

논문 2009-6-15

웹기반 실시간 악취 모니터링 및 장치 관리 시스템

A Web-based Real-time Odor Monitoring and Device Management System

신미령*, 김상철**

Meiling Shen, Sang-Chul Kim

요 약 공단지역이나 오폐수 발생 지역에서 발생하는 악취로 인해서 주민들이 불편을 겪고, 해당 지방자치 단체에 민원을 제기하는 일이 빈번히 발생하고 있다. 최근 악취 발생 가능성이 있는 지역을 관내 많이 보유한 지방자치 단체들은 악취 발생 여부를 모니터링하고 필요시 원격으로 현장의 공기를 포집하는 명령을 내릴 수 있는 서비스를 요구하고 있다. 본 논문에서는 악취 센서 및 기상 센서 값을 실시간으로 모니터링 및 제반 장치 관리 업무를 웹 브라우저 상에서 수행할 수 있는 시스템을 제안한다. 본 시스템은 기존 시스템과는 달리 사용자의 위치에 구애받지 않고 여러 대의 장치를 동작시키고 관리할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, 본 시스템의 블랙보드기반 다중 프로세스 구조는 시스템 사용 중에 필요성을 느낀 새로운 소프트웨어 모듈을 쉽게 통합할 수 있도록 한다. 우리의 시스템을 실험한 결과, 사용 편리성면에서 사용자 만족도가 높았다. 우리의 시스템은 현재 한 지방자치단체의 악취 발생 예정 지역에서 운영되고 있다.

Abstract The people around industrial complexes and polluted areas suffer from the many occurrences of odors, and frequently issue a request for solving the odors to their local government in charge of those areas. Recently local governments whose regions have a number of such areas have a great interest in monitoring odor occurrences and gathering air on demand. This paper proposes a system in which a user can perform real-time monitoring the values of odor and atmospheric sensors, and the management of odor sensing devices using the Internet browser. Compared to previous systems, the system has an advantage of providing the functions for controlling and managing a number of devices irregardless of the location of the user. Also, the system is built around a blackboard-based multi-process architecture, enabling the easy incorporation of a new software model to be found useful. To our experiment, users showed great satisfactions in terms of the easiness of use. Our system has been installed and operated in an area of a local government in which odors are likely to occur.

Key Words : odor, real-time monitoring, device management, web-base

I. 서 론

산업 성장이 진행되어 공단지역이 넓어지면서 악취발생 가능물질을 취급하는 공장지역이나 오폐수지역을 중심으로 악취가 빈번히 발생하고 있다. 악취는 황화수소,

메르캅탄류, 아민류 및 기타 자극성 있는 기체상 물질이 사람의 냄새감각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새로 정의되는데, 대기 환경오염의 한 형태로 볼 수 있다. 이러한 악취오염은 성격상 오염물질의 축적은 없다고 하지만 대부분 주민민원을 야기하게 된다.

대기 중 주요오염원으로 발생하는 악취성분은 인체에 미치는 독성 및 혐오감으로 인해 우리나라 및 선진국에 서도 규제 대상물질로 점차 확대해 나가고 있다. 이에 정

*준회원, 한국외국어대학교 컴퓨터공학과

**정회원, 한국외국어대학교 컴퓨터공학과

접수일자 2009.11.2, 수정일자 2009.12.9

부는 2005년 2월부터 악취방지법을 제정하여 관리대상이 되는 악취 12개를 지정하고 사업장별로 악취 발생량을 규제하고 있다.

우리가 조사한 바에 의하면 지금까지 악취 모니터링 시스템 관련 국내 연구는 [1], [2], [3]을 제외하고는 거의 발표되지 않았다. [1, 2]에서는 경기도내 산업단지 지역을 대상으로 가스 분석기(Gas Chromatography)를 현장에서 설치하여, 대기 중의 개별적인 악취물질에 대한 성분 파악, 농도측정 및 모니터링한 결과를 제시하고 있다. 이들 연구는 고가의 외산 장비를 악취 모니터링 현장에 설치하는 것으로서, 다수의 장비를 설치한 경우 비용이 높으며 개별 장비로부터 획득된 악취 자료를 통합 관리하는 데이터베이스에 대한 지원이 없다는 점이 단점이다.

[3]에서는, 악취센서와 공기 포집기를 현장에 설치하고 무선 모뎀을 연동하여 원격으로 현장의 악취농도를 실시간 모니터링하며, 미리 설정된 임계치 이상으로 악취가 발생되면 자동으로 공기를 포집하는 시스템을 제안하고 있다. 우리의 조사와 경험에 의하면, 악취센서의 현재 기술 수준은 현장에서 신뢰성을 갖고 사용할 정도로 높지 못하고, 악취 감지 및 분별 기능에 대한 추가 연구가 필요한 실정이다. 따라서 공기 포집의 기준이 되는 센서 임계치를 설정하는 것이 쉽지 않기 때문에, 불필요한 공기 포집이 이루어지거나 정확한 악취 발생 시점을 놓치는 경우가 발생할 가능성이 높다. 또한 다수의 악취 모니터링 시스템들이 현장에 설치되어 있는 경우, 장비 소재 파악, 장비내의 환경 설정, 공기 포집 내역 관리등과 같은 장비 관리에 대한 서비스가 제공되고 있지 않다.

