

# Ubiquitous Public Access 구현을 위한 GIS 기반 대기환경 정보시스템 설계 및 개발

홍성철\*

Hong, Sungchul\*

## Design and Development of GIS-based Air Quality Information System for Ubiquitous Public Access

### ABSTRACT

Urbanization and industrialization have led to a severe deterioration in urban air qualities. As an air pollution is closely associated with human health, citizen has a growing concern about the air quality policy to improve their residential environment. Due to the recently advance in web- and mobile computing technologies, citizens can easily access various air quality information and public authorities utilize the social media service to communicate citizens with air quality issues. Also citizens' participation and role has been increased to improve urban air qualities. Thus, to meet the technical and societal changes, a GIS-based air quality information system is developed based upon the Ubiquitous Public Access (UPA) model in ISO19154. The proposed system employs the context information model to provide air quality information depending on citizens' health conditions and locations. Also, citizens can present their perceptions of an air quality at their current location Public authorities can thus utilize the citizens' perceptions when establishing new air quality policies.

**Key words :** Air quality information, GIS, Context information model, Citizens' participation

### 초 록

도시화와 산업화로 악화되고 있는 대기환경은 건강과 밀접한 연관이 있어, 대기환경 개선정책에 대한 시민들의 관심은 증가되고 있는 상황이다. 정보통신기술의 발전으로 일반대중은 다양한 대기환경 정보를 쉽게 접근하고 이용하고 있고, 정책결정권자들은 대기환경문제를 시민들과 소통하기 위해 소셜 미디어 서비스를 이용하고 있다. 또한, 높아진 환경의식으로 대기환경개선을 위한 시민들의 참여와 역할의 중요성이 증대되고 있다. 이러한 기술적·사회적 변화는 기존 대기환경 정보시스템과 대기환경 정보서비스의 변화를 요구하고 있다. 이에 본 연구에서는 ISO19154의 UPA (Ubiquitous Public Access) 모델을 참조하여 GIS 기반의 대기환경 정보시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 공간 상황정보모델을 이용하여, 시민들의 위치와 건강상태에 따른 대기환경정보와 행동요령정보를 제공한다. 또한 시민들은 대기환경정보 시스템을 통해 현재위치와 관심지역의 대기환경에 대한 의견을 표현하게 함으로써, 대기환경 정책결정권자 관련 정책을 수립하는데 참고하도록 하였다.

**검색어 :** 대기환경정보, 지리정보시스템, 상황정보모델, 시민참여

\* 중신회원·교신저자·한국건설기술연구원 수석연구원

(Corresponding Author·Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology·shong@kict.re.kr)

Received September 27, 2016/ revised December 5, 2016/ accepted December 22, 2016

## 1. 서론

도시화와 산업화 현상으로 인한 대기오염은 시민 건강을 위협하고 거주지 환경을 악화시키고 있어, 도시 대기환경을 개선하여 시민의 삶의 질을 향상시키기 위한 노력이 전 세계적으로 진행되고 있다(WHO, 2006; Ahn et al., 2015). 더불어, 높아진 환경의식으로 대기환경문제 개선을 위한 시민의 사회적 참여와 역할이 점차 증대되고 있는 실정이다(Jung and Lee, 2013; Lee and Kim, 2014).

정보통신기술의 발전으로 인해, 일반 대중은 웹과 스마트 폰을 이용하여 대기환경정보를 시공간의 제약 없이 손쉽게 접하고 있고(Kim and Lee, 2011; Kim and Hong, 2015), 정책결정권자들은 대기환경 문제에 대한 시민들과의 인식차이를 좁히고 양방향 소통 활성화를 위해 소셜미디어를 활용하고 있다(Lee and Kim, 2014). 또한, 선진국들은 대기환경 정보시스템, 대기환경 정보서비스, 그리고 시민 참여를 유기적으로 연계하여, 도시의 대기환경 개선을 위한 사회 생태계를 구축하기 위해 노력하고 있다(Cinderby and Forrester, 2005; Resch, 2013; CITI-SENSE, 2016).

