

# 굴뚝연기 관리를 위한 웹+모바일 시스템의 설계 및 구현

반재훈

고신대학교 인터넷비즈니스학과

## Design and Implementation of a Web+Mobile System for Measurement of Plume

ChaeHoon Ban

Dept. of Internet Business, Kosin University

E-mail : chban@kosin.ac.kr

### 요 약

대기오염방지를 위해서는 배출되는 대기오염물질을 측정하고 이를 관리하여 대기오염을 신속히 파악하고 사전에 방지하기 위한 서비스가 필요하다. 본 논문에서는 광학센싱을 이용해 굴뚝연기의 혼탁도를 측정하고 이를 웹과 모바일 기기에서 측정결과를 실시간으로 검색할 수 있는 웹+모바일 시스템을 설계하고 구현한다. 구현된 시스템은 모바일 운영체제에 독립적인 웹앱의 형태로 제공되어 사용자의 다양한 모바일 기기에서 운영될 수 있으며 PC환경의 웹에 내장되어 통합되어져 시스템의 유지보수가 쉽다는 장점이 있다.

### 키워드

Plume, Turbidity, Digital Optical Method, Web App, Web, Web Mobile Integration

## 1. 서론

대기오염물질을 배출하는 대규모의 사업장은 굴뚝 자동측정기기를 부착해야 하며 대기오염물질 배출 정보를 환경부에서 운영하고 있는 굴뚝 원격감시체계 관제센터에 전송한다. 그러나 중소기업의 경우 대기오염물질의 무단 배출 또는 자가 측정을 거짓으로 기록할 수 있기 때문에 이에 대한 대책이 마련되어야 한다. 특히 대기오염물질 배출의 경우 다른 오염물질과는 다르게 일단 배출하고 나면 대기 중으로 빠르게 확산돼 단속이 어려우며 현장 적발하였다하더라도 시료 채취가 어려워 적극적인 대기 오염행위 적발, 단속을 위한 지도·점검 관련법 개선이 필요하다.

굴뚝에서 발생하는 굴뚝연기(plume)의 혼탁도를 측정하는 방법은 자동시정측정기를 굴뚝 안에 장착하여 측정하는 방법이나 측정 전문가가 현장에서 눈으로 직접 측정하는 Method 9 방법이 있다. 그러나 전자의 경우는 구축에 많은 비용이 들며 정확한 측정값을 얻기 위하여 지속적인 유지관리가 필요한 단점이 있으며 후자의 경우에는 지속적인 교육 등 많은 비용과 측정값의 부정확하다는 단점이 있다.

이러한 문제점을 해결하는 방법으로 디지털 카메라와 같은 광학센싱 방법을 이용한 굴뚝연기 혼탁도 측정하는 DOM(Digital Optical Method) 방법이 있다[1]. 이러한 방법을 사용하여 굴뚝연기 혼탁도 측정 결과를 저장하고 이를 인터넷으로 서비스해주는 방안에 대하여 연구되었다. 특히 HTML5를 기반으로 굴뚝연기 혼탁도 관리를 위한 웹앱(Web App)을 설계하고 구현하여 사용자가 다양한 모바일 기기에서 측정된 값을 검색할 수 있는 서비스가 개발되었다.

본 논문에서는 이러한 시스템을 기반으로 PC 환경의 웹에 모바일 웹을 내장하여 굴뚝 연기를 관리하는 시스템을 설계하고 구현한다. 기존의 웹과 모바일을 통합하는 방법에서는 각 기기에 적합한 두 개의 플랫폼을 구성하여 서비스하였다. 본 논문에서는 이러한 플랫폼을 하나의 플랫폼으로 통합하여 서비스하는 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 굴뚝연기의 혼탁도를 광학적으로 측정하는 DOM 방법과 사용자의 다양한 디바이스 환경에 따라서 해상도나 화면이 최적화된 환경으로 자동 변환하는 기술인 반응형 웹에 대하여 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 구현한 웹과 모바일을 통합한 굴뚝연기 오염도관리 시스템에 대하여 설명하고 이에 대한 서비스 예를 제시한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

\* 본 논문은 2015학년도 고신대학교 교내 학술연구과제의 연구결과입니다.