관련 국외 연구의 대부분은 악취센서 노드들을 무선 망으로 연결한 무선 센서 네트워크 (wireless sensor network)에 관한 연구들이다^{4, 5, 6}. 각 악취센서 노드는 악취 전자코 (electronic nose), 무선통신 모듈, 마이크로 프로세서를 구비하고 있다. 이와 같은 무선 센서 네트워크 기반의 악취 모니터링 시스템은 대규모 가축농장과 같이 자연장애물이 많아서 많은 수의 악취센서 노드들은 살포해야 하는 환경에 적합하다. 또한 악취 전자코의 기술이 아직 초보단계인 점을 감안하면, 이들 연구가 만족할 만한 수준으로 현장에서 활용되는데 어려움이 있다⁷.

본 논문에서는 우리가 개발한 웹기반의 실시간 악취 모니터링 및 장치 관리 시스템을 제안한다. 본 시스템의 주된 기능은 현장에 설치된 다수의 무인 악취 관리 장치를 무선망을 통해서 실시간으로 악취 및 기상 센서값을

모니터링할 수 있고, 악취 발생 시 사용자가 공기 포집 명령을 내릴 수 있다. 기존 연구에서 발표된 시스템과의 차이점으로, 많은 수의 현장 장치를 관리할 수 있는 기능을 제공하는 것, 모든 작업을 웹 브라우저상에서 가능하다는 것과 센서 값을 실시간으로 데이터베이스로 저장하는 것을 들 수 있다. 큰 산업단지와 같이 현장에 장치가 수십 대를 넘게 되는 경우에 휴대폰으로 장치를 관리하는 기존 시스템들의 불편함을 우리의 시스템은 해결하였다. 또한 센서값의 모니터링, 공기 포집 및 제반 장치 관리 업무를 웹브라우저 상에서 수행하도록 함으로써 악취 관리자가 장소에 구애받지 않는 장점이 있다. 본 시스템의 또 다른 특징은 블랙보드(blackboard)라는 공용 버퍼를 기반으로 다중 프로세스 구조로 되어 있다는 것이다. 이 구조는 시스템 사용 중에 센서값 분석기와 같은 새로운 소프트웨어 모듈을 쉽게 추가할 수 있도록 하는 편리함을 제공한다.

우리는 제안된 시스템의 핵심 동작 원리를 기반으로 실제 시스템을 구현하였고, 그 시스템은 현재 한 지방자치단체의 악취 발생 가능 지역에 실제로 설치되어 운영되고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템의 구성을, 3장에서는 서버 시스템의 동작 원리를, 4장에서는 구현 및 실험을, 5장에서는 결론순으로 기술한다.

II. 시스템 구조

그림 1은 본 논문에서 제안하는 시스템의 전반적인 구조를 보여준다. 그림에서와 같이 전체 시스템은 현장에 설치되는 센서 및 공기 포집 장치와 악취 관리 센터에 설치되는 서버 시스템으로 구성된다. 센서는 악취 농도를 감지하는 악취 센서와 온도, 풍향 및 풍속을 측정하는 기상센서로 구성된다. 기상 센서는 악취의 확산 예정지, 사용자가 느끼는 체감 농도 등을 분석하는데 중요한 역할을 담당한다. 현장 장치의 세부사항은 본 논문의 연구 범위에 포함되지 않는다.