이러한 기술적·사회적 변화는 기존 대기환경 정보시스템과 대기환경 정보서비스의 변화를 요구하고 있다(Kim and Hong, 2015). 대기환경 정보시스템은 시민들이 쉽게 대기환경정보를 이용하고 생산할 수 있고, 다양하고 방대한 대기환경정보를 체계적으로 연계할 수 있어야하며, 기존 대기환경 정보시스템과 상호호환이 가능하도록 국제표준에 따라 개발되어야 한다. 이에 본 연구에서는 공간정보 분야의 국제표준인 ISO19154 “Geographic Information - Ubiquitous Public Access - Reference Model”을 참조하여(ISO, 2016), GIS 기반의 대기환경 정보시스템과 대기환경 정보서비스를 개발하였다. ISO19154는 “Ubiquitous Public Access (UPA)” 환경에서 다양한 형태의 공간 데이터 및 정보를 상호 연계·운영하여, 일반대중이 공간정보 서비스를 쉽게 이용할 수 있도록 한 국제표준이다. 개발된 대기환경 정보시스템은 이용자의 위치정보를 이용하여 이용자의 건강상태와 주변 대기환경상황에 따른 적절한 대기환경 정보서비스를 제공한다. 동시에 이용자는 현재위치 또는 관심지역의 대기환경에 대한 의견을 대기환경정보 시스템에 입력함으로써, 정책결정권자들이 대기환경 개선정책을 수립하는데 참고하도록 하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 UPA 환경에서 대기환경 정보서비스를 구현하기 위한 구성요소와 기능적 요구조건을 도출하였고, 3장에서는 대기환경 정보시스템을 개발하기 위한 개념적 아키텍처와 기능 모델을 제시하였다. 4장에서는 서울을 대상으로 구현된 대기환경 정보시스템과 대기환경 정보서비스를 설명하였고, 5장에서는 본 연구의 결론과 향후 연구방향을 제시하였다.

## 2. UPA 구현을 위한 대기환경 정보 서비스 설계

UPA는 Ubiquitous와 Public Access를 결합한 개념으로, 일반 대중이 유비쿼터스 환경에서 시공간 제약 없이 쉽게 공간정보를 접근하고 이용 할 수 있을 뿐만 아니라, 상황에 따라서는 공간정보 생산자로 참여할 수 있는 환경을 정의한다(Lee, 2010). 본 장에서는 UPA 환경에서 대기환경 정보서비스를 구현하기 위한 주요 구성요소와 대기환경 정보시스템의 기능적 요구사항을 정의하기 위해 도출한 유즈케이스 다이어그램을 설명한다.

### 2.1 대기환경 정보서비스 구성요소

UPA 환경에서 대기환경 정보시스템은 다양한 대기환경 관측시스템으로부터 취득된 대기환경정보를 GIS와 연계하여 이용자에게 대기환경 정보서비스를 제공한다. UPA 환경에서 대기환경 정보서비스를 구현하기 위한 구성요소는 대기환경 관측시스템, 대기환경 정보시스템, 대기환경정보 사용자로 구분되며 세부 사항은 다음과 같다(Fig. 1).

대기환경 관측시스템은 대기오염 측정망과 연계된 대기환경 오픈데이터 플랫폼, 소셜 이벤트 플랫폼, 그리고 시민관측정보로 구성된다. 대기오염 측정망은 다수의 대기오염 측정소로 구성되며, 대기환경 오픈데이터 플랫폼의 데이터베이스에 대기오염 관측치를 저장한다. 소셜 이벤트 플랫폼은 소셜 미디어로부터 대기환경과 관련된 이벤트를 탐지한다. 대기환경 정보플랫폼 기반으로 개발된 스마트폰의 모바일 앱은 시민들의 대기환경에 대한 반응 및 의견을 시민관측정보로 제공한다.

