.4	0	0.3545	0	0.0266	60
A0123456789	2017-06-29 12:41:56	14.8	16.4	0	0.3095	0	0.0112	52
A0123456789	2017-06-29 12:41:57	14.8	16.4	0	0.3133	0	0	52
A0123456789	2017-06-29 12:41:58	14.8	16.4	0	0.2857	0	0	52
A0123456789	2017-06-29 12:41:59	14.8	16.4	0	0.3089	0.0006	0	52
A0123456789	2017-06-29 12:42:00	14.8	16.4	0	0.2813	0.0012	0	52
A0123456789	2017-06-29 12:42:01	14.8	16.4	0	0.3511	0	0	52
A0123456789	2017-06-29 12:42:02	14.7	16.3	0	0.3027	0	0.0058	51
A0123456789	2017-06-29 12:42:03	14.7	16.3	0	0.31	0	0	51
A0123456789	2017-06-29 12:42:04	14.7	16.3	0	0.3273	0	0.0133	51
A0123456789	2017-06-29 12:42:05	14.7	16.3	0	0.334	0	0.0232	55
A0123456789	2017-06-29 12:42:06	14.7	16.3	0	0.3136	0	0.0231	55
A0123456789	2017-06-29 12:42:07	14.7	16.3	0	0.3456	0	0	51
A0123456789	2017-06-29 12:42:08	14.8	16.4	0	0.3068	0	0	52

(그림 3) 조형물 ID, 센싱 데이터, CAI 지수를 포함한 DB 테이블

두 번째 구현 기능은 (그림 3)과 같이 서버에서 전송 받은 6가지 데이터를 2장에서 분석한 통합대기 환경 지수를 산출한 뒤 데이터베이스에 저장하고 조형물의 LED 알람판에서 필요한 색상 데이터를 전송한다.



(그림 4) 웹을 통한 지역 별 조형물 정보

웹 서버는 조형물과 데이터를 주고받는 기능뿐만 아니라 (그림 4)와 같이 사용자에게 지역별 대기오염 정보와 조형물에 대한 정보를 제공하는 기능도 갖고 있다.



(그림 5) 앱을 통한 지역 별 조형물 정보

마지막으로 구현한 기능은 (그림 5)와 같이 안드로이드 앱을 통하여 대기오염 정보를 제공받는 기능이다. 핸드폰의 GPS 기능을 활용하여 자신의 위치에서 가장 가까운

조형물의 센싱 데이터를 조회할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구방향

본 논문은 기존 통합대기 환경 지수와 6가지 센서가 내장된 LED 조형물을 활용하여 시민을 대상으로 대기오염 정보를 제공하는 시스템을 제안 및 구현하였다. 기존 국내에서 운영하는 측정소에 비해 시민들에게 더 친근하고 편리하게 정보를 제공함으로써 시민들의 삶의 질을 향상시킬 수 있지만 국내에 있는 모든 공원, 학교, 병원 등에 설치를 하는 것은 한계가 있기 때문에 설치 위치에 대한 고민이 필요하다. 또한 측정 데이터를 지속적으로 축적하여 빅 데이터 기반 대기오염 분석에 활용이 가능하다.

따라서 향후 연구방향으로 본 논문에서 제안한 방식에서 머신러닝 기법을 추가하여 단순히 현재의 대기오염 정보뿐만 아니라 다음 날의 대기오염 정보도 예측할 수 있는 기능을 연구할 필요가 있다.

Acknowledgement

본 논문은 서울시 산학연 협력사업 (CI160027) 의 지원을 받았습니다.

참고문헌

- [1] 박주영. “국내 초미세먼지 성분 실시간 측정소는 6곳 뿐”. 연합뉴스. <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/06/23/0200000000AKR20160623150700063.HTML>, 2016.06.23.
- [2] 이종구, 김태진. 정책수용 및 정책홍보 영향요인에 관한 실증적 연구. 한국정부학회, 26(1), 77-97. 2014.
- [3] 김은영. 서울시의 대기질 및 대기오염 감시시스템 현황. 대한토목학회지, 55(11), 158-165. 2007.
- [4] 백진원. “한국 대기오염 사망자 이미 수 만 명”. KBS. <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=3455182&ref=A>, 2017.03.01.
- [5] 에어코리아. 통합대기환경지수. <http://www.airkorea.or.kr/khaiInfo>.