

# 굴뚝연기의 혼탁도 측정을 위한 안드로이드 앱의 설계 및 구현

반재훈\*, 손현근\*\*

\*고신대학교 인터넷비즈니스학과, \*\*고신대학교 보건환경학부

## Design and Implementation of an Android App for Turbidity Measurement of Plume

ChaeHoon Ban\* · HyunGeun Son\*\*

\*Dept. of Internet Business, Kosin University

\*\*Dept. of Public Health and Environment, Kosin University

E-mail : chban@kosin.ac.kr · hkson@kosin.ac.kr

### 요 약

대기오염물질 배출은 다른 오염물질과는 다르게 일단 배출하고 나면 대기 중으로 빠르게 확산되어 단속이 어렵다. 또한 현장 적발하였다하더라도 시료채취가 어려워 적극적인 대기 오염행위 적발, 단속을 위한 지도·점검 및 관련법 개선이 필요하다. 본 논문에서는 대기오염방지를 위해 배출되는 대기오염물질을 측정하고 오염도를 신속히 파악하여 대기오염을 사전에 방지하는 측정방법에 대하여 연구한다. 이를 위하여 휴대가 간편한 스마트폰으로 사진을 찍고 DOM 방법으로 혼탁도를 계산하는 안드로이드 네이티브 앱을 설계하고 구현한다.

### 키워드

Plume, Turbidity, Digital Optical Method, Android App, EPA Method 9

## 1. 서론

대규모의 사업장에서 발생하는 매연은 대기오염의 원인이 될 뿐만 아니라 인체에도 나쁜 영향을 미친다. 대기오염의 관리를 위하여 대기오염물질을 배출하는 대규모의 사업장은 굴뚝 자동측정기기를 부착해야 하며 대기오염물질 배출 정보를 환경부에서 운영하고 있는 굴뚝 원격감시체계 관제센터에 전송한다. 그러나 중소규모의 사업장의 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 어려워 현장 적발하였다하더라도 시료채취가 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[1]. 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[2]. DOM은 쉽게 구할 수 있는 저렴한 비용의 디지털 카메라를 이용해 측정하고자 하는 구역과 그 대조 구역을 설정하고 특정 수식을 이용하여 두 구역의 방사휘도(radiance)를 계산하여 혼탁도를 계산하는 방법이다.

최근 모바일 환경이 발전함에 따라 다양한 서비스를 제공하는 모바일 어플리케이션이 개발되고 있다. 특히 스마트 디바이스에서 동작하는 어플리케이션은 앱(App)이라고 하며 그 특징에 따라 네이티브 앱, 웹 앱, 하이브리드 앱 등으로 구분되어진다.

네이티브 앱은 안드로이드폰, 아이폰 등의 스마트 디바이스에 직접 설치되고 운용되는 전용 어플리케이션으로서 플랫폼에 맞는 프로그래밍 언어와 SDK로 개발하므로 기기의 하드웨어, 메모리 등과 밀접하게 상호작용하여 고성능 어플리케이션 개발이 가능하다. 본 논문에서는 굴뚝연기의 혼탁도 측정을 위해 휴대가 간편한 스마트폰으로 굴뚝 연기의 사진을 찍고 DOM 방법으로 혼탁도

를 계산하는 안드로이드 네이티브 앱을 설계하고 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 굴뚝연기의 혼탁도를 광학적으로 측정하는 DOM 방법과 모바일 애플리케이션인 앱(App)을 개발 방법과 작동환경에 따라 분류하고 본 논문에서의 개발 앱에 대하여 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 구현한 굴뚝연기의 혼탁도 측정을 위한 안드로이드 앱에 대하여 설명하고 이에 대한 서비스 예를 제시한다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구를 기술한다.

## II. DOM과 App

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 [1]. 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 [2]. 안정된 균일한 빛(푸른 하늘의 일부 또는 흰 벽)을 가진 장면을 가진 디지털카메라로 촬영된 사진에서 측정하고자 하는 구역과 그 대조 구역을 설정하고 특정 수식을 이용하여 두 구역의 방사휘도(radiance)를 계산하여 혼탁도를 계산한다.