대기환경 정보시스템은 GIS 기반의 플랫폼과 플랫폼 기반으로 개발된 웹 시스템과 모바일 앱으로 구성된다. 대기환경 정보플랫폼은 대기환경 오픈데이터 플랫폼, 소셜 이벤트 플랫폼, 모바일 앱으로

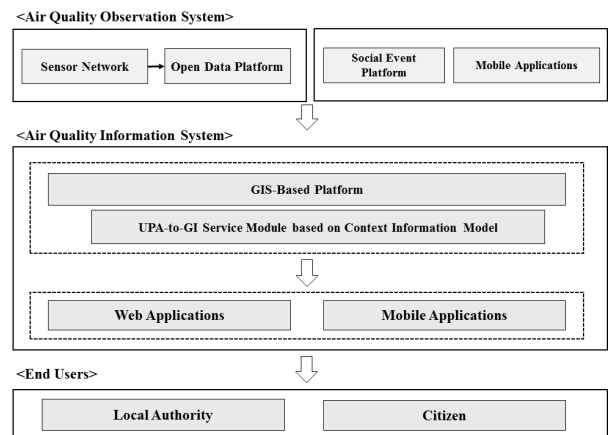


Fig. 1. Conceptual Overview of Air Quality Information System under UPA Environment

부터 취득된 다양한 대기환경 관측데이터를 위치정보를 이용하여 GIS와 연계 및 통합하여 데이터베이스에 저장한다. 대기오염측정망에서 취득된 대기환경 관측데이터와 스마트폰의 모바일 앱에서 제공하는 시민관측데이터는 각각 대기오염 측정소의 좌표정보와 스마트폰의 GPS 좌표정보를 가진다. 반면 대기환경 소셜 이벤트의 위치정보는 주로 메시지에 포함된 랜드 마크와 주소를 이용하여 추론된다. 예를 들어, Twitter 로부터 “서울 남산 대형 산불 발생”이란 메시지가 탐지되었다면, 남산을 표현하는 폴리곤을 생성하여 산불 이벤트 발생지역을 지도상에 표시한다.

대기환경 정보서비스의 주 이용자는 대기환경관련 정책결정권자와 시민으로, 대기환경 정보플랫폼을 기반으로 개발된 웹 시스템과 모바일 앱을 이용한다. 일반 시민들은 대기환경 웹 시스템과 모바일 앱에 자신의 개인정보(나이, 건강상태)를 등록하여, 위치정보 기반의 대기환경정보와 행동요령정보를 제공받고 대기환경에 대한 의견 및 반응을 표현할 수 있다. 정책 결정권자들은 웹 시스템에서 제공하는 대기환경 현황정보와 시민의견을 이용하여 대기환경 정책수립을 위한 기초자료로 활용한다.

## 2.2 대기환경 정보서비스 설계

GIS 기반의 대기환경 정보시스템을 개발하기위해 객체지향 분석 설계기법을 이용하였다. 대기환경 정보 서비스의 기능적 요구 사항을 정의하기 위해 도출된 유즈 케이스 다이어그램은 다음과 같다(Fig. 2).

시민들은 “Register User Information” 유즈 케이스를 통해 나이, 관심지역, 병력, 현재위치 등의 개인정보를 대기환경 정보플랫폼에 등록하며, 개인정보에 따라 일반군과 민감군(어린이 및 노약자, 대기환경관련 질환자 등)으로 구분된다.

“Receive Location based Real-time Air Quality Information”과 “Receive Regional Air Quality Information of Interest”

유즈 케이스는 스마트 폰의 GPS 정보와 관심지역 등록정보를 이용하여 시민들에게 현재 위치와 관심지역의 대기환경정보를 제공하며, 대기오염 정도가 특정기준을 넘었을 경우 시민에게 경고 메시지와 행동요령정보를 제공한다.

경고 메시지 및 행동요령정보 제공을 담당하는 유즈 케이스는 “Receive Warning Message & Action Tip”으로 일반군과 민감군을 구별하여 대기오염 정도에 대한 행동요령정보를 제공한다. “Receive Forecasting of Air Quality Information” 유즈 케이스는 대기환경예보를 제공하고, “Receive Regional Air Quality Statistics” 유즈 케이스는 대기환경 오픈데이터 플랫폼에 저장된 대기환경 관측데이터를 이용하여 통계정보를 산출한다.

마지막으로, 시민은 대기환경정보를 받은 후 현재위치 또는 관심지역의 대기환경에 대한 의견을 등록할 수 있다. 대기환경 정보플랫폼은 GIS의 행정구역도 상에 지역별 대기환경지수와 시민들의 대기오염 반응 정보를 표현함으로써, 시민들이 대기환경 현황정보를 함께 공유할 수 있고, 정책결정권자는 대기환경정책을 수립할 때 기초자료로 활용할 수 있게 한다.

