

실시간 연속무인 악취발생 감지 및 정보관리 기술

- 실시간 악취발생 감지시스템 (특허출원 제10-2006-14134호) -

대표이사 김 동 원

(주)엔코코

<http://www.encoco.co.kr>

1.머리말

쾌적한 환경에 대한 욕구가 증대되면서 감각공해의 하나인 후각인자가 새로운 환경문제로 부상하고 있는 현실에서 악취는 국민이 직접 후각으로 느낄 수 있는 환경오염의 지표로서 극히 낮은 농도에서도 피해를 유발하여 대기질 전반에 대한 불신을 초래할 수 있다. 이러한 악취를 처리할 수 있는 방지기술로 소각법, 촉매법, 흡착법, 플라즈마, 미생물처리법등이 연구·개발되어 다양한 분야에 걸쳐 적용되고 있지만 실제 사업장 근무자와 지역 주민들이 느끼는 실제 악취정도가 실시간으로 어느 정도인지 파악할 수 있는 기술은 현재 시작 단계에 있다. 악취는 사람마다 느끼는 취기가 다르고, 비록 방지시설을 통하여 고효율로 처리 되었다고 하더라도 기상 조건(예: 사업장주변의 기온 역전층 형성)에 따라 미처 처리되지 못한 소량의 악취물질로도 불쾌감과 혐오감을 느낄 수 있어 이에 대한 세심한 관리가 필요하다. 따라서 계절에 따라 공업지역과 주거지역이 근접 또는 혼재되어 있는 구조를 형성하고 있는 지역에서는 실시간으로 악취에 대한 Data를 구축하여 효율적으로 악취정보를 관리할 수 있는 시스템이 절실한 실정이다.

이러한 요구에 따라 실시간 악취를 감지하는 장치기술과 악취정도를 수치화하고 분석하는 요소기술을 적용한 실시간 악취발생 감지시스템이 개발되었으며, 이는 사업장 주변의 기온변화와 주변시설물의 위치에 따라 다양하게 변화하는 악취정보에 대한 실시간 Data 관리 및 악취에 대한 정량적 Data를 체계적이고 효율적으로 관리할 수 있으며 축적된 악취정보를 분석하여 장단기적인 악취 개선 프로그램을 마련하는데 활용되어 질 수 있을 것이다.

2. 국내외 악취측정 장치의 현황

악취 측정 장치의 핵심 기술 중 첫째는, 사람 코의 후각세포에 해당하는 가스센서의 고성능화와 고신뢰화에 의존한다. 가스센서의 소형화 및 성능향상과 더불어 센서 어레이(Sensor Array)에 관한 기술이 발전하면서, 인공 감각기관인 전자코(Electric Nose System)의 실현이 가능하게 되었다. 가스센서가 갖고 있는 기능이 어떤 특정 가스를 검지·정량하는 것이나 대부분의 경우 측정대상가스 이외의 가스가 혼합되어 있을 경우 하나의 개별소자를 이용하는 것보다 여러 개의 센서를 조합한 어레이(Array)를 쓰게 되면 특정가스의 존재를 보다 확실하게 알 수가 있고 다양한 냄새가 혼합되어 있는 복합가스를 인식하게 되는데 유용하게 사용 할 수 있다. 이러한 가스센서의 어레이를 통하여 실용화된 기술은 1990년대 중반부터 주목받기 시작하였다.

둘째는, 악취정도를 수량화하는 방법으로 농축 또는 희석기술을 이용한 취기농도 또는 취기지수에 의한 척도가 있다. 이러한 취기농도의 산출기법은 일본에서는 3점 비교식 플라스크법, 미국에서는 Scentometer법과 주사기법이, 유럽에서는 Olfactometer법을 우리나라는 공기희석관능법이 사용되고 있다. 그러나 취기농도는 냄새의 질, 즉 좋은 냄새 또는 불쾌한 냄새든 같은 농도로 평가되어 냄새질에 대한 척도지표가 추가될 수 있는 여지가 있다. 기술적으로는 복합성분의 주성분 분석에 의해 냄새의 질을 해석할 수 있으나 여전히 냄새의 질을 해석하는 데는 취향에 따른 특성상 어려움이 존재한다.

