

# 상황인지모델을 이용한 GIS 기반의 대기오염 정보시스템 개발

김태훈<sup>1</sup>, 홍성철<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국건설기술연구원 ICT융합연구소

## Development of GIS based Air Pollution Information System, using a Context Awareness Model

Taehoon Kim<sup>1</sup>, Sungchul Hong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ICT Convergence and Integration Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering  
and Building Technology

**요 약** 센서네트워크(Sensor Network)기반의 웹 기반 기술과 모바일 컴퓨팅 기술의 급속한 발전으로 인해, 일반인은 유비쿼터스(Ubiquitous) 환경에서 다양한 형태의 데이터와 정보를 생산, 제공 및 공유할 수 있게 되었다. 공간정보분야에서는 지오센서네트워크(Geosensor Network)와 공간-비공간 데이터 융합처리기술이 결합된 GIS(Geographic Information System)를 이용하여 공간정보 서비스를 제공하는 연구가 진행 중이다. 하지만, 방대한 양을 가지는 웹 데이터와 센서데이터를 GIS 데이터와 연계하여, 사용자 맞춤형 정보를 생성하기 위해서는 상황인지모델 기반의 정보제공이 필요하다. 상황인지 서비스는 사용자의 개입을 최소화하면서, 사용자 상황에 맞는 적절한 정보를 제공하는 것을 의미한다. 이를 위해 상황인지모델은 센서네트워크와 모바일 기기에서 취득된 데이터들의 특성과 연관성을 모델링하고, 사용자의 위치와 관심지역의 상황에 맞는 정보를 제공한다. 이에 본 연구에서는 상황인지모델 기반의 GIS 플랫폼을 개발하였다. 개발된 시스템은 대기환경 데이터와 모바일 데이터를 취득하고 분석된 결과를 대기환경정책에 반영함으로써, 시민의 환경의식을 높이고 공동참여를 활성화하도록 설계되었다.

**Abstract** Due to the rapid advance in web and mobile computing technologies, normal users have become to produce, provide, and share a varied form of spatial data and information. In the domain of spatial information, numerous researches on GIS have been conducted to provide spatial information services based on a geo-sensor network and a data integration and processing technology. However, to provide user-oriented information, a context information model is necessary to associate GIS data with web and sensor data. Context awareness services is designed to provide specific information, minimizing users' interference. For which, the context information model expresses the relationship of various data from sensor networks and mobile applications and provides a user-specific information considering location and area of interest. Thus, this research aims to develops a context information model based air-pollution information system that obtains and analyses air pollution data and reflects the analysis results on an air-pollution policy. Also, this system aims to raise citizens' awareness on air-pollution and to promote citizens' participatory to improve city's air quality.

**Key Words** : Air Pollution, Sensor Network, Context Awareness Model, Geographic Information System

### 1. 서론

센서네트워크(Sensor Network)기반의 웹 기술과 모

바일 컴퓨팅 기술의 발전으로 인해, 일반인은 유비쿼터스(Ubiquitous)환경에서 다양한 형태의 데이터와 정보를 생산 및 제공할 수 있게 되었으며[1,2], Twitter와 Facebook

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

\*Corresponding Author : Sungchul Hong(Korea Institute of Civil Engineering and Bulding Technology)

Tel: +82-31-995-0874 email: shong@kict.re.kr

Received May 12, 2015

Revised June 8, 2015

Accepted June 11, 2015

Published June 30, 2015

과 같은 소셜네트워크 서비스(SNS)를 이용하여 사회현안에 대한 의견을 공유하고 있다[3]. 공간정보분야에서는 위치정보 기반의 센서네트워크(Geosensor Network)와 데이터의 융합처리기술을 기반으로 한 GIS(Geographic Information System)을 개발하여 시간과 공간의 제약 없이 사회 기반 시설물들을 관리하고 공공서비스를 제공하고 있다. 또한, 사회적인 문제해결과 공공정책을 수립함에 있어 정책결정권자 뿐만 아니라 시민들 또한 협력하도록 하는 시민참여형 GIS 연구가 진행 중이다[4,5].

센서기술 기반의 GIS를 개발하기 위해서는 여러 기기와 시스템에서 제공되는 방대한 데이터들을 체계적으로 연계할 수 있는 기술표준과 지오센서(Geo-Sensor)와 GIS 데이터 처리기술, 모바일 Geo-Sensing 등 다양한 기술의 개발이 필요하다[1,2]. 이에 공간정보분야의 국제표준기구인 ISO/TC211은 유비쿼터스 환경에서의 공간데이터 연계 및 상호호환성을 위한 표준인 ISO19154 “Geographic information - Ubiquitous Public Access - Reference Model”을 제정하였다[6]. 또한 센서기술 기반의 GIS는 다양하고 방대한 공간 및 비공간데이터를 이용하여 공간정보를 생산해야 하므로, 사용자에게 적절한 공간정보를 제공하기 위해서는 위치정보기반의 상황인지모형 개발이 필수적이다[7,8,9].