## 2.3 대기환경 상황정보모델

대기환경 상황정보모델은 다양한 관측시스템으로부터 대기환경 상황정보를 추출하여, 일반시민과 정책결정권자가 대기환경상황을 효율적으로 파악하고 대처 할 수 있도록 설계되었다. UPA 환경에서 대기환경 정보서비스 이용자는 대기환경 데이터 및 정보의 전 생애주기(생산, 취득, 이용, 전파)에서 능동적인 역할을 해야 하므로, 사용자 상황에 대한 정보가 주어져야 한다. 따라서 대기환경 상황정보모델은 대기오염 데이터 외에 사용자의 위치 및 건강정보를 이용하여 사용자와 주변 대기환경 상황에 적절한 대기환경정보를 제공한다.

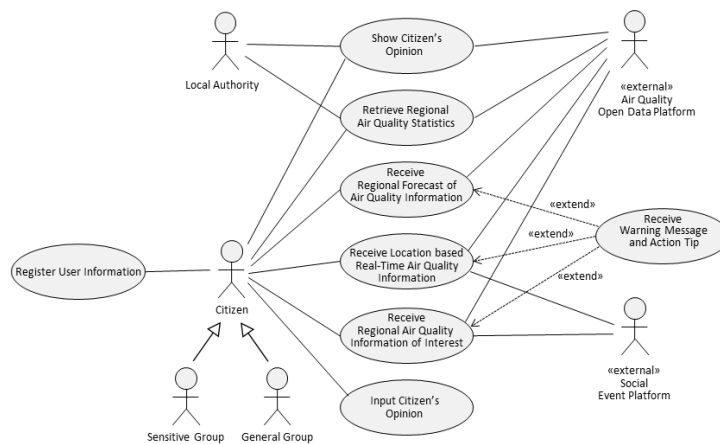


Fig. 2. Use Case Diagram for Air Quality Information

### 3. UPA 구현을 위한 대기환경 정보시스템 설계

GIS 기반의 대기환경 정보시스템은 다양한 센서와 시스템에서 제공되는 방대한 대기환경 관측데이터를 위치정보를 기반으로 연계할 수 있도록 설계되었으며 오픈소스를 이용하여 개발되었다. 본 장에서는 대기환경 정보시스템 개발을 위한 기능모델과 개념적 아키텍처를 설명한다.

#### 3.1 대기환경 정보시스템 아키텍처

대기환경 정보시스템은 대기환경 데이터를 저장하는 데이터베이스와 대기환경 데이터를 수집 및 제공을 위한 서버, 그리고 대기환경 정보서비스를 제공하기 위한 클라이언트로 구성된다(Fig. 3).

데이터베이스는 PostgreSQL과 PostGIS 플러그인을 사용하여 대기환경관련 공간 데이터를 질의 및 처리하도록 하였다. 서버는 Apache/Tomcat을 기반으로 구축하였고, Restful 서비스를 제공하는 Restlet을 사용하여 웹과 모바일 클라이언트의 종류에 상관없이 HTTP 통신을 통해 대기환경 정보서비스를 제공하도록 하였다. 또한, 외부 대기환경 관측시스템과 연계를 위해 Socket 모듈과 HTTP 클라이언트 모듈이 포함되도록 하였다.

대기환경 정보플랫폼 기반으로 개발된 웹 시스템은 JSP와 Javascript를 기반으로 개발하였으며, 모바일 앱은 구글의 안드로이드를 기반으로 개발 되었다. 웹 시스템과 모바일 앱은 공간정보를 이용하여 대기환경 정보서비스를 제공한다. 따라서 GeoServer를 사용하여 WMS (Web Map Service)와 WFS (Web Feature Service)를 제공하도록 하였으며, 제공되는 대기오염관련 정보는 웹과 모바일 클라이언트의 OpenLayers와 연동되어 표현되도록 하였다.