마지막으로, 악취측정장치의 응용을 위한 시스템화인데 이는 측정장치의 실시간 무인운용, 네트워크 구성, 기상정보교환 등 악취정도를 계측하는 시험기로서의 기능뿐만 아니라 산업현장에 적용하여 악취를 측정하고 그 악취의 목표치를 설정하여, 설정목표치를 상회하는 요인에 대한 감소대책을 마련할 수 있는 시스템 개발에 있다. 국내외적으로 산업현장 적용을 위한 시스템개발 현황은 다음과 같다.

1) 국외 현황

프랑스 Alpha MOS 사에서 전자코 시스템인 FOX 2000를 처음 시장에 출시하였고, 그 이후 미국, 스웨덴, 영국 등에서 보다 정교해진 전자코 시스템을 개발하기 시작하였다. 최근에 맨체스터 대학의 과학자들이 전자코를 이용한 실시간 무인 악취 감시 시스템을 개발하여 쓰레기 매립지 및 폐수 처리 설비에서 발생하는 악취와

메탄가스를 원격 관찰하고 있다. 이 시스템은 가스센서를 통하여 감지된 가스 성분을 분석하고 실시간으로 GPS 모델을 통해 컴퓨터로 전송하여 해당 사업장들이 악취 배출 허용 기준을 벗어나기 전에 조치를 취할 수 있게 함으로써 사업장 주변에 거주하고 있는 지역주민들에게 큰 호응을 얻고 있다.

2) 국내 현황

국내 (주)엔코코 (ENCOCO Inc.)에서 악취모니터링시스템인 실시간 악취발생 감지 시스템과 휴대용 악취측정기 OMS-TN을 출시하였다. 이 두 시스템은 악취를 실시간으로 감지하고 악취정보를 컴퓨터에 실시간 저장하고 이를 전광판에 표시하며, 취기농도가 설정치를 상회하면 경보기능 등을 갖춘 시스템으로 음식물자원화시설 등에 설치하면 매우 효과적인 시스템이다.

표1 전자코에 이용되는 센서의 비교

센서	동작원리	감도	장점	단점
금속산화물	전도도 변화	5~50 ppm	경제적	고온동작
전도성고분자	전도도 변화	0.1~100 ppm	소형화	습도의존
MOSFET	문턱전압 변화	~ppm	생산성	투과반응

그림1 악취측정 방법

3. 가스센서와 센서어레이의 원리

1) 반도체 가스센서

반도체 가스센서는 가스의 농도에 따른 전기전도도의 변화를 이용하는 방법과 정류 특성 변화를 이용하는 방법이 있으며, 통상적으로 깨끗한 공기에서는 전기전도도가 낮아지고, 환원성 가스와 접촉하면 전기전도도가 높아지는 원리를 이용한다.

반도체 가스센서는 구조가 간단하고 응답속도가 비교적 빠른 특성을 가지므로 가스 감지를 위해 많이 활용되고 있다. 다.

그림 2 반도체 가스센서의 원리도



2) 센서어레이

가스센서는 공기 중의 특정가스를 감지하여 정량할 수 있으며 이 가스센서를 여러 개 조합한 센서어레이를 사용하면 복합가스인 악취감지에 유용한 장치를 구현할 수 있다. 악취가스를 센서어레이에 노출시키면 응답값이 각 가스센서마다 다르게 나타나, 특정가스에 대한 인지도를 높일 수 있을 뿐만 아니라, 공기가 포함하고 있는 어떤 성분의 존재나 그 양을 검지하고 이를 정량할 수 있는 고성능의 복합가스인지 장치가 개발되며 냄새를 구별할 수 있는 시스템제작이 가능한 것이다.

