

사물지능통신을 이용한 지능적 악취모니터링시스템

Intelligent Odor Monitoring System Using M2M

저자 (Authors)	김미숙, 강태원 Mi-Suk Kim, Tae-Won Kang
출처 (Source)	한국정보기술학회지 13(2) , 2015.12, 51-55(5 pages) Korea Institute of Information Technology Magazine 13(2) , 2015.12, 51-55(5 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보기술학회 Korean Institute of Information Technology
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06572217
APA Style	김미숙, 강태원 (2015). 사물지능통신을 이용한 지능적 악취모니터링시스템. 한국정보기술학회지, 13(2), 51-55
이용정보 (Accessed)	충북대학교 113.198.***.89 2021/11/08 19:18 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

사물지능통신을 이용한 지능적 악취모니터링시스템

김미숙*, 강태원**

Intelligent Odor Monitoring System Using M2M

Mi-Suk Kim*, Tae-Won Kang**

요 약

악취모니터링시스템을 위한 악취도 측정 알고리즘은 대부분 악취센서를 사용한 악취측정 전용모델에서 일반적인 수학기공식을 사용하여 일률적으로 악취도를 산출한다. 따라서 미측정 지점까지의 정확한 악취도 분석이 어렵다. 측정해야할 악취 데이터는 시간·공간상 모든 위치에 그 값이 존재하나 시간·공간상 모든 지점에서 데이터를 획득하는 것이 불가능하므로 몇 개의 대표 지점에서 데이터를 수집한 후 이를 미측정 지점까지 확장하여 사용하기 때문이다.

본고에서는 사물지능통신을 수단으로 실시간으로 획득한 데이터와 제한적으로 수집한 악취 데이터를 조합한 지능적 악취모니터링시스템 모델을 제안한다.

1. 서 론

악취방지법 제2조 제1호에 의하면, 악취란 자극성 있는 기체상태의 물질이 사람의 호흡기를 자극하여 불쾌감과 혐오감뿐만 아니라 생명에도 치명적인 영향을 주는 냄새를 말한다. 악취는 자극의 정도가 서로 다른 기체들이 섞여 나는 경우가 대부분이다. 악취도 측정은 밀폐된 공간뿐 아니라 대기오염의 척도를 나타낼 수 있는 자료로도 활용된다.

현재 악취모니터링시스템에 있어 악취도 측정 알고리즘은 사물지능통신(Machine to Machine, 이하 M2M)을 통하여 데이터를 수집한다. 개별 사물(Machine)이 제공하는 데이터는 사물의 환경변수에 따라 수신시간이 다르다. 수신된 데이터의 경우, 일반적인 수학기공식을 사용하여 일률적인 악취도를 산

출한다. 악취측정을 위하여 악취 포집을 위한 악취센서를 사용하고 있다. 센서데이터는 각각의 회석배수 계산식에 의해 6단계 악취세기 표시법으로 표현된다. 주요 악취포집 센서별로 나온 결과값 중 최고의 값을 단순 결과치로 보여주는 상태를 보이고 있다. 또한, 악취센서가 산출하는 악취데이터로는 주변의 여러 환경변수를 고려하지 않아 미측정 지점까지의 정확한 악취도 분석이 떨어진다. 악취 센서 데이터에 사용되는 대부분의 데이터는 시간·공간상 모든 위치에 그 값이 존재하나 시간·공간상 모든 지점에서 데이터를 획득하는 것이 불가능하므로 몇 개의 대표 지점에서 필요로 하는 데이터를 수집한 후 이를 미측정 지점까지 확장하여 사용한다.

본고에서는 지능적 악취도 분석을 위하여 한정된 악취센서기기와 시간·공간상 상황을 반영하고

* (유)코디아이, ** 교신저자: 강릉원주대학교 컴퓨터공학과 교수, twkang@gwnu.ac.kr

사물지능통신을 수단으로 실시간으로 획득한 데이터와 제한적으로 수집한 악취데이터를 조합하여 지능적 악취모니터링시스템 설계 방안을 제안하고자 한다.