#### 3.2 대기환경 정보 시스템 기능적 설계

대기환경 정보시스템은 대기환경 측정망과 연계된 오픈데이터 플랫폼, 소셜 이벤트 플랫폼, 그리고 대기환경 모바일 앱에서 제공하

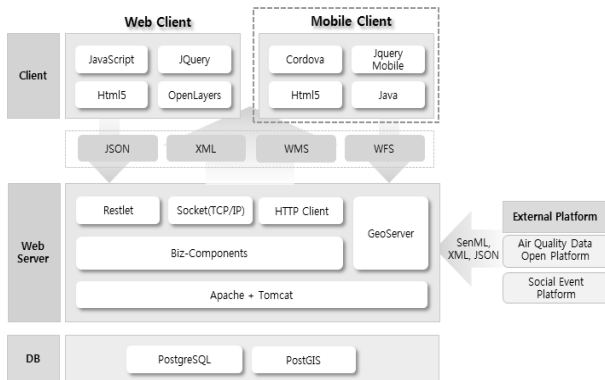


Fig. 3. Architecture of Air Quality Information Platform

는 대기환경 상황정보를 기반으로 사용자의 상황에 맞는 대기환경 정보서비스를 제공 한다. Fig. 4는 대기환경 정보서비스를 제공하기 위해 필요한 기능과 대기환경정보의 흐름에 대한 개념적 프레임워크를 보여준다. 하단은 대기환경 관측 시스템을 보여주고 있고, 중간은 대기환경 정보 플랫폼의 서비스 모듈을 정의하고 있다. 상단은 이용자에게 제공되는 대기환경 정보서비스를 명시하고 있다.

대기환경 관측시스템으로부터 취득된 대기환경 데이터는 대기환경 정보플랫폼의 데이터베이스에 저장되고, 분석과정을 통해 지역 별 통계정보, 지역 별 대기환경 시민반응, 대기환경관련 이벤트 지도 등으로 산출되어 데이터베이스에 다시 저장된다. 대기환경 상황정보모델은 등록된 개인정보를 대기환경 관측데이터와 연계하여 사용자의 위치 및 건강정보에 맞는 대기환경 정보 서비스를 제공한다. 실시간 대기환경정보, 대기환경 예보, 통계정보, 시민의 견정보 등은 메시지 서버를 통해 사용자에게 전달되고, 대기환경 경고 및 행동요령은 REST Server를 통하여 전송된다.

### 4. 대기환경 정보 시스템 구현 및 적용

대기환경 정보시스템은 서울을 대상으로 구축하였다. 서울시는 대기오염에 대한 시민의 관심이 점점 높아지고 있어, 대기환경에 대한 시민의견을 취득하고 대기정책에 반영하기 위한 충분한 인구를 가지고 있다. 본 장에서는 대기환경 정보시스템의 효율성과 개선사항을 검증하기 위해, 서울시의 대기환경 관측 데이터, 대기환경 소셜 이벤트, 시민의견을 이용하여 가상의 대기환경 정보서비스를 구현하였다.