그림 3 4개의 센서를 이용한 센서어레이

4. 실시간 악취발생 감지시스템

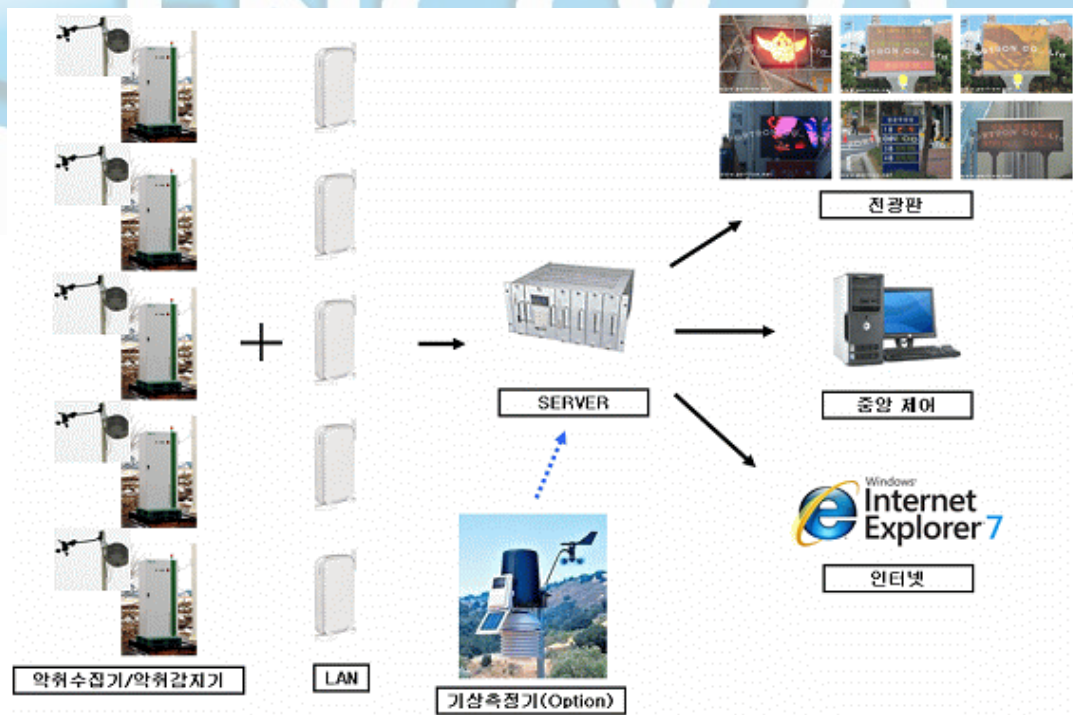
1) 시스템의 개요

특정지점에 설치된 악취 감지기(측정기)에서 냄새(악취)를 감지하여 악취의 강도와 종류에 대한 식별정보를 중앙센터의 컴퓨터에 기록 저장하여 이를 다양한 형태로 분석 또는 출력하는 장치이다.

시스템은 악취감지기와 중앙제어장치로 구성되어 있으며, 기상측정장치는 지표 기상정보를 수집하여 악취정보와 대비함으로써 발생패턴을 분석할 수 있도록 하였으며, 감지된 악취정보를 실시간 또는 주기적으로 외부에 표시할 수 있어, 악취 발생을 즉시 감지하고 이를 기록 또는 표시함으로써 사후 악취발생을 예측하고 이를 방지하는 대책을 강구할 수 있는 수단을 제공한다.

제한된 구역(음식물쓰레기 처리장, 하수처리장, 공장 주변 등)에 설치하여 냄새 발생을 즉각 감지하고 기록함으로써 악취 발생의 실시간 감지, 발생장소의 즉시 인식 등에 있어 악취감시기능이 강화된 실시간 악취정보관리 시스템이다.

그림 5 시스템 구성도



2) 주요 구성장치

◆ 악취 감지 장치

- 장치설명 : 악취 발생 예상지점에 설치되어 실시간으로 냄새를 수집하여 감지
- 주요기기 : 냄새수집기, 냄새감지기, 전원공급기, 에어공급기

◆ 기상 측정 장치

- 장치설명 : 악취 발생지역의 지표기상을 측정
- 주요기기 : 온도계, 습도계, 기압계(옵션), 풍향계(옵션), 풍속계(옵션)

◆ 중앙 제어 장치

- 장치설명 : 악취감지장치와 기상측정장치를 제어하고 정보를 취합하여 수집,기록
- 주요기기 : 중앙제어기, 통신용 프로그램, 제어용 프로그램, 출력용 프로그램

3) 각 구성장치의 설명

(1) 전체 설명

공기 중에 냄새(악취)가 함유된 경우 이 공기는 청정공기와 비교되어 질 수 있다. 냄새가 함유된 공기는 연속적으로 냄새를 감지하고자 하는 장소에 설치된 냄새 수집기의 흡입펌프에 의해 유입 되면서 냄새 수집기 내에 설치된 유입 공기 팩에 모이게 되며 이때 유입 공기 팩은 유입된 공기만큼을 다시 배출하게 구성되어 있다.

