
유비쿼터스 센서 네트워크 기반 환경 모니터링 시스템에 관한 연구

최삼길* · 김기태** · 김동일*

A Study of Environment Monitoring System based on USN

Sam-gil Choi* · Ki-tael Kim** · Dong-il Kim*

이 논문은 2009년도 동의대학교 연구년 지원에 의하여 연구되었음.

요 약

유비쿼터스 센서 네트워크는 부착된 태그와 센서로부터 사물 및 환경 정보를 감지, 저장, 가공, 전달하여 인간 생활에 폭넓게 활용되며, 환경오염에 대해서도 사람이 직접 측정 및 모니터링하기 힘든 지역에 설치되어 활용되고 있다. 기존 네트워크에 비해 초소형, 저전력, 저비용으로 쉽게 구성 가능하기 때문에 꾸준히 연구되어지고 있으며 환경과 IT의 전략적 융합을 통한 그린 IT의 네트워크 접목 또한 중요한 연구 분야로 조명되고 있다.

본 논문에서는 네트워크 기반하에 실내 공기질 관리 센싱 메커니즘 구성을 구현하고 환경요소를 측정하여 향후 환경 모니터링 시스템의 활용방안을 제안한다.

ABSTRACT

USN(Ubiquitous Sensor Network) is the network that widely applies for life of human being. 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 realize a IAQM(Indoor Air Quility Management) sensing mechanism composition under the network and suggest the application of Environment monitoring system outlook to measure an Environment element.

키워드

USN, 실내공기질관리, 휘발성 유기화합물, 그린IT

Key word

USN(Ubiquitous Sensor Network), IAQM(Indoor Air Quility Management), VOCs(Volatile organic Compounds)

* 동의대학교 정보통신공학과 (최삼길, sgchoi@deu.ac.kr)
** 동의대학교 대학원 정보통신공학과

접수일자 : 2010. 05. 28
심사완료일자 : 2010. 05. 28

I. 서 론

최근 전 세계적으로 이상 기온이나 지진, 해일, 오존 충파, 대기 오염 등 환경 문제가 중요한 이슈로 대두되고 있다. 이에 따라 환경 상태의 실시간 모니터링을 통하여 발생 위험에 사전 대처하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 유비쿼터스 센서 네트워크는 환경 모니터링과 제어를 위한 인프라 기술로서, 저가의 센서를 기반으로 광범위한 지역의 곳곳에 센서 노드를 설치하고 지능화된 무선 네트워크 기술을 이용하여 측정값을 실시간으로 획득함으로서 광범위한 지역(Wide Area)의 환경 모니터링과 동시에 많은 데이터를 처리할 수 있는 특징이 있다.

본 논문에서는 IAQM(Indoor Air Quality Management : 실내 공기질 관리)에 유비쿼터스 센서 네트워크를 적용하여 실시간 모니터링 시스템을 구현하였다.

II. 관련 연구 및 시스템 설계

2.1 관련 연구

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, 수십 KB 크기의 EEPROM, 수 KB의 SRAM, 수백 KB 크기의 플래시 메모리, 근거리 무선 통신 모듈로 구성된다. 센서 네트워크 기술은 센서와 무선 네트워크 기능을 이용하여 물리공간에서 측정한 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 서

비스, 지능형 의료시스템, 지능형 로봇 시스템 등 다양한 분야에 적용되고 있다.[2]

이러한 센서 네트워크 장점으로는 저전력의 센서노드와 하드웨어를 이용하여 무선 애드-혹(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]

2.2 시스템 설계

본 실내 공기질 관리 시스템(IAQM)은 온도, 습도, CO₂농도, VOCs(휘발성 유기화합물)의 정보를 측정하는 4개의 무선 센서노드와 센서가 측정한 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.

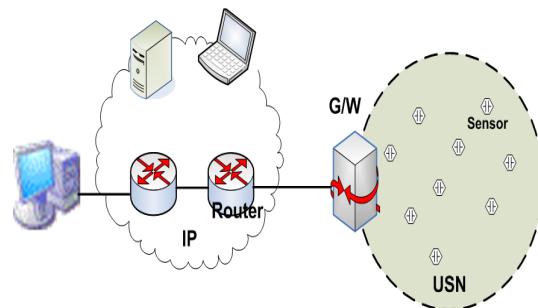


그림 1. 시스템 구성도

Fig 1. System configuration

유비쿼터스 게이트웨이는 인터넷 망과 센서 네트워크 사이의 통신을 원활하게 연결해 주기 위해 사용한다. 유비쿼터스 게이트웨이는 IP 계층에서 패킷의 라우팅을 결정하여 패킷을 전달해 주는 역할을 수행한다.