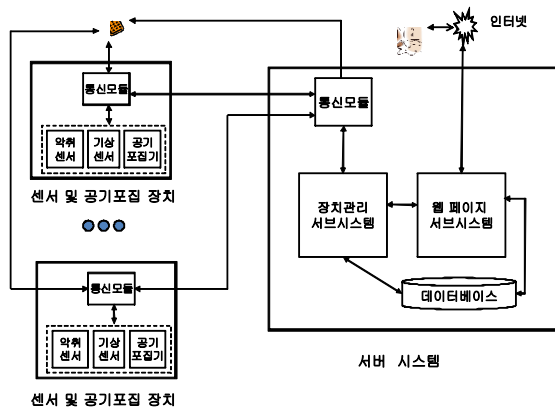


그림 1. 전체 시스템 구조
Fig. 1. The Overall System Architecture

서버 시스템은 다시 장치관리 서브시스템, 웹페이지 서브시스템, 데이터베이스 및 통신모듈로 구성된다. 사용자는 웹 브라우저를 통해서 웹페이지 서브시스템에 접속한 후, 현장 장치에 대해서 센서 작동 및 공기 포집기 작동을 요구할 수 있고, 실시간으로 전달되는 센서값을 모니터링하면서 데이터베이스에 저장할 수 있다. 장치관리 서브시스템은 웹페이지 서브시스템을 통해서 전달되는 사용자의 요구에 따라서 현장 장치를 제어하고 장치로부터 전달되어 오는 센서나 상태 데이터를 웹페이지 서브시스템에 넘겨주는 역할을 수행한다. 악취 발생이 감지되면 사용자는 휴대 단말기와 서버 시스템의 사용자 인터페이스를 통해서 현장에 설치된 공기포집기 동작시켜 비닐 백에 공기를 수집할 수 있다. 공기 포집 사실은 데이터베이스에 기록되어 추후 악취 분석할 때 기초 데이터로 활용된다. 휴대 단말기를 사용하는 것은 사용자가 필요하다고 판단될 때 즉시 공기 포집을 하기 위해서이다.

현장에 설치되는 장치는 주변에 건물이 없는 임야지역에서 설치할 수 있기 때문에, 서버 시스템과의 거리는 지그비와 같은 무선 랜이 동작할 수 있는 최대거리를 벗어날 수 있다. 최근 보급되고 있는 무선 인터넷인 와이브로는 서비스 가능 지역이 국한되어 있기 때문에, 악취 담당자가 무선랜이나 무선인터넷이 동작하지 않는 위치에 있을 수 있다. 이런 이유에서 우리는 현장 장치와 사용자 및 서버 시스템간의 통신을 위해서 기본적으로 CDMA나 HSDPA를 사용한다.

본 시스템에서 웹페이지 서브시스템과 장치관리 서브시스템은 별개의 프로그램으로 설계되고, 이들 간은 소켓통신으로 자료를 주고받는다. 따라서 이들 서브프로그램들과 데이터베이스는 필요시 서로 다른 컴퓨터 서버에서 운영될 수 있다. 이것은 시스템 부하를 여러 컴퓨터로 분산시킬 수 있기 때문에 사양이 낮은 컴퓨터들로서도 본 시스템을 운영할 수 있는 장점이 있다.

III. 서버 시스템

1. 웹페이지 서브시스템

본 장에서는 사용자 웹페이지 서브시스템의 주요 기능들을 기술한다.

가. 사용자 관리

데이터베이스에 신규 사용자를 등록하거나 기존 사용자의 정보를 수정할 수 있다. 사용자 타입은 최고관리자, 장치관리자 및 일반사용자로 구분한다. 이것은 사용자 타입별로 시스템 기능에 대한 접근 제어(access control)를 하기 위함이다. 시스템 기능과 사용자 타입간의 접근 여부는 매트릭스 형태로 표현할 수 있다. 본 시스템에는 이 매트릭스를 데이터베이스에 저장하고, 시스템 관리자는 필요시 수정할 수 있다. 표 1은 접근제어 매트릭스의 예제이다. 장치관리자는 자신이 관리하는 장치에 대한 접근 여부를 나타내고, 최고 관리자는 모든 장치에 대한 접근 여부를 나타내고 있다.

표 1. 접근제어 매트릭스의 예
Table 1. An Example Access Matrix

	사용자 관리	장치 관리	센서값 모니터링		포집 명령	검색		
			악취 센서	기상 센서		기상 센서	악취 센서	기타
최고관리자	O	O	O	O	O	O	O	O
장치관리자	X	O	O	O	O	O	O	O
일반사용자	X	X	X	O	X	O	X	X

나. 장치 관리

데이터베이스에 센서 및 공기포집 장치의 등록하거나 제반 관리 데이터를 변경할 수 있다. 또한 장치의 플래시 메모리에 기록된 환경 변수 값을 조회하고 필요시 변경을 요구할 수 있다. 각 장치에 대해서 한 명이상의 관리자를 정할 수 있는데, 이것은 현장에서 장치관리자가 상급자나 다른 팀원과 공동으로 장치를 관리하는 경우를 감안한 것이다. 장치의 환경 변수에는 배터리 구분, 모델명, 비밀번호, 관리자의 전화번호 등을 포함된다.

다. 실시간 센서값 모니터링 및 공기 포집

사용자는 자신에게 접근이 허용된 장치에 대해서 악취 센서 및 기상 센서의 값을 실시간으로 전송하도록 요구할 수 있다. 센서값은 일정한 주기로 서버 시스템으로 전달되어 데이터베이스에 저장되면서 동시에 사용자 인터페이스 화면에도 제시된다. 또한, 사용자는 공기 포집기를 동작시키는 명령을 내릴 수 있다.