유입 공기 팩에 모인 냄새를 포함한 공기는 냄새감지기내의 소형유입펌프에 의해 일정량씩 냄새감지기로 공기가 유입되면서 냄새감지센서에 의해 냄새의 강도 및 종류를 감지하게 된다. 냄새감지기 내부에는 냄새의 감지를 위한 기준점 설정, 감지한 냄새정보를 일시적으로 저장하는 기능, 감지기 및 수집기의 세정을 위한 기기, 기상 측정 장치의 수집정보를 일시 저장하는 기능(옵션)등이 내장되어 있다.

중앙제어장치에는 냄새감지기 및 기상측정장치로부터 각각의 데이터를 전송 받고 이를 여러 가지 형태로 출력하는 기능과 냄새감지기와 기상측정기를 원격 제어할 수 있는 기능이 있으며 이들 각 기능들을 적절히 활용함으로써 감지된 냄새의 강도 및 종류를 더욱 더 정확히 분석할 수 있게 되어진다. 또한 외부에 전광판 등을 통하여 분석된 냄새정보를 표시할 수 있는 출력장치 등을 추가할 수 있어 실시간으로 무인 악취감시기능을 수행할 수도 있다.

(2) 악취 감지 장치

공기 중에 함유된 냄새(악취)성분은 미세한 량이라도 청정공기와는 R/R₀ 센서 값으로 비교되어 질 수 있다. 냄새성분을 감지하기 위해 특정위치에 설치된 냄새 수집기는 공기와 함께 냄새성분을 흡입펌프에 의해 흡입하여 냄새수집기내에 설치된 유입 공기 팩을 거쳐 배출하게 구성되어 있다. 이때 유입 공기 팩의 냄새성분을 포함한 공기는 냄새감지기내의 소형정량유입펌프에 의해 일정량씩 냄새감지기로 공기가 유입되면서 냄새감지센서에 의해 냄새의 강도 및 종류를 감지하게 된다. 냄새감지기 내부에는 냄새의 감지를 위한 기준점 설정, 감지한 냄새정보를 일시적으로 저장하는 기능, 감지기의 세정 기능을 자체 보유하고 있으며, 감지기 BOX에는 감지기 및 수집기를 세정하기 위한 청정공기탱크와 기기, 기상 측정 장치의 수집정보를 일시 저장하는 기기(옵션)등이 내장되어 있다.

악취 감지 장치는 냄새성분의 감지오차를 최소화하기 위해 감지준비시간 중 감지센서의 Heating, 기준점 설정, 냄새성분 산출 및 비교 기능 등이 탑재되어 있어 사람에 의한 악취측정시험법인 관능법 보다 월등한 정확성 및 재현성을 보장할 수 있도록 구성되어 있다.

(1) 악취 수집기





(2) 악취 감지기

2.3 기상 측정 장치(Optional)



OCO

2.4 중앙 제어 장치



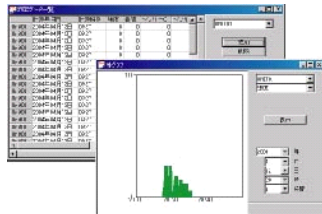


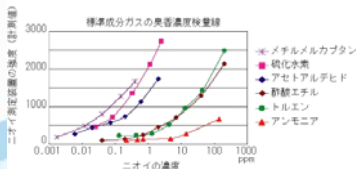
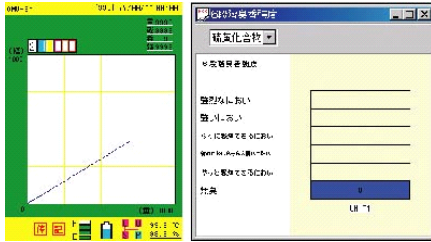
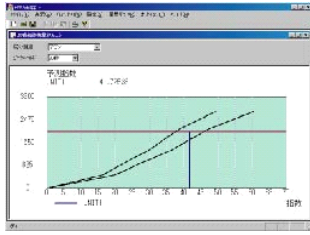
ENCOCO