## II. DOM과 반응형 웹

굴뚝에서 발생하는 굴뚝연기(plume)의 혼탁도를 측정하는 가장 일반적인 방법은 자동시정측정기(transmissometer)를 굴뚝 안에 장착하여 관찰하는 방법이다 그러나 이러한 방법은 구축에 많은 비용이 들며 정확한 측정값을 얻기 위하여 지속적인 유지관리가 필요한 것이 단점이다. 미국의 경우 미국환경보호청(EPA)에서 Method 9이라는 정책을 통하여 혼탁한 굴뚝연기를 관리하고 있다. 그러나 이 방법도 교육을 이수한 측정 전문가에 의존하므로 지속적인 교육 등 많은 비용과 측정값의 부정확함이 단점이다. 또한 한국에서는 미국처럼 굴뚝연기의 측정을 위한 전문기관과 측정 전문가가 따로 있지 않는 문제가 있다.

DOM(Digital Optical Method)은 쉽게 구할 수 있는 저렴한 비용의 디지털 카메라를 이용해 낮과 같이 빛이 있는 광범위한 환경에서 굴뚝연기의 혼탁도를 정량화하기 위해 개발된 방법이다 [1][2]. 안정된 균일한 빛(푸른 하늘의 일부 또는 흰벽)을 가진 장면을 가진 디지털카메라로 촬영된 사진에서 측정하고자하는 구역과 그 대조 구역을 설정하고 특정 수식을 이용하여 두 구역의 방사휘도(radiance)를 계산하여 혼탁도를 계산한다.

[1]에서는 광학센싱을 이용한 굴뚝연기 혼탁도 측정 프로그램을 구축하였다. 디지털 카메라를 이용하여 굴뚝연기의 사진을 획득하고 이를 분석하는 DOM(Digital Optical Method)을 사용하여 굴뚝연기의 혼탁도를 측정하는 모듈을 설계하고 컴퓨터에서 동작하는 자바프로그램으로 구현하였다.

본 논문에서는 대기오염방지를 위해 배출되는 대기오염물질을 측정하고 이를 관리하여 대기오염을 신속히 파악하고 사전에 방지하기 위한 서비스를 제공한다. 대기오염물질 측정은 굴뚝에서 발생하는 연기의 혼탁도 측정함으로써 수행되는데 자동시정측정기, Method9 등의 문제점을 보완한 DOM 방법 사용한다.

한편, PC 뿐만 아니라 스마트폰 등 다양한 모바일 기기의 사용으로 N-스크린 서비스의 요구가 증대되고 있다. N-스크린 서비스는 동일한 콘텐츠를 스마트폰·PC·스마트TV·태블릿PC 등 다양한 디지털 정보기기에서 공유할 수 있는 컴퓨팅 서비스를 말한다[3]. 콘텐츠를 개발하는 업체나 개발자의 입장에서 N-스크린 단말기와 플랫폼의 다양성으로 인하여 동일 콘텐츠를 여러 번 개발하여야 하므로 개발시간이 늘어나고 개발비용이 증가하는 문제가 발생하게 된다. 예를 들어 네이버 포탈의 경우 모바일기기 사용자가 접속하는 콘텐츠는 m.naver.com으로 연결되고, pc 사용자는 naver.com으로 연결되도록 되어 있다. 즉, 웹 사이트와 모바일 사이트 각각의 플랫폼을

구축한 것이다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방법 중에 하나인 반응형 웹(Responsive Web)은 웹, 패드, 모바일 등 사용자의 다양한 디바이스 환경에 따라서 해상도나 화면이 최적화된 환경으로 자동 변환하는 기술을 말한다. 즉, 컴퓨터 화면과 패드 화면, 휴대폰 화면 등 크기가 모두 다른 디바이스 환경을 만날 때 마다 웹이 자동으로 반응하며 최적화 되는 것이 반응형 웹 기술이다.