상황인지기반의 공간정보 서비스는 사용자의 개입을 최소화하면서, 사용자 상황에 적절한 정보를 제공하는 것을 의미한다. 상황인지모형은 센서네트워크와 모바일 기기에서 취득된 데이터들의 특성과 연관성을 표현하고, 사용자의 위치와 관심지역의 상황에 맞는 정보를 사용자에게 제공한다. 이와 더불어 최근에는 인터넷 이용자들이 소셜네트워크 서비스를 통해 대기오염, 산사태, 집중호우에 대한 상황과 의견을 실시간으로 주고받고 있고 [5], 공공기관 또한 공공문제 해결방안과 도시정책을 수립할 때 시민들의 참여를 적극 권장하고 있다[4, 10]. 이러한 기술적·사회적 변화는 기존에 개발되었던 GIS와 공간정보 서비스의 변화를 요구하고 있다.

이에 본 연구에서는 센서기술과 GIS 기반의 대기오염정보 시스템과 대기오염서비스를 개발하였다. 개발된 대기오염 정보시스템은 사용자들에게 적절한 공간정보를 제공하기 위해 상황인지모형을 이용하였다. 또한 대기오염 정보시스템은 사용자들이 의견을 등록하게 함으로써, 대기정책 결정권자들이 시민들의 의견을 수렴하여

정책을 수립할 수 있도록 하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 상황인지모형 연구동향을 기술하였으며, 3장에는 대기오염 정보시스템 설계를 위한 요구사항과 요구사항을 기반으로 유스케이스모형을 도출하였다. 4장에서는 구축된 대기오염정보시스템을 서울지역에 적용하고 시나리오를 반영하여, 상황인지모형기반 대기오염 정보의 효용성을 검증하였다. 5장에서는 본 연구의 결론과 향후 연구방향을 제시하였다.

## 2. 관련연구동향

### 2.1 상황정보모형 연구동향

상황정보에는 상황인식시스템의 구성 방법 및 적용분야에 따라 다르게 정의된다. 초기의 상황 인식시스템에서는 사용자의 위치정보를 상황 정보로 이용하였다[11]. 이러한 상황정보시스템은 사용자의 현재위치를 기반으로 적절한 정보를 사용자에게 제공하지만, 위치정보 외에 다양한 상황 정보들이 존재한다. 이에 Schilit 등[12]은 상황정보를 컴퓨팅 상황정보, 사용자 상황정보, 물리적 상황정보로 세분화 하여 정의하였다. 컴퓨팅 상황정보는 네트워크 연결성, 통신비용, 통신 대역폭 등의 연산을 위한 환경을 정의하며, 사용자 상황정보는 사용자 프로필, 위치, 사회적 상황을 포함한다. 그리고 물리적 상황정보는 조명, 소음 수준, 교통 상황 등을 표현한다. 이외에도 날씨, 요일, 주, 월, 계절 등과 같은 시간상황 정보가 고려될 수 있다[13].

또한 상황인식 컴퓨팅에 대한 정의는 상황정보를 제공하는 방법에 따라 수동적 상황인식과 능동적 상황인식으로 나눌 수 있다[13]. 수동적 상황 인식은 새로운 상황이나 상황의 변경이 발생하면 사용자에게 이에 대한 정보를 제공하거나 차후 검색이 가능하도록 시스템을 설계하는 것이다. 반면, 능동적 상황 인식은 새로운 상황이나 상황의 변경이 발생하면 자동으로 이와 관련된 동작을 실행하도록 시스템을 구성하는 것이다.

### 2.2 상황정보 모델링 기법

상황정보를 모델링하기 위한 대표적인 기법은 Key-Value Model, Markup Scheme Model, Graphical Model, Object Oriented Model, Logic Based Model, Ontology Based Model이 있다[14,15,16]. Key-Value Model은 상

황 정보를 모델링하기 위한 가장 간단한 데이터 구조이다. 환경변수로서 상황 정보의 수치를 어플리케이션에게 제공하는데, 키-값 쌍의 형식을 사용하여 상황을 모델링한다[17]. Key-Value 모델은 분산 서비스 프레임워크에서 주로 사용되며 관리하기 편하다는 장점을 가지고 있지만, 효과적인 상황 검색 알고리즘을 위한 복잡한 구조화는 부족하다는 단점이 있다. Markup Scheme Model은 속성과 내용을 갖는 마크업 태그로 구성된 계층적 데이터 구조로, 모델링 대상의 확장성이나 접근성이 뛰어나지만, 상황정보의 연계성을 표현하는데 취약하다[15].