[3]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 측정하기 위하여 스마트폰으로 굴뚝연기의 사진을 찍어 혼탁도를 측정하는 방법을 설계하고 구현한다. 혼탁도의 측정은 자동시정측정기, Method9 등의 문제점을 보완한 DOM 방법 사용한다.

모바일 애플리케이션은 애플사의 앱 스토어의 영향으로 자연스럽게 앱(App)이라는 친근한 용어로 사용되고 있으며 스마트 디바이스에서 동작하는 앱은 그 특징에 따라 네이티브 앱, 웹 앱, 하이

브리드 앱 등으로 구분되어진다[4]. 네이티브 앱은 안드로이드폰, 아이폰 등의 스마트 디바이스에 직접 설치되고 운용되는 전용 어플리케이션으로서 플랫폼에 맞는 프로그래밍 언어와 SDK로 개발하므로 기기의 하드웨어, 메모리 등과 밀접하게 상호작용하여 고성능 어플리케이션 개발이 가능하다. 그러나 하나의 운영체제에서 개발된 네이티브 앱의 경우에는 다른 운영체제에서는 새로 개발해야 하는 문제가 발생한다.

웹 앱은 웹(Web)과 어플리케이션(App)의 합성어로 웹 기술을 사용해서 풀 스크린 모드, 애니메이션 효과, 터치 상호작용, 비동기 통신 등을 구현하여 스마트 디바이스 환경에서 네이티브 앱과 유사한 실행환경을 제공한다. 즉, 모바일 웹 브라우저에서 네이티브 앱처럼 동작하지만 실제로 구동되는 디바이스의 리소스를 제어하는데 한계가 있다.

마지막으로 하이브리드 앱은 네이티브 앱과 웹 앱의 특징을 조합한 방식의 앱으로서 일반적인 웹 기술로 기기의 고유 정보와 상호작용을 할 수 있게 한 앱이다. 그러나 기기의 고유 기능을 웹 기술로 호출할 수 있는 추상화된 API와 웹 앱을 네이티브 앱으로 감싸주는 장치인 폰갭(Phone Gap) 또는 앱스프레소(Appspresso) 등이 필요하다.

본 논문에서는 대기오염방지를 위해 배출되는 대기오염물질을 측정하고 이를 관리하여 대기오염을 신속히 파악하고 사전에 방지하기 위한 측정방법을 제공한다. 굴뚝연기의 혼탁도 측정을 위해 휴대가 간편한 스마트폰으로 사진을 찍고 DOM 방법으로 혼탁도를 계산하는 안드로이드 네이티브 앱을 설계하고 구현한다.

## III. 굴뚝연기 혼탁도 측정 안드로이드 앱



그림 1. 굴뚝연기의 혼탁도 관리를 위한 전체 시스템의 구성

굴뚝에서 배출되는 연기의 혼탁도 관리를 위한 전체 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 전체 시스템은 ①혼탁도 측정 PC 모듈, ②혼탁도 측정

App 모듈, ③서버, ④혼탁도 관리 App 모듈과 ⑤혼탁도 관리 Web+App 모듈로 구성된다.

①혼탁도 측정 PC 모듈은 DSLR 또는 CCTV와 같은 카메라를 이용하여 연속적으로 굴뚝 사진을 찍고 이를 측정하여 그 결과를 서버로 보내는 모듈이다. ②혼탁도 측정 App 모듈은 간이 측정을 위해 스마트폰의 카메라를 이용하여 굴뚝 사진을 찍고 그 결과를 서버로 보내는 모듈이다. ③서버는 이렇게 수집된 데이터를 저장한다. ④혼탁도 관리 App 모듈은 다양한 모바일 기기에서 서버에 저장된 데이터의 조회와 관리를 제공하는 모듈이다. 마지막으로 ⑤혼탁도 관리 Web+App 모듈은 PC용 웹에서 서버에 저장된 데이터의 조회와 관리를 지원하는 모듈로서 웹과 앱을 통합하였다.

본 논문에서는 ②혼탁도 측정 App 모듈을 설계하고 구현하였다. 안드로이드 젤리빈을 기반으로 구현되었으며 서버측과의 통신을 위하여 XML을 사용한다.