HTML 5 기술이 차세대 웹 서비스의 중심이 되면서 반응형 웹기술은 점차 활성화 될 것으로 기대된다. HTML5는 데이터와 디자인을 분리하여 구현한다. 디자인의 경우 CSS(Cascading Style Sheets) 기술을 이용하는데 이는 마크업 언어가 실제 표시되는 방법을 기술하는 언어로서 HTML 구조는 그대로 두고 각 디바이스에 따라 CSS 파일을 변경하여 다양한 기기에서 동작하는 웹사이트를 구축할 수 있다.

본 논문에서는 대기오염방지를 위해 배출되는 대기오염물질을 측정하고 이를 관리하여 대기오염을 신속히 파악하고 사전에 방지하기 위한 서비스를 제공한다. 대기오염물질 관리를 위해 운영체제에 독립적인 모바일 프레임워크인 웹앱 서비스를 개발하고 이를 웹에 내장(embedded)하여 PC와 모바일 기기에서 측정된 물질을 조회하고 이를 알려주는 반응형 웹 서비스를 제공한다.

## III. 굴뚝연기 오염도관리 웹+모바일 시스템

본 논문에서는 구현한 굴뚝연기 오염도관리 웹+모바일 시스템의 구현환경은 다음과 같다. 서버의 경우 데이터베이스는 MySQL를 운영하며 통신을 통해 데이터를 제공하기 위한 질의처리 모듈을 JSP를 사용하여 구현하였다. 클라이언트는 HTML5를 기반으로 JavaScript, JQuery Mobile을 사용하여 프로그래밍 하였다. 구현 후에 실제 운영되는 것을 확인하기 위하여 데스크톱과 다양한 모바일 기기들을 이용하여 동작을 확인하였다.

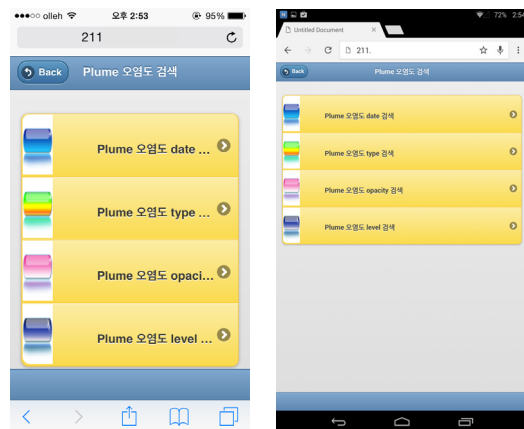


그림 1. 다양한 모바일 기기로 접속한 웹앱 화면

그림 1은 구현 시스템의 예이다. 구현된 굴뚝연기 오염도관리 모바일 웹앱의 시작 화면으로 굴뚝연기의 오염도를 date, type 등으로 검색할 수 있는데 왼쪽의 화면이 아이폰 5에서 접속한 화면이며 오른쪽 화면이 넥서스 7 안드로이드패드에서 접속한 화면이다. 그림과 같이 모바일 운영체제에 독립적으로 운영되기 때문에 다양한 모바일 기기에서 접속할 수 있는 장점이 있다.