Graphical Model은 모델링을 위해 다이어그램을 사용하고 있으며, 대표적으로 UML(Unified Modeling Language)이 있다. UML은 일반적인 모델링에 사용되는 표준 모델링 언어로, 그래픽적인 컴포넌트를 이용하여 상황정보를 모델링한다[18]. Object-Oriented Model은 유비쿼터스 환경에서 동적 특성과 관련된 문제점들을 해결하기 위해 캡슐화와 재사용이라는 객체 지향의 주요 장점을 적용한 기법이다[19]. 상황처리를 위한 세부내용을 개체 수준에서 캡슐화하고 은닉하여 상황 정보로의 접근은 특정 인터페이스를 통해서만 제공한다.

Logic Based Model은 사실, 표현, 규칙에 기반하여 상황을 도출한다. 인공지능분야에서 많이 사용되었지만, 최근 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에서 상황을 모델링하고 도출하기 위한 수학적 모델로 활용되고 있다[20, 21]. Ontology Based Model에서 온톨로지는 개념과 상관관계를 기술하는 도구로 상황 정보를 표현하고 공유하기 위한 어휘 및 용어를 제공한다[22]. 이 모델은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황 지식의 공유와 재사용을 지원하며, 상황정보들 간의 관계성을 바탕으로 의미 해석을 기계가 스스로 처리할 수 있는 상황 정보 추론을 지원할 수 있다는 장점이 있다.

### 3. 상황인지모델 기반 대기오염

#### 정보시스템 설계

##### 3.1 대기오염 정보서비스 개요

본 연구에서 제안한 대기오염 정보시스템은 대기오염 측정망과 위치기반의 상황인지모델을 이용하여 대기환경에 민감한 일반시민, 호흡기 질환 환자, 그리고 대기오염관련 기관 종사자들이 대기오염현황을 신속하게 파악

하고 대처할 수 있도록 설계되었다[Fig.1]. 다수의 대기오염 측정소로 구성된 대기오염측정망은 대기오염물질 현황과 변화추이를 실시간으로 측정하고 데이터베이스에 저장하여 대기환경 개선 대책 수립에 필요한 기초 자료를 제공한다. 대기오염 상황인지모델은 사용자의 개인 정보(나이, 건강상태)와 위치정보를 입력변수로 사용자의 위치 또는 관심지역에 대한 대기오염 정보와 대기오염에 대한 행동요령을 제공하도록 설계되었다.

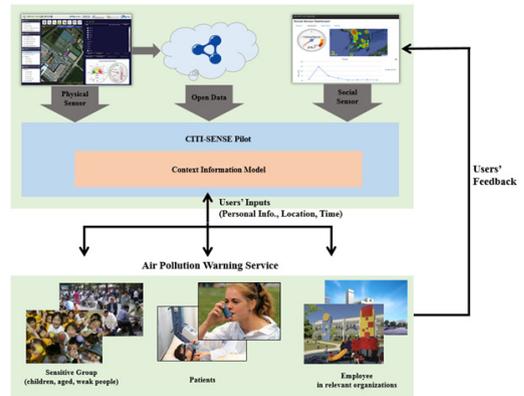


Fig. 1. Conceptual Overview of Air-Pollution Warning System

대기오염 정보시스템은 대기환경지수를 이용하여 대기오염 정보와 사용자의 건강상태에 대한 행동요령을 제공한다[Table1]. 대기환경지수란 대기오염도 측정치를 사용자들이 쉽게 인지하기 위해 개발된 대기오염도 표현 방식이며, 통합대기오염지수와 미세먼지(PM-10), 오존(O3), 이산화질소(NO2), 일산화탄소(CO), 아황산가스(SO2) 등 대표적인 5가지 오염물질에 대한 상태지수를 제공한다. Table2는 ‘좋음’, ‘보통’, ‘약간 나쁨’, ‘나쁨’, ‘매우 나쁨’으로 표현된 대기환경지수와 지수별 대처요령을 나타낸다. ‘좋음’으로 표현되는 지수구간은 대기오염 관련 환자그룹에게도 영향이 유발되지 않을 정도로 대기환경이 좋은 상태를 알려주며, ‘보통 구간’은 대기오염 관련 환자그룹에게 경미한 영향이 유발될 수 있는 수준이다. ‘약간 나쁨’인 구간은 환자그룹 및 민감 그룹이 대기환경에 노출될 경우, 유해한 영향이 유발될 수 있는 수준이고, ‘나쁨 구간’은 환자군 및 민감 그룹(어린이, 노약자 등)에게 유해한 영향 유발하며, 일반인도 건강상 불편감을 경험할 수 있는 수준이다. ‘매우 나쁨’인 구간은 환자군 및 민감 그룹이 대기환경에 노출될 때 심각한

영향 유발하고, 일반인도 약한 영향이 유발될 수 있는 수준으로, 환자 및 민감 그룹에게 응급조치가 발생되거나, 일반인에게 유해한 영향이 유발될 수 있는 수준이다.

