
센서 네트워크를 이용한 실내 공기질 관리 및 제어에 관한 연구

김기태* · 김동일
동의대학교

A Study of Environment Monitoring System based on Sensor Network

Ki-tae Kim* · Dong-il Kim
Donggeui University
E-mail : kimkital@deu.ac.kr

요 약

특수한 작업장 이외의 주택실내나 일반 사무실 등에서의 공기오염 문제는 인간이 주거시설에 거주한 이래로 계속되어온 문제로서 그 대책이 시급하다. 쉽게 외부의 신선한 공기와 충분한 양의 환기로서 해결이 가능하나 사람이 계속해서 관리해 주기에는 불편한 상황이다.

네트워크상에서 센서 네트워크를 이용한다면 쉽게 관리 및 제어가 가능하다. 유비쿼터스 센서 네트워크는 부착된 태그와 센서로부터 사물 및 환경 정보를 감지, 저장, 가공, 전달하여 인간 생활에 폭넓게 활용되며, 환경오염에 대해서도 사람이 직접 측정 및 모니터링 하기 힘든 지역에 설치되어 활용되고 있다. 다른 네트워크에 비해 초소형, 저전력, 저비용으로 쉽게 구성 가능하기 때문에 꾸준히 연구되어지고 있으며 환경과 IT의 전략적 융합을 통한 그린 IT의 네트워크 접목 또한 중요한 연구분야로 조명되고 있다. 본 논문에서는 네트워크 기반하에 실내 공기질 관리를 구성하고 관리 및 제어하여 활용 방안에 대하여 제시한다.

ABSTRACT

The problem for the air pollution in the office or the indoor except a specific working area is the continuously issue since the human beings have lived in the dwelling facilities.

Measures for that problem are urgently needed. It's possible to solve for the freshair of outside with enough ventilation but that is the awkward situation to be managed by person.

It's feasible to supervision and control easily if you use to sensor network under the network.

It works out to sense, storage, process, deliver every kind of appliances and environmental information from the stucktags and sensors. And it is possible to utilize to measure and monitor about the place of environmental pollution which is difficult for human to install.

It's studied constantly since it be able to compose easily more subminiature, low-power, low-cost than previous one. And also it spotlights an important field of study, graft the green IT and IT of which the environment and IT unite stragically onto the Network.

This study compose a IAQM(Indoor Air Quality Management) under the network, suggest the application of supervision and control.

키워드

IAQM(Indoor Air Quality Management), VOCs(Volatile organic Compounds), 그린IT

1. 서 론

현대인은 실내에서 생활하는 시간이 하루 중 80% 이상을 차지하고 있으며, 환경에 대한 인식이 향상됨에 따라 실내공기오염(Indoor Air Pollution)은 새로운 환경문제로 인식되고 있다.

특히 국내에서는 특별한 사회적 이슈가 되지 않는 한, 학교 내 환경오염 실내공기질(Indoor Air Quality; IAQ)에 대해서는 무관심한 경향을 나타내고 있으며, 환경정책 역시 이 분야까지 혜택을 주고 있지 못하는 실정이다.

실내공기오염을 줄이고 안 생기게 하는 것이 중요하지만 그렇게 하지 못하기에 쉽게 판단하고 대처할 수 있는 센서 네트워크 기반 제어시스템을 연구하였다.

II. 관련 연구 및 시스템 설계

2.1 실내공기질

발생원에 따른 주요 실내오염물질은 표1과 같다.

표1은 오염물질에 따른 발생원인과 인체영향을 나타낸 것으로 정확한 측정 후 빠른 환기가 필요하다.

표2는 최근 5년간 실내공기오염에 대한 연구가 가장 활발하게 이루어지고 있는 일본의 문부과학성에서 제시한 학교환경위생기준 중 이번 실험에 필요한 항목만을 나타낸 표이다. 아래 기준에 맞게 환기 시스템에 적용하였다.[5]

표 1. 발생원에 따른 주요 실내오염물질

오염물질	발생원	인체영향
먼지	대기중의 먼지가 실내 유입, 실내바닥의 먼지, 담배재	규폐증, 진폐증, 탄폐증
담배연기	담배, 권연	두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 기관지 천식, 폐암
VOCs	페인트, 접착제, 스프레이, 연소과정, 세탁소, 왁스, 방향제 등	피로감, 정신착란, 두통, 구역, 현기증, 호흡기질 환 중추신경억제작용
CO2	인체, 연소기구	만성폐질환, 기도저항 증가, 중추신경영향