게이트웨이는 센서 노드들에게 자신이 관리하는 서브넷을 전달한다. 이 패킷을 수신한 센서노드들은 자신

과 통신이 되어야하는 라우터를 알게된다. 따라서 센서 노드들이 외부 네트워크(인터넷)와 통신을 하고자 할 경우에는 알게된 USN 라우터에게 패킷을 전송하게 되고, 게이트웨이는 그 패킷을 수신하여 적응 계층에서 인터넷 망에서 인식 할 수 있는 패킷으로 변환하여 전달하게 된다.[4][7]

표 1. USN 게이트웨이 H/W 스펙
Table 1. USN gateway hardware specification

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 되어있다. 그리고 데이터와 명령은 서로 다른 Port를 이용한다.[8]

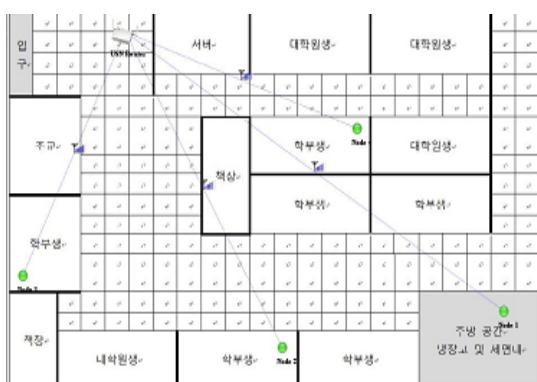


그림 2. 실내 배치현황(센서노드, 라우터)
Fig 2. The present situation of indoor placement
(sensor node, router)

III. 실험

위에서 제안한 시스템의 활용도를 확인하기 위하여 실험을 진행하였다. 유비쿼터스 센서 네트워크를 기반으로 여러 환경 모니터링 시스템 중 여기서는 실내 공기질 관리를 센서노드를 통하여 실험해 보겠다.

각 센서노드에는 온도, 습도, CO₂, VOCs를 측정 할 수 있는 센서가 내장되어 있으며 수집한 데이터를 라우터를 통하여 서버에 전송하게 되어있다. [그림3]은 1~4까지의 센서 노드들이 1~2초 간격으로 정보를 전송해온다. 서버 관리 프로그램에서 서버로의 데이터 전송시간을 변경 가능하다.

SENSOR DATA INFORMATION			
노드 정보	센서 정보	센서 데이터	수신 시간
nlab-usn_1	IS VOCs	NORMAL	16:24:32
nlab-usn_1	IS Humidity	27 %	16:24:32
nlab-usn_1	IS Temperature	26.3 °C	16:24:32
nlab-usn_1	IS CO2	939 ppm	16:24:32
nlab-usn_4	IS VOCs	NORMAL	16:24:32
nlab-usn_4	IS Humidity	22 %	16:24:32
nlab-usn_4	IS Temperature	26.9 °C	16:24:32
nlab-usn_4	IS CO2	863 ppm	16:24:32
nlab-usn_2	IS VOCs	NORMAL	16:24:30
nlab-usn_2	IS Temperature	24 %	16:24:30
nlab-usn_2	IS CO2	970 ppm	16:24:30
nlab-usn_1	IS VOCs	NORMAL	16:24:29
nlab-usn_1	IS Humidity	27 %	16:24:29
nlab-usn_1	IS Temperature	26.2 °C	16:24:29
nlab-usn_1	IS CO2	920 ppm	16:24:29
nlab-usn_3	IS VOCs	NORMAL	16:24:29
nlab-usn_3	IS Humidity	23 %	16:24:28
nlab-usn_3	IS Temperature	28.4 °C	16:24:28
nlab-usn_3	IS CO2	865 ppm	16:24:28
nlab-usn_2	IS VOCs	NORMAL	16:24:27
nlab-usn_2	IS Humidity	24 %	16:24:27
nlab-usn_2	IS Temperature	28.9 °C	16:24:27
nlab-usn_2	IS CO2	975 ppm	16:24:27
nlab-usn_4	IS VOCs	NORMAL	16:24:27
nlab-usn_4	IS Humidity	22 %	16:24:27
nlab-usn_4	IS Temperature	28.6 °C	16:24:27
nlab-usn_4	IS CO2	836 ppm	16:24:27
nlab-usn_3	IS VOCs	NORMAL	16:24:26
nlab-usn_3	IS Humidity	27 %	16:24:26
nlab-usn_1	IS Temperature	26.3 °C	16:24:26
nlab-usn_1	IS CO2	917 ppm	16:24:26
nlab-usn_2	IS VOCs	NORMAL	16:24:24
nlab-usn_2	IS Humidity	24 %	16:24:24
nlab-usn_2	IS Temperature	26.8 °C	16:24:24
nlab-usn_2	IS CO2	977 ppm	16:24:24

그림 3. 각 센서노드들의 실시간 데이터
Fig 3. The realtime data of each sensor node

본 실험처럼 1~2초 간격으로 실시간으로 전송을 하게 되면 유비쿼터스 센서네트워크의 단점인 전원 문제가 생길 수 있으므로, 어느 특정한 시간때에는 3~5분간격으로 데이터를 수집하게 되면 센서노드의 배터리 문제를 어느정도는 해결 가능할 것으로 보인다.