Table 1. Comprehensive air-quality index

Pollution	Good	Moderate	Lightly Bad	Bad	Severe	
CAI	0~50	51~100	101~150	151~250	251~350	351~500
PM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0~30	31~80	81~120	121~200	201~300	301~600
O3 (ppm)	0~0.040	0.041~0.080	0.081~0.120	0.121~0.300	0.301~0.500	0.51~0.600
NO2 (ppm)	0~0.030	0.031~0.060	0.061~0.150	0.151~0.200	0.201~0.600	0.601~2
CO (ppm)	0~2.00	2.01~9.00	9.01~12.00	12.01~15.00	15.01~30.00	30.01~50
SO2 (ppm)	0~0.020	0.021~0.050	0.051~0.100	0.101~0.150	0.151~0.400	0.401~1

Table 2. Action tips for air-pollution level

Pollution	Health Implications
Good	No health implications
Moderate	Meager impact on patients in case of chronic exposure
Lightly Bad	Harmful impacts on patients and members of sensitive groups.
Bad	Harmful impacts on patients and members of sensitive groups (children, aged or weak people), and also cause the general public unpleasant feelings
Severe	Life-threatening impacts on patients and members of sensitive groups, and harmful impacts on the general public

대기오염 정보시스템의 상황인지모델은 사용자의 위치와 시간정보에 따른 대기오염 정보와 관련대처요령 정보를 제공하며, 실시간 대기오염 정보, 스케줄 기반 대기오염 정보, 대기오염 통계 정보로 구분된다. 실시간 대기오염 정보는 사용자의 현 위치 또는 관심지역의 대기오염정보를 제공하고, 스케줄 기반 대기오염 정보는 사용자의 예상 위치와 시간에 따른 대기오염 정보와 대처요령을 제공하는 기능이다. 또한 대기오염 통계 정보는 현재 위치를 포함한 관심 지역에 대한 대기오염 통계지수(대기오염 별 빈도수, 대기오염 별 지속시간)를 제공하고 빈도수가 높거나 지속시간이 긴 오염물질에 대한 대처요령을 제공함으로써, 대기오염에 대한 피해를 최소화 할 수 있게 하였다. 또한, 대기오염 정보시스템 사용자가 현 위치 또는 관심 지역에 대한 대기환경 관련 의견을 입력 하도록 하여, 대기환경정책의 시민참여를 유도함은 물론, 유관기관 종사자들이 시민의견을 참고하여 대기환경 정책을 수립하도록 설계하였다.

### 3.2 대기오염 정보시스템 설계

본 연구에서는 대기오염 정보시스템의 설계를 위해 객체지향 분석 설계기법을 이용하였고, 그 결과물을 유스케이스 다이어그램과 개념적 시스템 아키텍처의 형태로 도출하였다. Fig.2의 유스케이스 다이어그램은 UML 2.0을 기반으로 하여 작성한 것으로, 대기오염 상황인지 서비스에 대한 기능성을 Level 1 수준에서 명세하고 있다. 먼저 대기오염 상황인지 서비스를 제공 받기 위해서 사용자는 기본적으로 “위치제공” 동의를 해야 하며, 소속기관, 건강상태, 과거병력, 나이, 향후 위치 기반 이동 스케줄을 등록해야 한다. 사용자는 현재 위치 정보를 이용해 실시간 대기 오염 경고 서비스를 받고, 등록된 향후 이동 스케줄을 기반으로 예상 대기오염 경고 서비스를 받는다. 또한 사용자는 공개 데이터를 이용하여 해당 지역 또는 방문 예상지역의 대기오염 관련 통계지수를 검색할 수 있다.

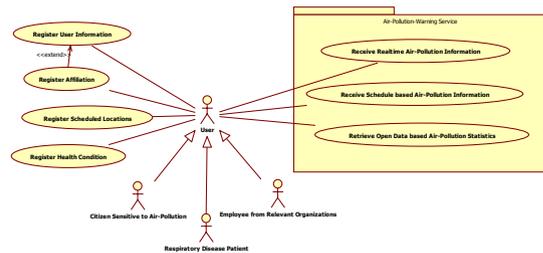


Fig. 2. Usecase Diagram for Air-Pollution Warning Service (Level 1)