표 2. 일본문부성 학교 환경위생 기준

항목	기준
온도	겨울철(10°C이상), 여름철(30°C이하)
상대습도	30~80%
CO2	1500ppm
VOCs	400-500

2.2 센서 네트워크

유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network : USN)는 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서들을 건물, 산림, 도로, 인체 등의 물리적

공간에 배치하여 주위의 온도, 조도, 습도, CO2 등의 정보를 무선으로 실시간 감지, 저장, 가공, 관리할 수 있는 기술이다.[1]

센서 네트워크는 일반적으로 멀티-홉(Multi-hop) 무선 네트워크 형태의 다수의 분산 센서 노드들로 구성된다.

센서 노드들은 하나이상의 센서(온도, 습도, CO2, VOCs 등), 액추에이터(Actuator), 마이크로 컨트롤러, 수 십 KB 크기의 EEPROM, 수 KB의 SRAM, 수백 KB 크기의 플래시 메모리, 근거리 무선 통신 모듈로 구성된다. 센서 네트워크 기술은 센서와 무선 네트워크 기능을 이용하여 물리 공간에서 측정된 아날로그 데이터를 디지털 신호로 변환하고, 인터넷 같은 전자공간에 연결된 루트(Root) 노드로 전달하는 입력시스템의 역할을 한다. 물리적 세계와 사이버 세계를 연결할 수 있는 특징 때문에, 센서 네트워크의 지능형 환경 모니터링, 위치인지 서비스, 지능형 의료시스템, 지능형 로봇 시스템 등 다양한 분야에 적용되고 있다.[2]

이러한 센서 네트워크 장점으로는 저전력의 센서노드와 하드웨어를 이용하여 무선 애드-홉(ad-hoc) 네트워크를 구성할 수 있다는 점이다.

예를 들어, 현재 사용중인 블루투스(bluetooth), 무선랜(wireless LAN), 지그비(Zigbee) 등의 무선 네트워크 기술들은 반드시 컴퓨터, PDA 같은 고급 컴퓨팅 장치를 필요로 하는데, 센서 네트워크 노드는 독립적으로 네트워크를 구성 가능하다.[3]

2.3 시스템 설계

본 실내 공기질 관리 시스템(IAQM)은 온도, 습도, CO2농도, VOCs(휘발성 유기화합물)의 정보를 측정하는 4개의 무선 센서노드와 센서가 측정된 데이터를 넘겨주는 게이트웨이 그리고 실시간 모니터링을 하게 되는 서버로 구성된다.

무선 센서노드는 유선에 비하여 무선으로 전송하기 때문에 움직임이 자유롭다. 또한 유선처럼 연결에 제한이 없기 때문에 센서노드가 움직인다 하여도 라우터로 정보를 전송하는데 아무런 문제가 일어나지 않는 장점이 있다.

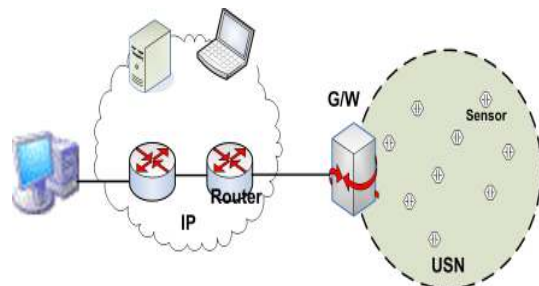


그림 1. 시스템 구성도

유비쿼터스 게이트웨이는 인터넷 망과 센서 네트워크 사이의 통신을 원활하게 연결해 주기 위

해 사용한다. 유비쿼터스 게이트웨이는 IP 계층에서 패킷의 라우팅을 결정하여 패킷을 전달해 주는 역할을 수행한다.