중앙제어장치에는 냄새감지기 및 기상측정장치로부터 각각의 데이터를 전송 받는 통신기능, 전송은 데이터를 연속적 또는 주기적으로 저장하는 저장기능, 이를 여러 가지 형태로 출력하는 출력기능 및 냄새감지기과 기상측정기를 원격 제어할 수 있는 원격제어기능이 있으며 이들 각 기능들을 적절히 활용함으로써 감지된 냄새의 강도 및 종류를 더욱 더 정확히 분석할 수 있게 되어진다.

또한 외부에 전광판 등을 통하여 분석된 냄새정보를 표시할 수 있는 출력장치 등을 추가할 수 있어 실시간으로 무인 악취감시기능을 수행할 수도 있다.

한편 중앙제어장치는 냄새감지기과 LAN네트워크를 이용하여 접속되며 인터넷을 활용하면 수집된 정보나 분석된 악취정보를 원거리에서도 공유할 수 있다.





測定日時	測定地点	測定項目	測定値	検出限界	検出判定
2011/01/01	1号機	メチルメルカプタン	0.01	0.01	検出
2011/01/01	1号機	酸化水素	0.01	0.01	検出
2011/01/01	1号機	アセトアルデヒド	0.01	0.01	検出
2011/01/01	1号機	酢酸エチル	0.01	0.01	検出
2011/01/01	1号機	トルエン	0.01	0.01	検出
2011/01/01	1号機	アンモニア	0.01	0.01	検出



3. システムの 必要性

3.1 기존 薬 취 正 報 系 統 的 現 状

기존의 공단지역에 설치하기 위해 검토 중인 냄새 확산모델 등을 이용한 냄새 모니터링 시스템은 냄새의 확산 및 피해범위예측을 목적으로 하고 있어

- 특정지점의 냄새 발생여부를 즉시 판단할 수 없으며,
- 발생지점과 냄새감지점의 감응시차에 의한 냄새발생 원인 발견이 어려우며
- 시스템의 광역화로 약취정보분석을 전문가에 의해 수행되어 질 수밖에 없다.

3.2 기존 系 統 的 改 善 必 要 性

음식물 처리장 등 제한된 지역에서의 약취발생을 즉시 감지하여 발생원인을 해

소하기 위하여

- 악취발생원에 가장 근접하여 냄새감지기가 설치되어야 하며
- 연속적으로 냄새발생을 감지 할 수 있어야 하며
- 감지된 냄새정보를 수치화하여 기록 저장할 수 있어야 하며
- 냄새발생 상황을 외부에서 바로 확인할 수 있어야 하는 구조로
- 시스템은 자동 무인으로 운전되고 악취정보관리가 가능하며 연속적으로 운영이

가능

할 수 있는 능력을 가질 것


4. 현장 적용 사례

4.1 현장 적용 사례 현황

- 현재 C 지자체 음식물자원화설비에 적용

5. 시스템의 적용효과

5.1 환경적 효과

- 
- (1) 악취발생을 실시간으로 감지할 수 있어 악취발생원인을 즉시 파악할 수 있다.
 - (2) 정확한 악취발생원을 추적함으로써 효과적인 방지대책 마련이 가능해진다.

5.2 기술적 효과

- (1) 기존의 광역화 악취모니터링 시스템에 비하여 제한된 지역에서 운용되므로 악취감지시차가 없으며 악취감지지점을 점차적으로 늘려나갈 수 있다.
- (2) 간편하게 냄새의 강도 및 종류를 파악할 수 있어 운영이 편리하다.
- (3) 시설이 간단하고 간편하게 설치 할 수가 있다.

5.3 경제적 효과

- (1) 처리시설의 간소화 : 설치비가 절감되고 유지관리가 간편하다.
- (2) 자동 및 원격 운전 : 자동운전 및 원격운전으로 운영이 편리