#### 4.1 대기환경 정보서비스 개요

대기환경 정보시스템은 대기환경지수와 통합대기환경지수를 이용하여 사용자에게 대기환경 실시간 정보 및 예보를 전달한다

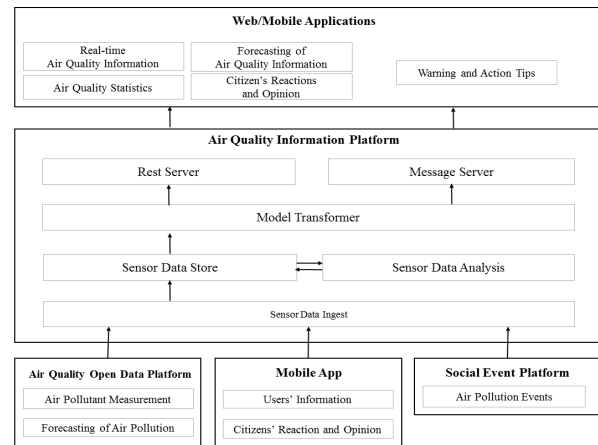


Fig. 4. Functional Model of Air Quality Information System

(Tables 1 and 2). 대기환경지수는 대기오염측정망에서 취득된 미세먼지(PM), 오존(O<sub>3</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO<sub>2</sub>) 등의 대기오염 측정치를 이용하여 산출된다. 통합대기환경지수는 오염물질 별로 다르게 산출되는 대기환경지수를 일반시민이 쉽게 알 수 있도록 하나의 지수로 통합하여 산출된 대기오염도 표현방식이다. 오염물질 별 대기환경지수와 통합대기 환경지수는 ‘ 좋음’, ‘보통’, ‘나쁨’, ‘매우 나쁨 I’, ‘매우 나쁨 II’ 등의 다섯 단계 경보로 표현된다. 일반적으로 ‘ 좋음’으로 표현되는 지수 구간은 민감군에게도 영향이 유발되지 않을 정도로 대기환경이 좋은 상태이고, ‘보통’인 구간은 일반인에 대한 영향은 없으나 민감군에게는 경미한 영향이 유발될 수 있는 수준이다. ‘나쁨’인 구간은 일반인이 대기오염에 의해 불편감을 느낄 수 있고 민감군의 경우 대기환경에 장기간 노출될 때 유해한 영향이 유발될 수 있는

수준이다. ‘매우 나쁨’ 구간은 일반인과 민감군에게 모두 유해한 영향을 유발할 수 있는 구간으로, 민감군의 증상을 악화시킬 수 있는 구간인 ‘매우 나쁨 I’과 민감군이 긴급 상태에 처할 수 있는 ‘매우 나쁨 II’로 구분된다.

#### 4.2 대기환경 서비스 검증

웹 시스템과 모바일 앱으로부터 제공되는 대기환경 서비스는 크게 실시간 대기환경 정보서비스, 대기환경 예보, 대기환경 통계정보, 대기환경 행동요령으로 구성 된다(Figs. 5 and 6). Fig. 5(a)와 Fig. 6(a)는 각각 웹 시스템과 모바일 앱에서 제공하는 실시간 대기환경 정보서비스로, 서울시 행정구역 별 통합 대기환경지수를 보여준다. 특히, Fig. 6(b)의 위치기반의 실시간 대기환경정보는 스마트 폰의 GPS 정보를 이용하여 사용자 주변 대기환경 관측소의

Table 1. Air Quality Index

Pollutant	Good	Moderate	Unhealthy	Very Unhealthy	
				I	II
CAI	0~50	51~100	101~250	251~350	351-500
PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	0~15	16~50	51~100	101~250	251-500
PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	0~30	31~80	81~150	151~300	301~600
O3 (ppm)	0~0.030	0.031~0.090	0.091~0.150	0.151~0.500	0.501~0.600
NO2 (ppm)	0~0.030	0.031~0.060	0.061~0.200	0.201~0.600	0.601~2.000
CO (ppm)	0~2.000	2.001~9.000	9.001~15.000	15.001~30.000	30.000~50.000
SO2 (ppm)	0~0.020	0.021~0.050	0.051~0.151	0.151~0.400	0.401~1.000

Table 2. Health Implications

Index	Description
Good	A level that will not impact patients suffering from diseases related to air pollution.
Moderate	A level that may have a minor effect on patients in case of chronic exposure.
Unhealthy	A level that may have harmful impacts on patients and members of sensitive groups (children, elderly, or infirm people), and may cause unpleasant feelings among the general population.
Very Unhealthy I	A level that may have serious impacts on patients and members of sensitive groups in case of acute exposure.
Very Unhealthy II	A level that may require emergency measures for patients and members of sensitive groups, and may have harmful impacts on the general population.