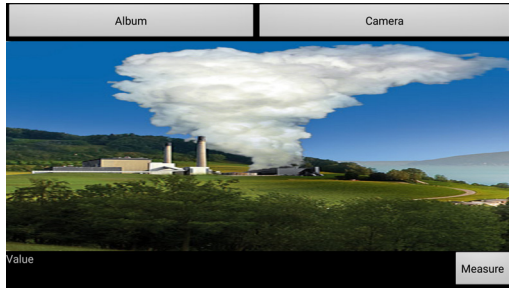


그림 2. 혼탁도 측정 App 모듈의 시작화면

그림 2는 혼탁도 측정 App 모듈의 시작화면이다. 그림과 같이 스마트폰으로 촬영된 사진을 불러와 혼탁도를 측정할 수 있는 메뉴(Album)와 직접 사진을 찍어 혼탁도를 측정할 수 있는 메뉴(Camera)로 구성된다.

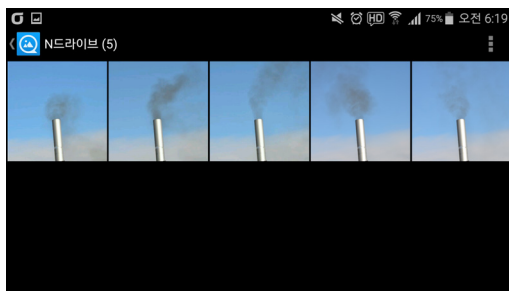


그림 3. 앨범에서의 굴뚝 연기 사진의 선택

그림 3은 그림 2에서 Album 메뉴를 선택하였을 때 나타나는 화면이다. 이미 촬영된 사진들이 보이며 측정자는 이 사진 중에서 하나의 사진을 선택하여 혼탁도를 측정한다.

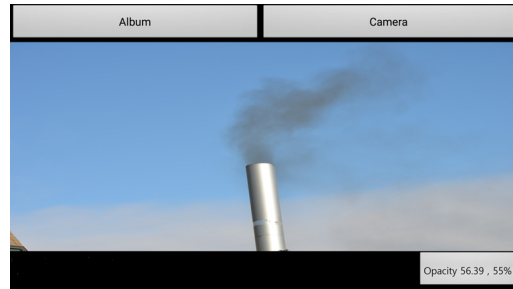


그림 4. 굴뚝 연기의 혼탁도 측정 결과

그림 4는 촬영된 굴뚝 연기의 사진으로부터 혼탁도를 측정하여 그 결과를 나타내는 화면이다. 측정자는 굴뚝 연기의 사진을 두 번 터치하여 혼탁도의 결과를 측정한다. 첫 번째 터치는 굴뚝 연기 부분을, 두 번째 터치는 굴뚝 연기가 아닌 부분, 예를 들어 하늘 부분을 터치하여 DOM 방법을 이용하여 혼탁도를 계산하고 그 결과를 측정자에게 보여준다.

#### IV. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 굴뚝연기의 혼탁도 측정을 위해 휴대가 간편한 스마트폰으로 굴뚝 연기의 사진을 찍고 혼탁도를 측정하는 방법인 DOM 방법으로 언제 어디서든 편리하게 굴뚝 연기의 혼탁도를 계산하는 안드로이드 네이티브 앱을 설계하고 구현하였다.

향후 연구로서, 다양한 국내환경에서의 실험 평가와 오차율을 줄이기 위한 방안 및 인공지능 방법을 사용한 측정방법과 전체 시스템의 안정화와 추가 서비스에 대하여 연구할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), "NSPS Test Method 9-Visual Determination of the Opacity of Emissions for Stationary Sources", EMTIC TM-009, 1990
- [2] Ke Du, Mark J. Rood, Byung J. Kim, Michael R. Kemme, Bill Franek and Kevin Mattison, "Digital Photographic Technique to Quantify Plume Opacity During Daytime and Nighttime", Atmospheric and Biological Environmental Monitoring, 39-50, 2009
- [3] 반재훈, 손현근, "디지털카메라를 이용한 굴뚝 연기의 혼탁도 측정모듈의 설계 및 구현", 한국정보통신학회 논문지, Vol 17, No 2, 399~406, 2013
- [4] 김태훈, 김종훈, "HTML5 기반 크로스 플랫폼을 위한 지레 학습 웹앱 개발", 정보교육학회 논문지 16권 2호, pp. 189-199, 2012.2