사용자는 악취 센서들의 값에 대해서 임계치를 설정할 수 있고, 모든 악취 센서의 값이 자신의 임계치를 넘게 되면 그 사실과 센서값을 사용자의 휴대 단말기에 메시지 형태로 알리게 된다. 앞에서 언급한 대로 현재 악취 센서의 기술을 현장에서 신뢰성을 가지고 사용할 만큼 안정화되어 있지 않고, 센서값의 해석에도 많은 연구가 필요한 실정이다. 이런 점을 감안해서, 본 시스템에서는 센서값이 임계치를 넘는 경우를 자동으로 악취 발생 상황으로 판단하도록 하지 않고, 그런 사실만을 사용자에게 알려 사용자가 직접 악취 여부를 판단하도록 하고, 필요시 공기 포집의 명령을 내리도록 한다.

라. 데이터 검색

실시간 수집된 센서값과 공기 포집 이력 등을 데이터베이스에 저장하고, 다양한 검색 조건으로 필요한 자료만을 조회할 수 있다.

마. 기타

사용자가 웹 화면상에서 실행을 요구한 기능들 중 많은 것은 장치관리 서브시스템을 거쳐 현장 장치에 전달되고 처리된 후 결과를 웹 화면에 반환하여야 완료된다. 이런 기능들은 AJAX과 같은 비동기식 HTTP 전송을 이용한 함수로 구현하는 것이 적합하다. 그 이유는 이들은 성질상 긴 처리 시간이 소요되므로, 비동기식 전송을 이

용하면 처리가 완료되는 동안 웹 브라우저가 한참 동안 정지되는 현상을 막을 수 있기 때문이다.

2. 장치관리 서브시스템

가. 멀티 프로세스 구조

그림 2는 장치관리 서브시스템의 구조를 보여준다. 본 서브시스템은 여러 프로세스들로 구성되어 있고, 이들은 블랙보드라는 공통버퍼를 통해서 정보를 교환한다. 각 프로세서는 항상 블랙보드를 감시하고 있고, 자신에 부여된 태스크(task)를 발견하게 되면 그것을 처리한 후 그 결과를 블랙보드에 게시한다. 블랙보드에 어떤 태스크의 요청을 게시한 프로세스는 해당 태스크가 완료되는 지를 지켜본다. 본 시스템에서 프로세스는 각자의 업무를 자율적으로 수행한다는 점에서 에이전트(agent)로 볼 수 있다. 이 경우 블랙보드에 게시되는 태스크는 에이전트들이 해결해야 하는 골(goal)에 해당된다.

- 주업무 처리기: 이 프로세스는 웹페이지 서브시스템과의 인터페이스를 담당하고, 악취 관리를 위한 사용자의 요구를 태스크 형태로 변환한 후 블랙보드에 게시한다. 또한 이 프로세스는 센서값을 데이터베이스에 저장하고, 센서값이 임계치를 넘은 지를 검사한다. 만약 악취 발생이 의심된다고 판단되면 사용자에게 알람 메시지를 보내는 태스크를 생성하여 블랙보드에 게시하고, 웹페이지 서브시스템에 그 사실을 전달한다.
- 장치 제어기: 본 프로세스는 현장 장치에 센서동작 시작, 공기포집 시작등과 같은 제어 명령어를 전달하고 그 결과를 수신하는 역할을 담당한다. 각 장치에 접근하기 위해서 필요한 장치의 통신 주소, 비밀번호 등은 데이터베이스로부터 얻어온다.
- 데이터 수신기: 본 프로세스는 현장 장치로부터 오는 데이터를 수신하여 블랙보드에 게시하는 역할을 한다. 그러면 게시된 데이터의 처리를 맡고 있는 프로세스가 그 데이터를 블랙보드에서 읽어가게 된다. 현장 장치와 통신하면서 데이터를 주고받는 방식은 연결지향식(connection-oriented)과 비연결식(connection-less)로 구분된다. 통신 방식은 3절에서 자세히 다룬다. 장치 제어기는 두 가지를 모두 사용할 수 있는 반면에, 본 프로세스는 비연결식으로 수신되는 데이터만을 받는 역할을 한다.