실시간 모니터링 중 온도가 상승한다거나 VOCs, CO₂의 농도가 상승한다면 그 센서노드만 선택을 하여서 좀 더 자세히 볼 수 있게 설계를 하였다.



그림 4. 각 센서노드별 데이터 정보
Fig 4. Data information of each sensor node

이 인터페이스 환경은 비주얼 스튜디오로 제작되었으며, VOCs 같은 경우에는 아직 어느 기준치의 표준이 존재하지 않아 휘발성 유기화합물에 해당하는 물질 중 인체에 어느정도 영향을 미치는 수준에 맞게 Normal, High, Very High로 3개의 등급으로 구분하였다.[5][6]

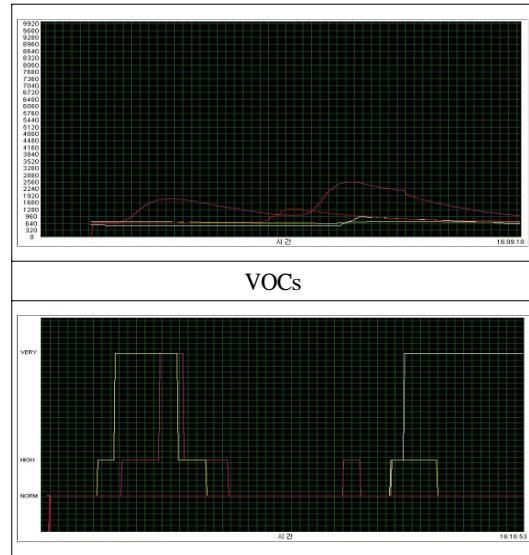


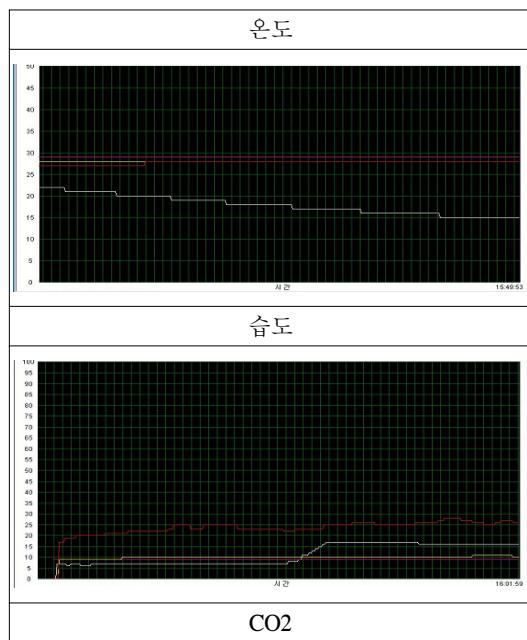
그림 5. 실시간 그래프
Fig 5. Realtime graph

IV. 결론 및 향후계획

본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 환경 모니터링 응용분야 중 IAQM(실내공기질관리)를 해보았다. 측정된 센서의 데이터를 기반으로 인체에 유해한 VOCs의 농도 및 CO₂ 그리고 온도를 실시간으로 전달 받아 공기 상태를 측정 할 수 있었다.

실시간으로 받아 들여진 정보를 바탕으로 환기 시스템 및 냉·난방 시스템을 올바르게 제어가 가능할 것으로 추측한다.

향후 좀 더 효과적인 모니터링 시스템을 위하여 센서 메커니즘을 설계하고, 사람들이 밀집하게 되는 공공장소에 설치될 때 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] 최정민, 강은혜, 하석용, 주재우, 손영환, 임영철 “학교 교실의 실내 공기질 향상을 위한 설계 및 관리자 침 개발에 관한 연구”. 대한건축학회 논문집. 2008.3
- [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 - Sppecific 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>



김기태(Ki-tae Kim)

2010년 동의대학교
정보통신공학과 공학사
2010년 ~ 현재 동의대학교
정보통신공학과 석사과정

※ 관심분야: NGN, USN, 무선망 프로토콜



김동일(Dong-il Kim)

1992년 광운대학교
전자통신공학과 공학박사
1983 ~ 1991 LG 중앙연구소
연구실장

1998 ~ 1999 ETRI 초빙연구원
2003 ~ 2007년 동의대학교 전산정보원장
1991 ~ 현재 동의대학교 정보통신공학과 교수
※ 관심분야: 통신망 성능분석, 무선망 프로토콜,
ITU-T 정보통신기술 표준화

저자소개



최삼길(Sam-gil Choi)

2001년 동아대학교 전자공학과
공학박사
2005 ~ 2006년 동의대학교
공과대학 학장

2007 ~ 2008년 동의대학교 교수협의회 회장
1973 ~ 1985년 동의과학대학 통신공학과 교수
2009년 CSU, Sacramento 방문교수
1985~현재 동의대학교 정보통신공학과 교수
※ 관심분야: 디지털 신호처리, 네트워크 프로토콜