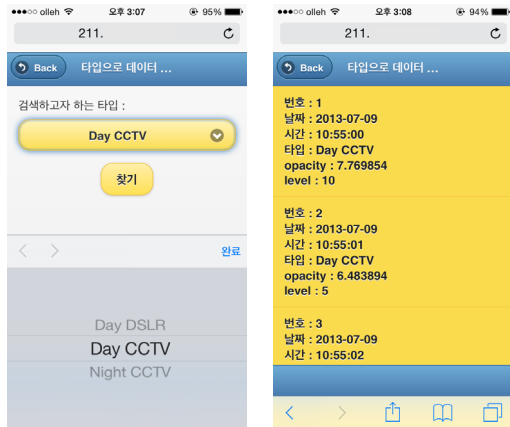


그림 2. 오염도 측정장비의 타입으로 검색한 화면

그림 2는 서버로 질의를 요청한 후의 결과를 출력하는 화면이다. 먼저 서버로 질의를 요청하면 서버 측의 jsp로 구현된 질의모듈이 질의를 수행하고 그 결과를 XML 형태로 클라이언트에 보내준다. 클라이언트는 이를 JQuery Mobile에서 제공하고 있는 Ajax로 받아 XML 파싱 후 질의 결과를 그림과 같이 출력해 준다.

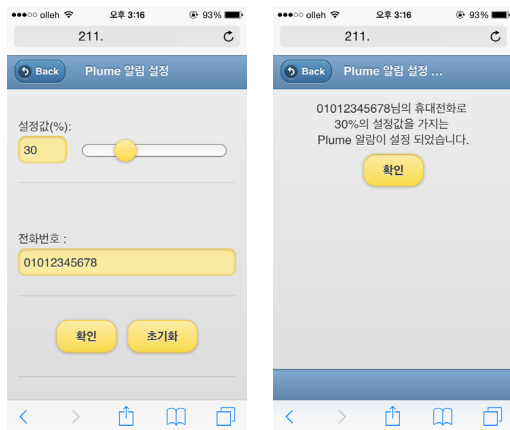


그림 3. 알람설정 화면과 설정 후 화면

그림 3은 오염도를 설정하고 설정된 오염도를 초과하는 데이터가 측정되는 경우 지정된 번호로 문자메시지를 발송하는 서비스를 제공하는 화면이다. 오염도가 설정되면 데이터베이스에 트리거를 생성하고 측정된 데이터가 입력될 때 트리거가 수행되어 이벤트가 발생하는 경우에 지정된 번호로 문자 메시지를 발송한다.



그림 4. PC 웹에 모바일 웹앱을 통합

그림 4는 PC에서 동작하는 웹의 예를 나타내는 화면이다. 그림과 같이 PC 웹 화면에 모바일 웹앱을 내장하여 통합하였다. 내장하는 방법은 iframe 태그를 사용하였으며 스마트폰 모양의 이미지 안에 프레임을 위치시켜 마치 웹 화면에서 스마트폰을 동작하는 UI로 구성하였다.

#### IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 대기오염방지를 위해 배출되는 대기오염물질을 측정하고 이를 관리하여 대기오염을 신속히 파악하고 사전에 방지하기 위한 서비스를 제공하였다. 대기오염물질 관리를 위해 운영체제에 독립적인 모바일 프레임워크인 웹앱 서비스를 개발하고 이를 PC 웹에 내장(embedded)하여 PC와 모바일 기기에서 검색하고 이를 알려주는 반응형 웹 서비스를 제공하였다.

향후 연구로서, 다양한 국내환경에서의 실험 평가와 오차를 줄이기 위한 방안 및 인공지능 방법을 사용한 측정방법과 다양한 웹+모바일 서비스에 대하여 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 반재훈, 손현근, “굴뚝연기의 오염도 관리를 위한 웹앱의 설계 및 구현”, 한국정보통신 종합학술대회 논문집, Vol 18, No 2, 441-444, 2014
- [2] Ke Du, MJ. Rood, BJ. Kim, MR. Kemme, B. Franek, K. Mattison, “Evaluation of Digital Optical Method To Determine Plume Opacity during Nighttime”, Environ. Sci. Technol., 783 - 789, 2009
- [3] 김은영, “N스크린 환경에서 반응형 웹 활성화 를 위한 요인 분석”, 건국대학교 석사 학위논문, 2013