(a) Real-time Air Quality Information

(b) Air Quality Statistics

(c) Action Tip

Fig. 5. Web-based Air Quality Information System

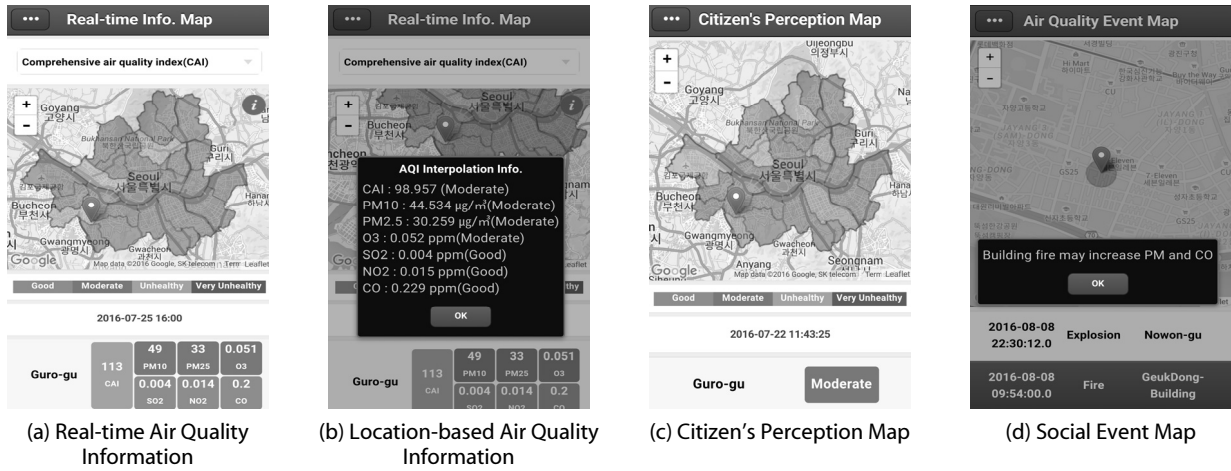


Fig. 6. Mobile App. for Air Quality Information

대기환경 데이터를 보간 함으로써, 현재위치에 대한 대기환경정보를 제공하도록 하였다. 대기환경정보는 대기환경상태에 따라 ‘ 좋음 ’ 지수는 파란색으로 ‘ 보통 ’ 지수는 녹색으로 표현하였으며, ‘ 나쁨 ’ 지수와 ‘ 매우 나쁨 ’ 지수는 각각 노란색과 빨간색으로 표시하여, 시민들이 대기환경 상황정보를 쉽게 파악할 수 있게 하였다. Fig. 5(b)는 대기환경 통계정보로 구로구의 미세먼지 변화추이를 보여준다. 대기환경 통계 서비스는 관심지역의 대기오염 물질의 평균농도 변화추이 등의 통계정보를 제공하여, 시민들은 이사지 및 장기요양지를 선정할 때 참고할 수 있고, 정책결정권자는 대기환경정책의 실효성을 판단하기 위한 자료로 활용할 수 있도록 하였다.

대기환경 정보서비스는 사용자에게 현재위치와 관심지역에 대한 실시간 대기환경정보 및 대기환경 예보를 행동요령과 함께 제공함으로써, 일반시민이 대기오염상황에 대한 피해를 최소화하도록 하였다. Fig. 5(c)는 대기환경 예보 및 행동요령 정보이다. 특히, 대기환경 예보는 서울시의 하루 전 대기환경정보로, 시민들이 소풍, 야외운동 등의 일정계획을 할 수 있게 하고, 정책결정권자는 도로 물청소, 자동차 운행 제한 등의 대기오염 예방책을 수립할 수 있도록 한다. 시민들은 웹과 모바일 앱을 이용하여 현재위치와 관심지역의 대기환경에 대한 의견을 등록하게 할 수 있다. Fig. 6(c)는 행정구역 별 대기환경에 대한 시민의견을 보여준다. 대기환경지수와 동일한 형태로 대기환경에 대한 의견을 표출하게 함으로써, 대기정책 결정권자들이 행정구역 별 시민들 의견을 수립하여 정책을 수립할 수 있도록 하였다.

마지막으로, 대기환경 정보시스템은 소셜 이벤트 플랫폼에서 제공하는 대기환경관련 이벤트 정보를 지도상에 표시한다(Fig. 6(d)). 소셜 이벤트 플랫폼은 Twitter, 블로그 등으로부터 대기환경과 관련된 이벤트 정보를 탐지하여 대기환경 정보시스템에 제공한다. 예를 들어, “노원구 A 빌딩 화재와 같은 이벤트 정보가 탐지되었

을 경우, 대기환경 정보시스템은 GIS의 공간데이터 베이스를 이용하여 A 빌딩과 주변지역을 포함하는 버퍼 폴리곤을 지도 위에 생성한다. 동시에 주변 빌딩에 위치한 시민들에게 경고 메시지를 발송하여 빌딩화재가 발생했음을 알린다. 대형화재의 경우, 미세먼지와 일산화탄소를 발생시키므로, 민감군에게는 경고 메시지와 행동요령 정보를 제공하여 대기환경 관련 사고에 대한 피해를 최소화 하도록 하였다.