II. 사물지능통신을 이용한 센서데이터

2.1 사물지능통신의 기술 현황

사물지능통신이란 사물(Machine)과 사물(Machine) 간의 통신을 의미한다. 센서 기술의 발달과 함께 사물과 사물, 혹은 지능화된 사물자체가 통신을 통하여 많은 데이터를 획득하는 사물 통신이 M2M이다. 기존에 사용되던 M2M에 지능을 부여한 효율적인 데이터를 얻기 위해서는 지능화된 데이터분석 장치가 필요하다. 즉, 여러 가지 경로를 통하여 획득한 센서 데이터는 측정지점의 환경요소(온도, 습도, 위치, 지형 등) 정보를 전달, 수집, 가공 및 제공하기 위한 지능적 통신을 M2M이라한다.

우리나라 M2M의 발전은 시장이나 기술 측면의 경쟁력이 뒤떨어져 있는 상황이다. 사물에 지능을 부여하기 위한 전용모델인 하드웨어를 중심으로 발전해왔고, 데이터분석을 위한 서비스 시장이 미약하여 해외 기술력을 많이 사용하고 있다. M2M의 지

능화는 개별 사물이나 네트워크에 기능을 부착하여 자동화, 최적화를 전면적으로 충족시키기에는 역부족이다.

현재 악취모니터링 시스템은 센서네트워크 서비스의 종류에 따라 하드웨어 구성이 이질적이다. 신규 센서네트워크는 기존 센서네트워크와의 연동 제약이 많아 이질적인 USN(Ubiquitous Sensor Network) 인프라 통합이 필요하며, 저전력 다수의 센서네트워크가 존재할 경우 다양한 종류의 센싱 데이터 처리, 관리, 제어가 필요하다.

2.2 악취센서데이터

악취를 측정하기 위한 기술은 직접 사람의 후각을 통해 불쾌도를 측정하는 관능평가법과 대상 측정 지역에서 악취 유발 물질을 채취해서 실험실에서 기기를 통해 분석하는 기기분석법이 쓰이고 있다. 전자의 경우 주관적 분석으로 저능도의 악취만으로도 인체에 유해한 상황이 발생할 수 있다. 후자의 경우 채취한 데이터를 실험실까지 옮기는데 걸리는 비용과 절차가 복잡하다. 대기오염이 심각한 산업단지의 경우, 측정지점에 악취 측정기를 설치하여 관찰하는 악취모니터링시스템을 사용하고 있다.

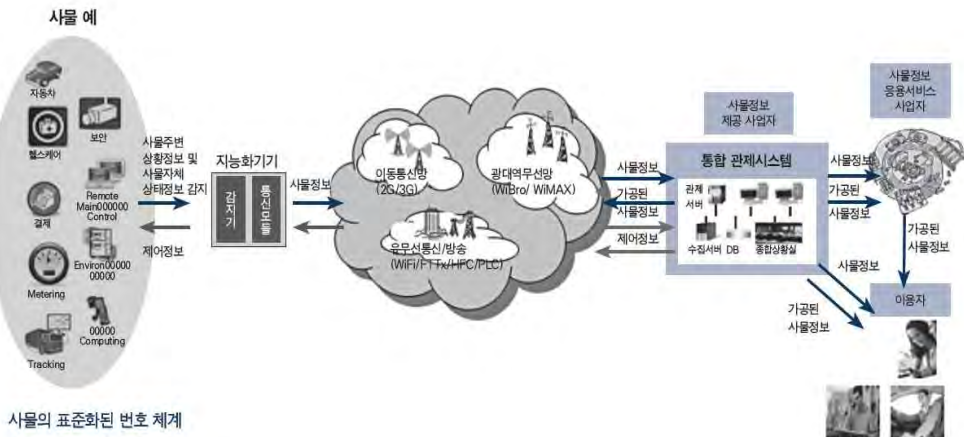


그림 1. 사물지능통신 개념도[1]

악취 측정기의 주요 악취 측정요소는 암모니아(NH_3), 황화수소(H_2S), 휘발성유기화합물(VOC)로서 측정단위는 ppb이다. 악취 물질로 지정된 황화수소, 암모니아, VOCs 가스 등을 측정하여 개별농도를 표시한다. 개별농도는 관제센터 보내어 복합악취농도(회석배수)를 표시한다. 악취 측정기는 중앙에서 이를 관리 할 수 있게 해주는 장치이다. 센서 기술의 발달로 저농도의 주요 악취 유발 물질을 감지할 수 있는 센서 기술을 도입하여 신뢰성을 향상 시키고 있다.