#### 3.2.1 위치기반 실시간 대기오염 경고 서비스

위치기반 실시간 대기오염 경고 서비스는 사용자의 현재 위치와 개인정보(소속기관, 건강상태, 나이)에 따른 대기오염정보와 대처요령 정보를 제공한다. 아래의 그림은 위치기반 실시간 대기오염 경고 서비스의 기능성을 Level 2 수준의 유스케이스 다이어그램을 이용하여 명세하고 있다. 유스케이스 Register User Information, Register Affiliation, Register Health Condition, Register Current User Location은 사용자가 실시간 대기오염 정보를 얻기 위한 “위치 제공” 동의와 사용자의 소속기관, 건강상태, 나이 등의 개인정보입력을 나타내고 있으며, 유스케이스 Receive Realtime PM Info, Receive Realtime O3 Info, Receive Realtime NO2 Info, Receive Realtime CO Info, Receive Realtime SO2 Info, Receive Realtime CAI Info은 사용자의 위치 및 개인정보를 기

반으로 PM, O3, NO2, CO, SO2와 같은 대기오염 물질의 실시간 오염 정보와 실시간 통합 환경지수 정보를 제공 받는 것을 나타내고 있다.

유스케이스 Notify Health-based Action Knowhow, Notify Organizations' Action Knowhow를 실시간 오염 정보 제공 기능들과 <<extend>> 관계로 연결하여, 대기오염이 사용자 건강상태를 고려할 때, 안전 범위를 벗어나거나 관련기관의 허용기준치를 초과하면 사용자와 관련기관 근로자에게 실시간 대기오염 정보와 대처요령을 제공하여 신속히 대응할 수 있도록 설계하였다. 또한, 사용자는 대기오염 정보와 대처요령 정보에 대한 의견을 대기환경 오염정보시스템에 남김으로, 대기오염에 관심 있는 시민들과 정책관리자들이 적절히 대응할 수 있도록 Write Opinion 유스케이스를 추가하였다.

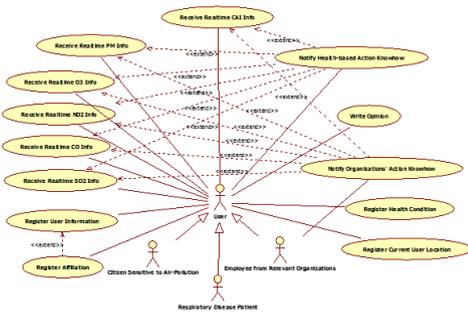


Fig. 3. Usage case diagram for real-time air-pollution warning service (level 2)

### 3.2.2 스케줄 기반 실시간 대기오염 경고 서비스

스케줄 기반 대기오염 경고 서비스는 사용자의 등록된 스케줄, 즉 예상 이동 위치와 시간에 따른 예상 대기오염 정보와 대처요령을 제공한다. 사용자는 출장, 여행 등의 야외 활동이 계획되어 있을 경우, 예상 이동 위치와 시간 정보를 시스템에 등록하여 활동예상 지역의 대기오염 정보를 제공받는다. 학교, 보건소, 병원에 종사하는 근로자도 직장 위치에 기반한 대기오염 예보를 제공받아, 대기오염 상황에 따른 대처요령을 제공받고 능동적으로 대처하여 대기오염에 따른 피해를 최소화할 수 있다.

Fig4는 스케줄 기반 대기오염 경고 서비스의 기능성을 Level 2 수준의 유스케이스 다이어그램을 이용하여 명세하고 있다. 유스케이스 Receive Schedule based PM Info, Receive Schedule-based O3 Info, Receive

Schedule-based NO2 Info, Receive Schedule-based CO Info, Receive Schedule-based SO2 Info, Receive Schedule-based CAI Info는 스케줄에 기반한 오염 정보들을 제공하는 기능이며, 이를 위해서 유스케이스 Register User Information, Register Affiliation, Register Health Condition, Register Scheduled Locations 등을 통해 사용자 및 기관 정보를 등록해야 한다.

등록된 정보에 따라 대기오염 예보 정보가 기준치를 넘을 경우 Notify Health-based Action Knowhow, Notify Organizations' Action Knowhow 유스케이스를 통해 사용자 및 기관에게 대처요령을 알린다. 또한 위치기반 실시간 대기오염 서비스와 마찬가지로, Write Opinion 유스케이스는 사용자는 대기오염 예보의 정확도와 대처상황에 관한 의견을 남기게 함으로써 관련 시민들과 정책관리자들이 적절히 대비하고 향후 개선할 수 있도록 했다.