게이트웨이는 센서 노드들에게 자신이 관리하는 서브넷을 전달한다. 이 패킷을 수신한 센서노드들은 자신과 통신이 되어야하는 라우터를 알게 된다. 따라서 센서 노드들이 외부 네트워크(인터넷)와 통신을 하고자 할 경우에는 알려진 USN 라우터에게 패킷을 전송하게 되고, 게이트웨이는 그 패킷을 수신하여 적용 계층에서 인터넷 망에서 인식 할 수 있는 패킷으로 변환하여 전달하게 된다.[4][7]

표 3. 게이트웨이 H/W 스펙

CPU	S3C2410(ARM9 Core)
ROM	2 Mbyte
RAM	32 Mbyte
Flash	64 Mbyte
Network Interface	802.3 10Mbps 1 Port 802.11b/g Wireless LAN 1 port
RF Controller	T1(Chipcon) CC2420
I/O Interface	RS232C 4 Port, USB2.0 2Port
Power	DC 5V

유비쿼터스 센서 네트워크 서버는 USN 라우터를 통해 센서노드와 통신하며, IPv6 UDP프로토콜을 이용하였다.

센서노드의 센서데이터는 주기적으로 노드에서 보고하고, 서버에서는 노드의 상태나 정보를 명령에 의해 조회 또는 제어할 수 있는 구조로 되어 있다. 그리고 데이터와 명령은 서로 다른 Port를 이용한다.[8]

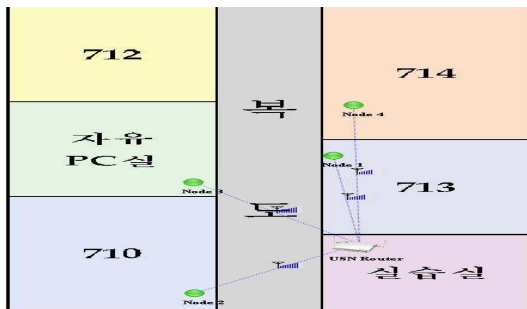


그림 2. 노드가 라우팅 직접 전송

그림2와 같이 기존의 방식은 노드가 1:1로 라우터와 통신을 한다. 이 방식의 경우 멀리있는 센서 노드가 가까이 있는 노드보다 전력소모가 많은 것을 알 수 있다.

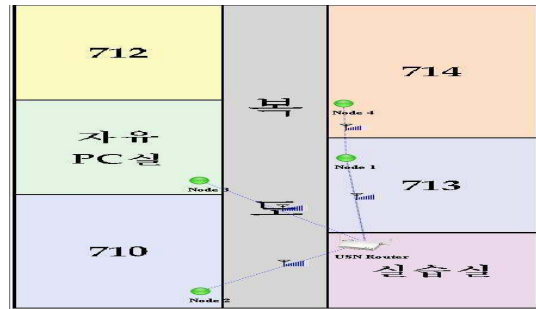


그림 3. 가까운 홉으로 전달 후 라우팅 전송

그림3과 같이 멀리 있는 노드의 경우 라우터로 직접적으로 보내지 않고 자기 주위의 다른 노드를 거쳐 전달함으로써 전체 노드간 균형적인 전력소모를 할 수 있다.

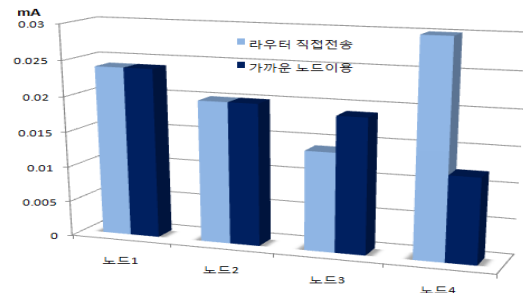


그림 4. 전송방법에 따른 센서 전력 소모비교

그림4는 각 노드가 센싱한 정보를 라우터와 통신시 프로토콜에 따른 전력소모를 나타내고 있다.

노드로부터 센싱된 정보를 라우터로 전송시 가까운 이웃 홉으로 전달 후 최단거리로 서로서로 전달하게 될 경우에는 그냥 일반적인 방법보다는 균형적인 전력소모를 할 수 있게 된다. 일반적으로 통신하게 되면 4번 노드가 좀더 빨리 배터리 소모로 인하여 교체작업을 해야 하지만 홉간을 이용하게 된다면 비슷한 시기에 맞춰서 노드들 전부 배터리 교체 작업을 할 수 있기에 차후 관리에도 수월하다.