- 경고 발생기: 악취 발생 시에 그 사실을 사용자가 가지고 있는 휴대 단말기에 알려주는 역할을 담당한다.
- GC (Garbage Collector): 장치나 프로세스에 오류가 생기면 블랙보드에 허용 가능한 시간을 초과하면서도 완료되지 못하고 남아 있는 태스크가 발생한다. 이 프로세스의 역할은 이런 태스크를 발견하여 삭제하고, 삭제 사실을 주업무 처리기에게 알려주는 것이다.
- 데이터 분석기: 데이터베이스에 저장된 센서값을 분석해서 의미있는 결과를 도출하는 역할을 담당한다. 데이터 분석기는 여러 개가 존재할 수 있는데, 예를 들면 센서값과 사람이 감지하는 악취 레벨간의 상관관계를 분석하기, 여러 종류의 악취 센서들의 값과 악취원 종류와의 상관관계 분석하기, 악취 센서값을 클러스터링하기 등이 있다. 현재 악취 센서의 기술 수준은 완성단계가 아니라, 센서의 감도를 높이는 연구와 함께 센서로부터 획득한 값으로부터 의미있는 사실을 발견하는 기술에 대한 연구가 진행 중이다. 새로운 연구 결과가 나오면 이를 구현한 데이터 분석기를 시스템에 통합하게 될 것이다. 블랙보드 기반의 다중 프로세스 구조의 특성상, 이런 통합 작업은 시스템의 다른 부분에 영향을 거의 주지 않고 쉽게 구현될 수 있다.

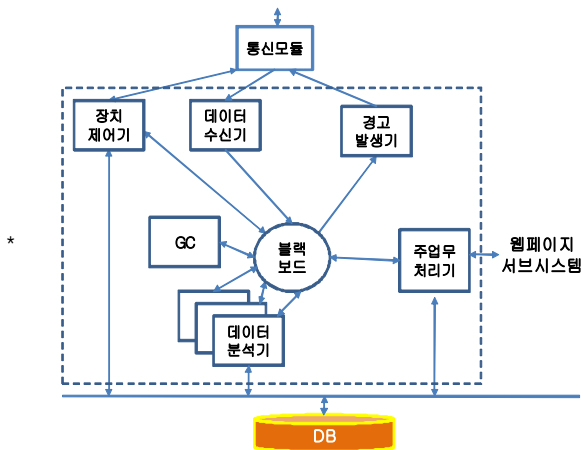


그림 2. 장치관리 시스템의 다중 프로세스 구조
Fig. 2. The Multi-process Architecture of the Device Management Subsystem

나. 태스크 처리 방법

각 프로세스가 블랙보드에 게시하는 태스크는 그림 3과 같은 포맷을 갖는다. ID 필드는 블랙보드에 의해서 자동으로 부여되는 일련번호이다. SRC 필드는 이 태스크를 게시한 프로세스 이름을 명시하고, 태스크 처리 결과는 RESULT 필드에 저장된다. STATUS 필드는 태스크의 처리 상태를 나타내고, 준비, 처리 진행, 완료, 에러 중에서 한 값을 가지게 된다. TIME_STAMP 필드는 태스크가 게시된 시점을 나타내는데, GC 프로세스가 이 필드를 주기적으로 점검하면서 처리 과정에서 문제가 생긴 태스크를 찾아내게 된다.

ID	TASK_TYPE	PARAM	SRC	RESULT	STATUS	TIME_STAMP
----	-----------	-------	-----	--------	--------	------------

그림 3. 태스크 포맷
Fig. 3. The Task Format

TASK_TYPE은 태스크의 타입으로서, 해당 태스크를 처리할 프로세스를 지정하는 용도로 사용된다. 각 프로세스는 자신이 처리할 수 있는 태스크 타입이 지정되어 있다. 본 시스템에서는 일반 블랙보드 구조와는 달리 한 태스크에 대해서는 한 개의 프로세스만이 담당하도록 되어 있다. 따라서 여러 프로세스가 한 태스크를 수행하고자 경쟁하는 과정에서 수반되는 오버헤드가 발생하지 않는다.

그림 4는 프로세스가 담당할 수 있는 태스크 타입들의 계층도이다. 어떤 프로세스가 특정 태스크 타입을 담당하고 있다면, 그 태스크 타입자체만이 아니라 서브태스크들도 처리할 수 있는 것으로 간주한다. 현재 본 시스템에서는 DEVICE_OP와 STATUS_MGT 타입은 장치 제어기, ALARM_GENERATION 타입은 경고 발생기, DATA_AVAILABLE과 ERROR 타입은 주업무 처리기가 처리를 담당한다. DATA_ANALYSIS 타입은 여러 가지 서브 태스크 타입들로 세분화되게 된다. 나중에 특정 데이터 분석을 하는 프로세스를 추가하고자하면, 적절한 서브태스크 타입을 등록하면 된다.