악취 측정소는 악취 센서기계와 그로부터 측정되는 데이터를 전송하기 위한 통신장치까지 포함한다. 측정소는 악취 배출업소 또는 산업단지 중 악취유발물질을 취급하는 장소의 주변에 설치된다. 악취 유발 산업단지를 기준으로 했을 때, 측정소간의 거리는 수 백 미터에서 수 킬로미터까지 다양하다.

악취센서의 악취도는 프로토콜(protocol)을 통하여 받은 메시지를 다시 싱크노드로부터 호스트(Host)로 전달되는 메시지들로 적용하여 악취 데이터 포맷을 만든다. 즉, 프로토콜을 통하여 통신 레이어와 독립된 프로토콜 데이터 포맷(Data Format)으로 정의한다. 악취센서는 센서의 배열화된 장치인 센서보드로부터 각 측정요소(암모니아, 황화수소, 휘발성유기화합물, 온도, 습도)의 측정치(float 값)를 수집하여 서버로 주기적으로 전송하게 된다.

기상데이터 수집방법은 온도, 습도, 풍향, 풍속, 기압 등의 데이터를 측정하여 데이터 포맷에 맞는 데이터를 만든 후 서버로 전송한다. 악취연속자동측정기의 경우 악취 데이터 실시간 측정이 가능하다. 측정 센서는 측정 데이터의 근거리 또는 광대역의 데이터 전송방식의 요구 조건에 맞추어 황화수소(H_2S), 암모니아(NH_3), VOCs 등의 감지센서를 사용하며 환경부 악취방지법 제7조 및 동법 시행규칙 제8조 1항(배출허용기준)을 만족하는 센서를 적용하여 설치 지역 실사 후 근거리 통신(400MHz ~ 2.4GHz, WiFi)방식 및 광대역 통신 방식(WiBro, WCDMA 등)을 적용한 데이터 전송방식을 사용하고 있다.

M2M기반의 악취모니터링시스템은 분진, 악취, 기상 정보를 수집하여 악취 포집 제어 및 모니터링

서비스를 제공하며, 기존의 기상정보와 광역 기상정보를 가공하여 기상 모델링, 악취모델링, 역추적모델링 및 분진모델링 서비스를 제공하고 있다.

III. 지능적 악취모니터링 모델

기존 악취모니터링 시스템에 있어 악취도 측정 알고리즘은 일반적인 Log 수확 공식을 사용하여 일률적인 대표 악취도를 산출한다. 대표 악취도는 M2M을 이용한 온도, 습도, 지형 등 상황에 따른 여러 환경변수를 적용한 악취도를 측정하기 어려웠다. 또한 각 측정소 및 관심지점에 대한 악취도를 사용하여 미측정 지점이나 몇 분 이후의 악취도를 예상할 수 없다.

악취센서의 악취도 프로토콜을 통하여 측정치를 서버로 전송하게 되며, M2M을 이용한 기상데이터 수집방법은 온도, 습도, 풍향, 풍속, 기압 등의 데이터를 서버로 전송한다. 암모니아, 황화수소, 휘발성유기화합물의 센서데이터는 각각의 회석배수 계산식에 의해 0~5까지의 6단계 악취세기 표시법으로 표현되고, 센서별로 나온 결과값 중 최고의 값을 대표 악취도로 보여준다.

다양한 사물을 통하여 취득한 M2M 데이터는 시간·공간상 많은 환경변수에 따라 단순한 수학공식으로 표현하기에는 모든 상황을 반영하기 힘들다.

일반적인 고려사항을 살펴보면 다음과 같다.

- 온도 : 분자의 운동에너지가 증가하므로 확산정도가 강해지기 때문에 온도에 비례하는 방정식이 필요하다.
- 습도 : 습도가 높아져 대기가 무거워지면 그 확산속도가 느려진다.
- 풍향·풍속 : 풍향의 방향에 부채꼴유형의 방향으로 확산되나, 풍속이 빠를 경우 확산은 빨라지나 사람이 느끼는 악취는 강도가 덜하다.
- 장애물 : 장애물의 크기와 특성에 따른 상황판단이 이루어져야 한다.
- 지형 : 넓은 지형인 경우, 지형의 경사도와 방향, 장애물의 높이와 면적 등에 의해 확산의 변화하

고 지형의 면적과 나무에 의해 흡수되는 가스 등으로 인해 감소되는 악취도를 파악하여야 한다.