III. 실험

네트워크 이름	노드 ID	노드 이름	SENSOR TYPE	ALARM DATA	발생 시간
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1906 ppm	2010-06-27 18:24:30
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS VOCs	909H	2010-06-27 18:24:25
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Humidity	89%	2010-06-27 18:24:25
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.7 °C	2010-06-27 18:24:25
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1514 ppm	2010-06-27 18:24:25
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.1 °C	2010-06-27 18:24:20
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:24:14
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:24:08
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:24:04
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:23:58
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.1 °C	2010-06-27 18:23:54
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:23:49
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:23:44
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1558 ppm	2010-06-27 18:23:44
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1810 ppm	2010-06-27 18:23:39
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.1 °C	2010-06-27 18:23:34
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1723 ppm	2010-06-27 18:23:24
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.1 °C	2010-06-27 18:23:20
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1840 ppm	2010-06-27 18:23:20
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.1 °C	2010-06-27 18:23:24
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	1916 ppm	2010-06-27 18:23:24
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.0 °C	2010-06-27 18:23:18
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	2052 ppm	2010-06-27 18:23:19
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS Temperature	28.1 °C	2010-06-27 18:23:14
1, ncalab-usn	4	IS-100_4	IS CO2	2200 ppm	2010-06-27 18:23:14

그림 5. 임계치를 벗어난 노드의 데이터 응답

그림3을 바탕으로 구성하여 실험을 하였다. 각 센서노드들에게 표2에서 제시한 환경위생 기준 임계치 값을 설정하고, 그 범위를 벗어나게 되면 알람소리로 알려주는 방식으로 조치를 하였다.

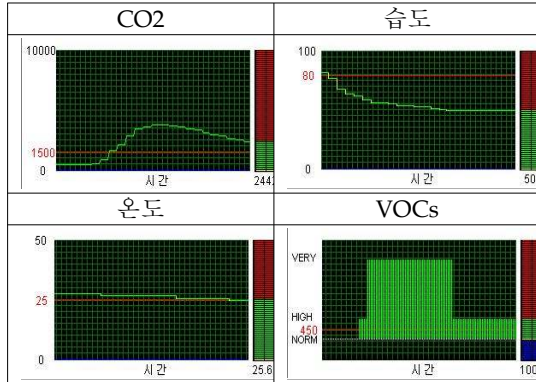


그림 6. 각 그래프별 알람 응답

그림5에서 빨간선은 기준 임계치 값이고, 빨간 선보다 수치 값이 올라가게 되면 알람소리로 경고를 내게 구성되어 있다.

IV. 결 론

현대인의 실내 생활이 늘어남에 따라 실내공기 오염 관리가 중요시 될 것이다.

본 논문은 이런 중요시 되고 있는 실내공기 오염을 좀 더 쉽게 관리하고자 연구하게 되었다.

향 후 알람응답에 따른 자동 관리 시스템을 추가하고 전력소모에 관련된 센서노드를 좀 더 연구하여 활용분야를 더욱 연구해 볼 계획이다.

참고문헌

- [1] 박승창, 남상엽, 류영달, 이기혁, 김완식 “유비쿼터스 센서 네트워크 기술”진한, 2005
- [2] 남상엽, 정교일, 김성동 공저 “유비쿼터스 센서 네트워크 구조 및 응용”, 상학당, 2006
- [3] 강정훈, 황태호, 송병철 “유비쿼터스 센서 네트워크 기술”, 한국방송공학지, 제10권 3호.2005.9
- [4] 이재근 “USN 기술 및 응용서비스 표준화”, 한국정보화진흥원, 2006
- [5] 김태우, 김현태, 홍원화 “학교 건축물의 실내 공기질 측정 및 평가에 관한 연구”. 대한건축학회 논문집. 2006.4
- [6] D.Zheng, et al., "Deployment of Context-Aware Component-Based Application Based on Middleware," Ubiquitous Intelligence and Computing 2007, pp.908-918, 2007.

[7] IEEE Std 802.15.4, IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local metropolitan area networks - Sptecific requirements, Part 15.4 : Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low rate Wireless Personal Area Networks (WPANs), 2006

[8] IETF site Multihoming in IPv6 Working Group : <http://www.ietf.org/html.charters/multi6-charter.html>