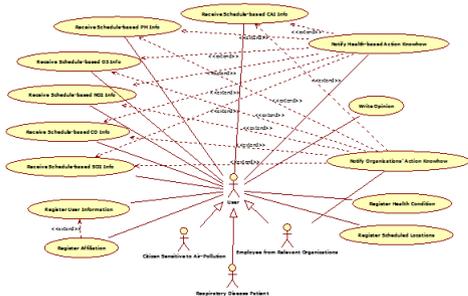


Fig. 4. Usage case diagram for schedule-based air-pollution warning service (level 2)

### 3.2.3 스케줄 기반 실시간 대기오염 경고 서비스

공개데이터는 공기오염 측정망으로부터 데이터베이스에 저장된 공기오염 측정치로, 사용자는 관심지역과 기간을 입력하여 해당 지역의 대기 오염물질 별 통계지표(빈도수, 지속시간) 정보와 통합 환경대기지수의 통계지표(빈도수, 지속시간)를 제공받는다.

Fig.5는 공개 데이터 기반 대기오염 경고 서비스의 기능성을 Level 2 수준의 유스케이스 다이어그램을 이용하여 명세하고 있다. 빈도수 정보 제공 기능은 Retrieve PM Frequency, Retrieve O3 Frequency, Retrieve NO2 Frequency, Retrieve CO Frequency, Retrieve SO2 Frequency, Retrieve CAI Frequency 유스케이스가 담당하며, 지속시간 정보 제공 기능은 Retrieve PM Duration, Retrieve O3 Duration, Retrieve NO2 Duration, Retrieve CO Duration, Retrieve SO2 Duration, Retrieve CAI

Duration 유스케이스가 담당한다.

Register User Information, Register Location in Interest 유스케이스를 통해 사용자의 거주 지역 및 관심 지역에 대한 정보를 등록할 수 있으며, Notify Precaution to Local Resident 유스케이스를 통해 관심지역 및 기간에 따른 통계지표와 대기오염 관련 주의사항을 공지 받을 수 있다. 또한 사용자는 Write Opinion 유스케이스를 통해 대기오염관련 의견을 남김으로써 해당 지역 정책관리자들이 대기오염 관련 행정정책을 수립하는데 참고자료로 활용할 수 있게 하였다.

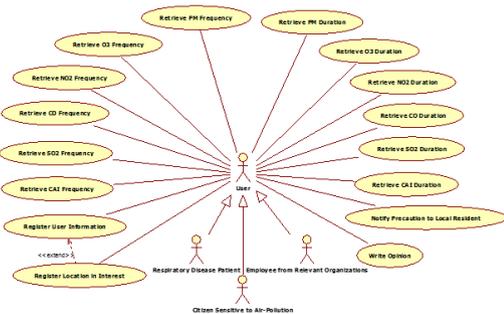


Fig. 5. Usage Case Diagram for Open Data based Air-Pollution Statistics Service

## 4. 대기오염 정보시스템 구현 및 서비스 시나리오

### 4.1 대기오염 정보시스템 아키텍처 설계 및 구현

본 연구에서 개발한 대기오염 정보시스템은 대기오염 측정 데이터를 저장하는 데이터베이스와 대기오염 데이터 수집 및 제공을 위한 웹 서버, 그리고 대기오염 서비스를 제공하기 위한 웹 클라이언트로 구성된다. 데이터베이스는 PostgreSQL를 사용하여 대기오염 측정 데이터를 저장 및 질의하도록 하였고, 공간 데이터를 처리하기 위해 PostGIS 플러그인을 설치하였다. 웹 서버는 Apache/Tomcat을 기반으로 구축하였고, 웹서비스 제공을 위해 국내 공공사업 개발프레임워크로 사용되는 전자정부 프레임워크를 사용하였다. 또한, RESTful 서비스를 제공하는 Restlet을 사용함으로써 웹 클라이언트의 종류에 상관없이 HTTP 통신을 통해 데이터를 제공하게 하였고, 외부시스템과의 연계를 위해 Socket 모듈과

HTTP Client 모듈이 포함되도록 구성하였다. 본 연구를 통해 구현되는 대기오염정보시스템은 공간정보기반의 상황인지모델을 이용하여 대기오염 서비스를 제공한다. 따라서 GeoServer를 사용하여 WMS(Web Map Service)와 WFS(Web Feature Service)를 제공하도록 하였으며, 제공되는 대기오염관련 정보는 웹 클라이언트의 OpenLayers와 연동되어 표현되도록 하였다.