그 밖에 사물이 획득한 데이터에 따라 많은 환경 변수를 고려할 수 있다.

M2M을 사용한 데이터 포맷은 지능을 부여하기 위하여 여러 환경변수에 가장 적합한 최적화된 알고리즘 선택을 위한 데이터 포맷을 찾아야 하며, 측정소의 경제적으로와 시간·공간상의 미측정 지점까지의 예상 악취도를 미리 모니터링 할 수 있는 방안이 절실하다.

3.1 유전자알고리즘(Genetic Algorithm)

유전자 알고리즘(Genetic Algorithm, 이하 GA)은 자연 진화의 적자생존 메커니즘을 모델링하였다. 주어진 탐색공간에서 개체의 특성이 유전자로 표현된 초기 모집단(population)은 다음세대의 선택 기반이 되는 적합도 함수(fitness function)에 의해 여러 가지 선택 방법들이 존재한다. 더 적합한 개체를 선택하기 위해 진화연산(evolutionary computation)과 유전연산(교차:crossover, 돌연변이:mutation)을 통하여 새로운 모집단을 평가하는 확률(stochastic)탐색 방법이다. GA는 최적화된 데이터 포맷을 선택하는데 활용된다.

일반적인 단순 유전자 알고리즘은 다음과 같다.

1. 초기 모집단 생성(population).
2. 모집단 평가(fitness function).
3. 진화연산 : 선택(selection).
4. 유전연산 : 교차(crossover), 돌연변이(mutation)
5. 다음세대 모집단 평가(fitness function)
6. 조건 만족 stop, 불만족 goto3.

이와 같은 특징으로 인해 다른 탐색 또는 최적화 방법 중 전역적 해를 구할 가능성이 높으며 다른 여러 탐색 방법에 비하여 효율적이다[2]-[4].

악취모니터링시스템에 악취도 포맷은 측정소 수와 지형 등 여러 환경변수를 고려한다면 미측정 지

점의 데이터포맷은 많은 환경변수를 포함하여야 하며, 센서기기 등의 이상치(outlier) 데이터를 고려해야 한다. 온도에 따른 확산변수, 습도에 따른 확산변수, 풍향·풍속에 따른 확산변수, 지형에 따른 확산변수 등 또한 인접 측정소의 데이터 포맷 등도 고려되어야 한다.

악취도 분석을 위해 여러 환경변수들을 고려한 최적화된 데이터 포맷을 선택하기 위한 탐색체는 다음과 같이 고려할 수 있다.

VOC	PM	암모니아	H ₂ S	온도	습도	지형	풍향	풍속	...
-----	----	------	------------------	----	----	----	----	----	-----

그림 2. 센서데이터 탐색체

탐색체의 길이는 M2M을 이용한 측정지점의 환경변수에 따라 달라질 수 있으며, 미관측 지점에 대한 악취도는 환경변수를 고려한 적합도로 표현될 수 있다. 유전자알고리즘의 탐색체는 M2M을 이용한 다양한 데이터를 포맷하고 다수의 데이터 중 최적화된 데이터를 악취도에 적용할 수 있다.

3.2 RBF 신경망(Radial Basic Function Neural Networks)

인간의 신경망을 모방하는 RBF(Radial Basic Function, 이하 RBF)신경망은 경험 또는 환경을 통하여 학습하는 기계학습의 도구이다. 신경망 적용문제에서 많은 연구가 되는 다층 퍼셉트론(Multi-Layer Perceptron, 이하 MLP)은 비선형 문제에 적합하다. MLP는 은닉 노드 수, 초기 가중치, 그리고 학습회수 같은 여러 인자(factor)들에 영향을 많이 받으며, 학습 속도가 느리고 학습된 지식을 이해하기 어렵다는 단점이 있다. 반면, RBF신경망은 은닉 뉴런들이 확률 분포 함수를 이루어져 있다. RBF신경망은 모델링을 위한 계산이 간단하고 은닉층의 결합함수와 은닉층과 출력층의 연결 강도를 추정하기 쉬워 학습 속도도가 빠르고 학습된 지식을 이해하기 쉽다는 장점이 있다[5]. 이러한 장점은 특성이 다른 데이터 그룹이 존재할 때, RBF예측 기법으로도 특성을 파악할 수 있다.