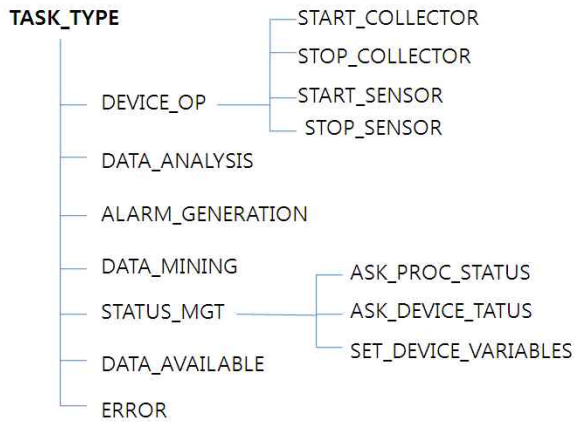


그림 4. 태스크 타입 계층도
Fig. 4. The Hierarchy of Task Types

PARAM 필드는 태스크 처리에 필요한 인자 리스트이다. 필드의 값을 XML 형식의 문자열로 표현하는데, 각 인자에 대해서 인자 명을 나타내는 태그명과 값을 같이 표현하게 된다. 일반적으로 프로세스별로 필요로 하는 인자의 종류와 자료형이 다르기 때문에, 태깅(tagging)된 문자열로 값을 표현함으로써 새로운 프로세스가 시스템에 쉽게 통합되도록 한다. 같은 이유에서 RESULT 필드의 값도 XML 형식의 문자열로 표현한다.

태스크 처리 과정에 대한 이해를 높이고자, 특정 장치의 센서값을 모니터링 하고자 하는 사용자 요구를 예로 든다. 먼저 주업무 처리기는 START_SENSOR 타입의 태스크를 블랙보드에 게시한다. 장치 제어기가 이 태스크를 보고 해당 장치와 비연결식으로 관련 장치 명령어를 보낸다. 그 후 장치로부터 센서데이터는 주기적으로 서버에 전송되어 온다. 데이터 수신가가 센서값의 도착을 알게 되면, 센서값을 포함한 DATA_AVAILABLE 타입의 태스크를 블랙보드에 게시한다. 주업무 처리기는 이 태스크를 읽어낸 후, 데이터베이스에 저장하고 웹페이지 서브시스템에 전달한다. 만약 센서값이 악취 발생 가능 조건을 만족하게 되면, ALARM_GENERATION 타입의 태스크를 블랙보드에 게시한다. 경고 발생기가 사용자의 휴대 단말기로 이 사실을 알리게 된다.

3. 통신 모듈

본 모듈은 장치관리 서브시스템과 현장에 설치된 장치나 사용자의 휴대 단말기간의 통신 기능을 제공한다. 그림 5는 통신 모듈을 구성하는 클래스들 간의 관계를 보여 준다.

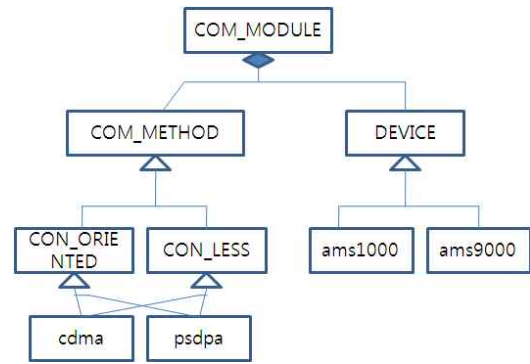


그림 5. 통신 모듈의 클래스 다이어그램
Fig. 5. The Class Diagram of the Communication Module

COM_METHOD 클래스는 현장 장치와의 연결을 위한 기능을 제공한다. 연결방식은 연결지향식 방식과 비연결식 방식이 있는데, 이들은 각각 CON_ORIENTED와 CON_LESS 클래스가 지원한다. 연결지향식 방식에서는 먼저 서버 시스템과 장치간의 물리적인 연결을 한 후, 데이터를 주고받은 후 연결을 끊게 된다. 반면에 비연결식에서는 연결이 존재하지 않고 데이터를 일방적으로 전송하게 된다. 연결식과 비연결식의 선택은 태스크의 성질에 따라서 프로세스가 적절히 선택하게 된다.

예를 들어, CDMA 모뎀을 이용하여 통신하는 경우를 고려해보자. 만약 서버 시스템과 장치가 서로 연결하는 경우에 만약 연결시간이 길어지면, 전화 요금 부담이 늘어나고, 또한 전화가 연결되어 있는 동안에는 해당 CDMA 모뎀을 이용해서 다른 태스크의 처리는 불가능하게 된다. 참고로, 공기 포집기가 공기를 포집하는데 걸리는 시간은 수분정도 걸린다. 공기 포집의 경우에는 비연결식 통신이 효과적이다. CDMA 모뎀을 사용에서 비연결식이란 문자 메시지로 데이터를 송수신함을 의미한다. 장치 제어기가 연결지향식으로 공기포집 시작을 공기포집기에 명령한 후 이내 연결을 종료한다. 나중에 공기포집기가 보내오는 완료 메시지는 비연결식으로 읽어내게 된다.