## 5. 결론

도시화와 산업화로 인해 악화되고 있는 대기오염은 건강과 밀접한 연관이 있어, 대기환경문제 개선을 위한 시민들의 관심이 증대되고 있다. 이에 본 연구에서는 GIS 기반의 대기환경 정보시스템을 개발하였고, 서울시를 대상으로 가상의 대기환경 정보서비스를 구현하여 효용성과 개선사항을 검증하였다.

개발된 대기환경정보 시스템은 대기환경 오픈데이터 플랫폼, 소셜 이벤트 플랫폼, 시민관측정보로부터 취득된 다양한 형태의 대기환경 데이터를 지리정보를 이용하여 체계적으로 연계하고 통합한다. 또한, 모바일 앱을 통해 시민들에게 대기환경정보를 사공간 제약없이 제공한다.

기존 대기환경 정보시스템은 시민들에게 지역별 대기환경정보만을 제공하지만, UPA 모델을 참조한 GIS 기반의 대기환경 정보시스템은 시민들이 대기환경에 대한 의견을 표현할 수 있게 함으로써, 대기환경 정책결정권자들이 시민 의견을 참고하여 대기환경정책을 수립할 있도록 하였다. 또한, 공간 상황정보모델을 이용하여 시민들의 건강상태와 주변 대기환경상태에 따른 행동대처정보를 제공하도록 하였다.

본 논문에서 제시한 대기환경 정보시스템은 ISO191954의 UPA

참조모델을 기반으로 개발된 파일럿 시스템이다. 향후 개발된 시스템을 실제 적용하기 위해서는, 대기환경관련 정책결정권자, 환경단체, 시민단체의 대기환경정보 요구사항을 조사 및 분석하여, 시민들에게 유용한 대기환경정보를 제공할 수 있는 서비스모델의 개발이 필요하다. 더불어, 대기환경에 대한 시민의견을 정책 자료로 활용하기 위해서는 보다 과학적인 분석기법의 개발이 필요하다.

## 감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 산업기술혁신사업 중 산업기술국제협력사업(국제공동기술개발사업) 지원으로 이루어졌습니다. 이에 감사드립니다.

## References

- Ahn, H. K., Lee, J. M. and Baek, H. B. (2015). "Current situation and future tasks of global environmental governance building and operation." *The Korean Association for Governance*, Vol. 2, No. 3, pp. 463-481 (in Korean).
- Cinderby, S. and Forrester, J. (2005). "Facilitating the local governance of air pollution using GIS for participation." *Applied Geography*, Vol. 25, No. 2, pp. 143-158.
- CITI-SENSE (2016). "Development of sensor-based citizens' observatory community for improving quality" Available at: <http://www.citi-sense.eu/> (Accessed: September, 18, 2016).
- International Standard Organization (2016). "ISO 19154 Geographic information - Ubiquitous Public Access - Reference model." Available at: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=32572](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=32572) (Assessed: May,4, 2016).
- Jung, W. and Lee, D. (2013). "A climate change and strategy for local governments." *Korean Local Government Review*, Vol. 15, No. 1, pp. 25-43 (in Korean).
- Kim, K. S. and Lee, K. W. (2011). "Design and implementation of a smart phone app for location-based services on environment sensor and radioactive information." *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 14, No. 4, pp. 161-171 (in Korean).
- Kim, T. H. and Hong, S. C. (2015). "The development of GIS based air pollution information system, using a context awareness model." *Journal of the Korea Academia -Industrial cooperation Society*, Vol. 16, No. 6, pp. 4228-4236 (in Korean).
- Lee, J. G. and Kim, T. J. (2014). "An empirical study on influencing factors of policy acceptance and PR: Focused on Seoul Air Quality Information." *Korean Public Administration Quarterly*, Vol. 26, No. 1, pp. 78-96 (in Korean).
- Lee, S. H. (2010). "Architecture design for implementation of ubiquitous public access." Proc. of 36th Conf. on KSCE, Incheon, Korea, pp. 1119-1121.
- Resch, B. (2013). "People as sensors and collective sensing-contextual observations complementing geo- sensor network measurements." In *Progress in Location-Based Services*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 391-406.
- World Health Organization (2006). "Air quality guidelines: Global Update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide." World Health Organization, 2006.