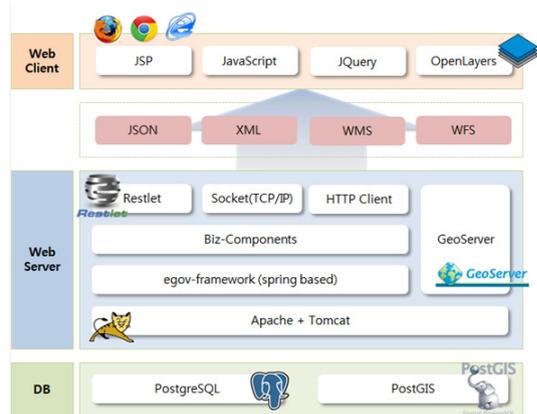


Fig. 6. Architecture of Air-Pollution Warning System

### 4.2 실험지역

본 연구에서 개발한 대기오염 정보시스템은 최근 대기오염에 대한 관심이 높아지고 있는 서울을 대상으로 구축하였다. 서울시는 1000만 이상의 인구를 가진 대도시로 대기오염정보에 대한 시민의견을 취득하고 대기오염정책에 반영하기 위한 충분한 인구를 가지고 있다. 서울시는 실시간으로 공기오염상태를 측정하기 위해 25개의 대기오염 측정소를 운영하여 PM, O3, NO2, CO, SO2 등의 오염물질을 측정하고 있으며, 측정된 데이터는 데이터베이스에 저장되어 지역 및 시간 별 대기오염 통계지수를 계산할 수 있도록 하고 있다.

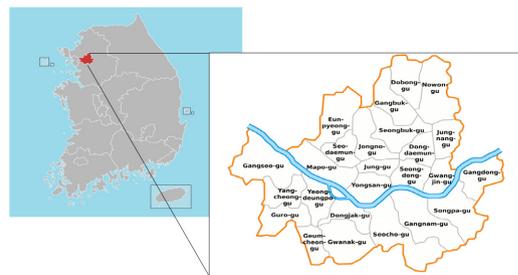
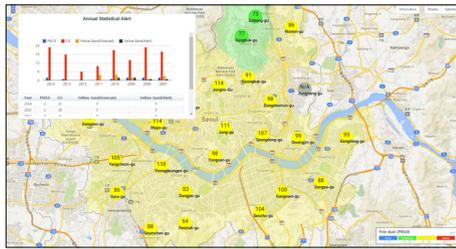


Fig. 7. Test Area





(b)  
**Fig. 10.** Statistics Based Air Pollution Information  
 (a) Trend Analysis (PM10)  
 (b) Frequency Analysis (PM10)

### 5. 결론

센서네트워크, 클라우드 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅의 발전으로 인해 일반 대중은 유비쿼터스 환경에서 다양한 형태의 데이터를 생산하고 있으며, 사회적 이슈를 소셜 네트워크서비스를 통해 공유하고 있다. 본 연구에서는 상황인지모델 기반 대기오염 정보시스템을 개발하여 대기오염 상황정보와 대처요령을 시민들에게 효과적으로 제공하고, 시민들 또한 대기오염에 대한 의견을 시스템에 남김으로써, 대기환경관련 정책 관련자들이 대기오염 정책수립에 참고할 수 있도록 하였다.

본 연구에서는 객체지향 기반의 개념적인 모델링 기법을 이용하여 대기오염 정보시스템을 개발하기 위한 기능적 요구조건 들을 도출하였으며, 데이터베이스, 웹 클라이언트, 웹서버로 구성된 개념적 아키텍처를 설계하여 대기오염 시스템을 개발하였다. 개발된 상황인지모델 기반 대기오염 정보시스템은 사용자의 개인정보와 위치, 그리고 주변 대기오염 상황을 인지하여 사용자에게 최적화된 대기오염 정보와 행동 대처요령을 알려준다. 또한 사용자는 자신의 위치 또는 관심지역의 대기오염 상황에 대한 의견을 대기오염 정보시스템에 남김으로써, 대기환경 정책 결정권자들이 관련 정책을 수립하는데 참고하도록 하였다. 개발한 대기오염 정보시스템은 서울시 대기오염 측정망에서 취득된 대기오염 데이터에 적용하고 가상서비스 시나리오를 생성하여 효용성을 검증하였다. 대기오염 정보시스템은 Web-GIS 기반 시스템으로 설계되었다. 하지만 대기오염 정책관련자와 일반시민이 효과적으로 활용하려면, 모바일 기반으로 개발되어야 할 것으로 사료된다. 또한 대기오염에 대한 다양한 시민반응과 의견을 효과적으로 수집하기 위해서는, Facebook과

Twitter와 같은 SNS 매체를 이용한 여론 조사 분석기법의 개발이 필요하다.