DEVICE 클래스는 현장 장치를 모델링하는 역할을 한다. 이 클래스의 각 서브클래스는 특정 장치를 나타내고, 해당 장치의 제어 명령어 생성하는 메소드와 상태 메시지를 해석하는 메소드를 지원한다.

IV. 구현 및 실험

1. 구현

앞 장의 주요 내용을 토대로 실시간 악취모니터링 및 장비 관리 시스템을 구현하였다. 통합 개발 환경으로 MS Visual Studio 2008, MS-SQL Server 2005, 및 IIS (Information Internet Server) 7.0을 사용하였다. 웹페이지 서브시스템은 ASP.NET과 C# 언어로 구현하였고, 그 외 서버 시스템은 C# 언어로 구현하였다. DBMS 접근을 위해서는 MS-SQL Server 전용 ADO.NET 객체를 사용하였다.

그림 6과 7은 우리가 개발한 시스템의 화면 예를 보여 주고 있다. 그림 6은 사용자 로그인 후의 초기 화면으로서, 사용자가 관리하고 있는 모든 악취 감시 장치의 관리 정보와 상태를 보여주고 있다. 화면 상단의 메뉴나 하단의 버튼을 선택함으로써 실시간 센서값 모니터링, 장치의 환경 설정등과 같은 업무를 수행할 수 있다. 그림 7은 실시간으로 기상 센서의 센서값을 모니터링하는 화면이다. 관리 지역 지도 위의 번호와 화살표는 악취 감시 장치의 설치 장소와 풍향을 각각 나타내고, 우측의 테이블은 장치별 온도, 풍향 및 풍속을 보여 주고 있다.



그림 6. 장비 목록 화면 예
Fig. 6. An Example of the Device Catalog Window

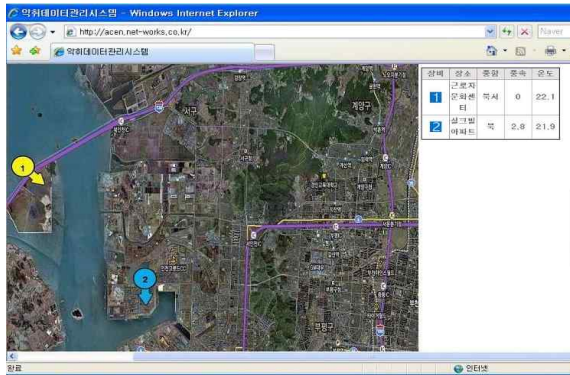


그림 7. 기상 센서값 모니터링 화면 예
Fig. 7. An Example of the Window for Monitoring Atmosphere Sensors

2. 실험

우리는 실험을 통해서 개발된 시스템의 성능과 사용자 편의성을 검증하였다. 서버 시스템은 윈도우즈 XP Pro, Intel Quad CPU 2.6GHz, 메모리 2GB의 사양을 가진 컴퓨터에서 동작시켰다. 악취 센서 및 공기 포집 장치로는 AMS 시리즈^[8]를 사용하였는데, 이 장치는 국산 장비로서 현재 국내시장에서 가장 많이 보급된 기종이다. AMS 시리즈는 CDMA 방식의 통신 모뎀을 이용해서 서버 시스템과 통신한다.

실험자 3명이 장치 5대에 대해서, 시스템의 각종 기능을 수회에 걸쳐 사용해 보면서 사용 편의성과 사용자 반응 시간을 검증하였다. 본 시스템의 사용자는 불특정 다수의 일반인이 아니라 악취 관리자와 센서값에 관심이 있는 사람이다. 따라서 우리의 시스템에 동시에 접근하는 사람의 수는 많지 않다고 판단되어 소수의 동시 사용자를 대상으로 실험하였다.

실험결과, 실험자들은 웹 브라우저만 사용하기 때문에 장소에 구애받지 않고 시스템에 접근하여 악취 모니터링 및 장치 관리를 할 수 있다는 점에 만족하였다. 또한, 평상시에 많이 친숙한 웹 기반의 사용자 인터페이스로 인해서 처음 사용하는 시스템 기능도 쉽게 배워 조작할 수 있었다. 공기포집과 같이 장치와 통신이 필요한 기능에 대한 사용자 반응시간은 통신 모뎀과 장치 내에서의 처리 시간에 크게 좌우된다. 통신 모뎀을 한 개 사용하는 경우에도 실험자는 사용자 반응 시간 면에서 대체적으로 만족하였다. 서버에 연결하는 통신 모뎀의 수를 여러 대로 늘리면 그 만큼 사용자 반응 시간이 줄어들어 만족도는 높아졌다. 참고로 네트워크 기반의 멀티미디어 응용에서 사용자 반응 시간이 150 ms 이상이면, 사용자는 서비스가 지연되고 있는 것으로 인식한다^[9].