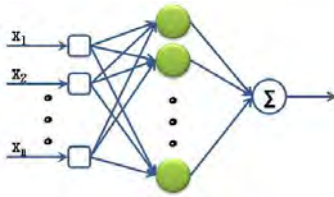


그림 3. RBF신경망 구조

미측정 지점의 학습된 악취도는 지형별, 시간별, 계절별 악취도 분류에 사용될 수 있으며, RBF를 적용한 악취도는 공간상 모든 지점에서 데이터를 획득하는 것이 불가능하므로 몇 개의 대표 지점에서 필요로 하는 데이터를 수집한 후 학습된 포맷으로 이를 미측정 지점까지 예측기법으로 확장하여 사용할 수 있다.

IV. 향후방향

사물지능통신의 기술적인 향상이 많이 이루어지고 있으나 개별 사물(Machine)에만 지능을 부여하는 작업이 이루어져 있다. 통합적인 사물지능통신에 지능을 부여하고, 시간·공간상 상황을 반영하고 실시간으로 획득한 센서데이터를 조합하여 지능적으로 데이터를 분석·예상하는 모니터링시스템의 기술력은 아직도 미흡한 실정이다.

M2M을 통한 환경변수들을 고려하여 지능적 데이터분석을 고려한다면, 모니터링시스템은 공기와 수질을 측정하여 환경과 오염도 상태를 분석한 지능형 서비스를 제공하고, 생체 데이터를 분석한 헬스케어 서비스뿐만 아니라 연기감지, 불꽃감지, 가스감지, 온도감지, 연기, 조도, 매연, CO2, 진동(가속도), 뒤틀림(휘어짐) 센서 등을 부착한 소방 환경에 대한 지능적 모니터링을 제공할 수 있다.

악취모니터링시스템에 있어, 악취도 측정 알고리즘은 여러 환경변수를 고려한 최적화된 데이터 포맷을 선택하여야 한다. 악취 측정소의 경제성을 고려한 예상 악취도를 위해 학습된 예측기법을 적용한다면, 국내 모니터링 산업은 더욱 지능적인 사물지능통신이 실현될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 권오상 외, "Global Ubiquitous Networking 시대에 대비한 미래 번호정책 및 전기통신번호 부여방안 연구", 한국방송통신전파진흥원, 2011. 12
- [2] D. E. Goldberg, "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Addison Wesley, 1989.
- [3] Z. Michalewicz, "Genetic Algorithms+Data Structures = Evolution Programs", Springer-Verlag, pp. 160-168, 1995.
- [4] 장병탁, "인공 진화에 의한 학습 및 최적화", 제어·자동화시스템공학회지, 제 1권, 제 3호, pp. 52-61, 1995.
- [5] K. Mike Tao, "A Closer Look at the Radial Basis Function (RBF) Networks", Conference Record of the Twenty-Seventh a silomar Conference on Signals, Systems and Computers, Vol. 1, pp. 401-405, 1993.

저자소개

김 미 숙 (Mi-Suk Kim)



2000년 2월 : 강릉원주대학교
컴퓨터과학과(이학석사)
2015년 12월 현재 : 강릉원주
대학교 컴퓨터과학과(박사수료)
2006년 8월 ~ 현재 : (유)코디아이
대표이사

관심분야 : 인공지능, 빅데이터,

데이터마이닝, 정보처리

강 태 원 (TaeWon Kang)



1985년 : 연세대학교
수학과(이학사)
1988년 : 고려대학교 전산학과
(이학사)
1991년 : 고려대학교 수학과
(이학석사)
1996년 : 고려대학교 컴퓨터학과

(이학박사)

1997년 ~ 현재 : 강릉원주대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : 복잡계, 인공지능, 인공지능, 소프트 컴퓨팅