### References

- [1] C. H. Lee, K. W. An, M. S. Lee, J. W. Kim "Trends of u-GIS Spatial Information Technology", Electronics and Telecommunication Trends, pp. 110-123, 2007.
- [2] K. Y. Kang, C. S. Hwang "A Study on Geo-Ontological Application of Coastal Information", Journal of Korean Geographical Society, pp. 112-127, 48(1), 2013
- [3] A. Seo, E. C. Kim "Development of Smart Phone based Social Inquiry and Recommendation System, using Context Information Model", The e-Business Studies, pp. 293-311, 13(4), 2012
- [4] J. M. Park "A Design and Implementation on Ontology for Public Participation GIS", Journal of the Korean Geographical Society, pp.372-394, 44(3), 2009
- [5] Y. Choi, S. K. Lee, A. S. Kim "Information Retrieval and Visualization of Social Engagement in a City based on Social Sensor Network Service", Conference on Journal of the HSI Society of Korea, pp.585-587, 2012
- [6] International Standard Organization [Internet] ISO 19154 "Geographic information-Ubiquitous public access-Reference model", Available From: [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, 2014)
- [7] J. J. Kim, I. S. Shin, K. J. Han "Development of a Geo Semantic Web System" Journal of Korea Spatial Information Society, pp. 83-92, 18(5), 2010
- [8] M. Park. K. H. Ryu "Context Information Model Using Ontologies and Rules based on Spatial Object" Transactions on Software and Data Engineering, pp. 163-168, 3(4), 2014
- [9] B. J. Kim. H. S. Hwang, S. H. Shin, C. S. Kim "The Design of a Context-Aware Search System Using Ontology Based on the LBS/GIS" Korea Multimedia Society, pp. 433-436, 2006
- [10] K. S. Jung, T. H. Moon, S. Y. Lee, C. H. Ha "Development of Landscape Diagnosis Model based on Public Participation GIS for Public Participation", Journal of the Korean Association Geographic Information Studies, pp151-164, 9(4), 2006
- [11] Want, R., Hopper, A., Falcao, V., and Gibbons, J., "The Active Badge Location System", ACM Transactions on Information Systems, Vol. 10, No. 1, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/128756.128759>

- [12] Schilit, B.N., Adams, N., and Want, R., "Context-Aware Computing Applications", 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.85-90, 1994. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/wmcsa.1994.16>
- [13] Chen, G. and Kotz, D., "A Survey of Context-Aware Mobile Computing Research", Dartmouth Computer Science, 2000.
- [14] T. Strang, C. Linnhoff-Popien "A Context Modeling Survey", Workshop on Advanced Context Modeling, Reasoning and Management, UbiComp, 2004.
- [15] S. H. Ryu, S. H. Chang, D. C. Shin, S. K. Park "Trends of Context Aware Computing Technology", Electronics and Telecommunication Trends, 2010
- [16] J. H. Kim, M. K. Hwang, H. M. Jung "Context Information Modeling based on Ontology", Journal of Digital Contents Society, pp.437-447, 12(4), 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2011.12.4.437>
- [17] B. N. Schilit, N. Adams, R. Want "Context-Aware Computing Applications", 1st International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.85-90, 1994. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/wmcsa.1994.16>
- [18] Q. Z. Sheng, B. Benatallah, "ContextUML: A UML-Based Modeling Language for Model-Driven Development of Context-Aware Web Services", In Proceedings of the International Conference on Mobile Business, pp.206-212, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/icmb.2005.33>
- [19] A. Schmidt, M. Beigl, H. Gellersen "There is more to context than location", Computers and Graphics, pp.893-901, 23(6), 1999. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0097-8493\(99\)00120-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0097-8493(99)00120-X)
- [20] J. McCarthy, S. Buvac "Formalizing context (expanded notes)", In Working Papers of the AAAI Fall Symposium on Context in Knowledge Representation and Natural Language, American Association for Artificial Intelligence, pp. 99 - 135, 1997.
- [21] C. Ghidini, F. Giunchiglia "Local models semantics, or contextual reasoning = locality + compatibility", Artificial Intelligence, pp.221-259, 127(2), 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-3702\(01\)00064-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-3702(01)00064-9)
- [22] T. Strang, C. Linnhoff-Popien, K. Frank, "CoOL: A Context Ontology Language to enable Contextual Interoperability", In Proceedings of 4th IFIP WG 6.1 International Conference on Distributed Applications and Interoperable Systems (DAIS2003), Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 2893, Springer Verlag, pp. 236 - 247, 2003. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-40010-3\\_21](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-40010-3_21)

---

**김 태 훈(Taehoon Kim)**

[정회원]



- 2000년 2월 : 인하대학교 지리정보 공학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 지리정보 공학과 (공학석사)
- 2009년 2월 : 인하대학교 지리정보 공학과 (공학박사 수료)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

지리정보, 정보통신, 방재/환경

---

**홍 성 철(Sungchul Hong)**

[정회원]



- 2005년 5월 : 위스컨신주립대 토목 환경공학과 (지형공간정보공학 석사)
- 2010년 12월 : 위스컨신주립대 토목환경공학과 (지형공간정보공학 박사)
- 2013년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

지리정보시스템, 3차원 실내외 모델구축, 정보통신