본 시스템에서 사용하는 AMS 시리즈는 기존 연구^{1, 2, 3}에서 사용한 장치들에 비해서는 저렴하지만 여전히 고가이다. 따라서 이런 장치의 경우 수십 대를 대상으로 하는 테스트는 현실적으로 어려운 작업이다. 따라서 우리는 AMS 시리즈를 소프트웨어적으로 구현한 소위 가상 센서 및 공기 포집 장치를 개발하여 테스트에 사용하였다. 이 가상 장치의 기본 원리는 AMS 시리즈의 펌웨어 동작을 컴퓨터상에서 에뮬레이션하는 것이다.

V. 결 론

공단지역이나 오폐수 발생 지역에서 발생하는 악취로 인해서 주민들이 불편을 겪고, 해당 지방자치 단체에 민원을 제기하는 일이 빈번히 발생하고 있다. 최근 악취 발생 가능성이 있는 시설을 관내 많이 보유한 지방자치 단체를 중심으로 악취 발생 시 원격 명령으로 공기를 포집하는 기능을 가진 악취 감시 장치를 구입하고 있다.

본 논문에서는 악취 센서 및 기상 센서값을 실시간으로 모니터링하고 장치 관리 업무를 웹 브라우저 상에서 수행할 수 있는 시스템을 제안하였다. 본 시스템은 현장에서 설치되는 센서와 공기포집 장치와 서버 시스템으로 구성된다. 우리 시스템은 기존 시스템이 제공하지 못하는 여러 기능을 제공한다. 대표적인 것으로 웹 브라우저를 통해서 각종 악취 모니터링 작업을 수행할 수 있는 기능, 시스템에 데이터분선기와 같은 센서값을 분석하는 새로운 소프트웨어를 쉽게 추가할 수 있는 기능, 여러 대의 장치를 손쉽게 관리하면서 센서 데이터를 데이터베이스 실시간 저장하는 기능을 들 수 있다. 특히 웹 브라우저를 사용함으로써 사용자는 위치에 구애받지 않고 본 시스템에 접근할 수 있는 장점을 제공한다.

제안된 핵심 내용을 기반으로 실제 시스템을 구현하였고, 이를 실험해 본바 사용 편의성 면과 사용자 반응속도 면에서 사용자는 만족하였다. 현재 우리의 시스템은 지방자치단체의 특정 지역을 대상으로 운영되고 있다.

본 시스템의 사용자 기능 정의와 실험 과정에 도움을 주신 (주)에이스엔의 송희남 대표 및 권재길 연구원께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] 나경호, 손진석, 장영기, "Finger Print를 이용한 악취 추적 기법 활용 가능성 평가," 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, pp.70-71, 2006.
- [2] 손경식 외 7인, "안산지역 악취물질(황계열 및 탄화수소류)의 계절별(가을, 겨울철) 추세 분석 조사," 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, pp.67-69, 2006.
- [3] 김학철 외 3인, "실시간 악취모니터링 및 자동 공기 포집 시스템," 한국대기환경학회지, 제 23권, 제 1호, pp.125-131, 2007.
- [4] Lelei Pan, et. al, "Real-time Monitoring System for Odours around Livestock Farms," Proceeding of the IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, pp.883-888, London, UK, 2007.
- [5] R. Chares, et. al, "Development of a new electronic nose for odour measurement utilizing wireless sensor networks," IEEE International Conference on Networking, Sensing, Control," IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, pp.100-115, London, UK, 2007.
- [6] N. Wang, N.H. Wang, N.Q.Zhang, "Wireless sensors in agriculture and food industry: recent development and future perspective," Computers and Electronic in Agriculture, Vol. 50, No. 1, pp.1-14, 2006.
- [7] 길영강성, "냄새센서를 이용한 악취관리," 한국냄새환경학회지, Vol. 1, No. 1, pp70-75, 2002,
- [8] AMS 시리즈, (주)에이스엔, <http://www.acen.co.kr>
- [9] Multimedia Technology: Concepts, Methodologies, Tools, Applications, S. M. Rahman, Igi Global, 2008.

※ 본 연구는 2008년 용인시 기술개발사업 결과를 기반으로, 2009년 한국외국어대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

저자 소개

신 미 령(준회원)



- 1996년 연변대학교 컴퓨터공학과 학사 졸업
 - 1996년-현재 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 석사과정
- <주관심분야 : 분산 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 콘텐츠, 전자용 CAD>

김 상 철(정회원)



- 1983년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사 졸업
 - 1994년 미시간주립대학교 컴퓨터공학과 박사학위
 - 1994년-현재 한국외국어대학교 컴퓨터공학과 교수
- <주관심분야 : 분산 멀티미디어시스템, 멀티미디어 콘텐츠, 컴퓨터게임>