

저전력 무선센서 네트워크를 이용한 빌딩 내 환경공조 시스템

이승철* · 정완영**

**동서대학교 디자인 & IT 전문대학원 유비쿼터스 IT

**동서대학교 컴퓨터정보공학부

Indoor Air-Conditioning System in building Using Lower Power Wireless Sensor Network

Seung-chul Lee* · Wan-Young Chung**

**Department of Ubiquitous IT Graduate School of Design & IT, Dongseo University

**Division of Computer & Information Engineering, Dongseo University

E-mail : no510@hanmail.com

요 약

본 연구에서는 소형, 저전력 센서와 센서 인터페이스를 구현하여 빌딩내의 실내 공조시스템과 함께 연동하고자 하였다. 빌딩 내 공조시스템은 저비용인 저전력 무선센서 노드간의 네트워크를 형성하여 각 룸마다 오염농도를 분석하여 룸의 오염 상태를 확인 한 후 실내 공조시스템에 있는 팬을 자동으로 조절해서 최적의 환경을 조성할 수 있게 하였다. 또한 GUI 인터페이스를 통해 각 룸의 있는 센서노드의 배터리 상태를 확인할 수 있는 것은 물론 모니터링이 필요한 가스의 농도와 온도 등을 확인 할 수도 있었다. 본 논문에서는 IEEE 802.15.4와 Zigbee를 지원하는 근거리 통신망을 갖는 저전력 무선센서 노드를 이용하여 무선센서 네트워크를 형성하기 위해 Ad-hoc 기능을 갖는 Simple forwarding routing을 구현하였다. 그리고 가스센서의 전력소모를 줄이기 위해서 전기화학적으로 환원 또는 산화하여 외부회로에 흐르는 전류를 측정하는 저전력 전기화학식 가스센서를 사용하였으며, 가스센서 인터페이스를 저전력으로 동작하도록 설계하였다.

ABSTRACT

Indoor air-conditioning system(IAS) using wireless sensor network serves to reduce the amount of pollution entering the room from outside and also the pollution that is generated indoor. Small-size and lower power wireless sensor node and sensor interface board was designed for indoor air-conditioning system in buildings of offices and industrial establishments. Many sensor nodes forms Ad-hoc network topology using simple forwarding routing to transmit polluting gas concentration data from different rooms to the indoor air-conditioning system. Sensor node analyzes pollution concentration in the each room and air-conditioning system performs to air-distribution and air-inhalation according to room's pollution by regulating the fan of indoor air-conditioning system. To reduce power consumption electrochemical gas sensor was used in the design. Thus the designed system can optimize state of indoor environment. Graphic user interface displays node sate, gas concentration and temperature of each room.

키워드

Tinyos, IAQ, Gas sensor, Wireless Sensor network

1. 서 론

급속화된 산업화와 인구의 도시집중화와 차량의 과포화 등으로 인해서 도시의 환경오염과 함

께 건물에 거주함으로써 인해 발생하는 인체의 질병 등으로 실내공기에 대한 오염문제가 부각되어 지고 있다. 특히 현재 우리나라는 현대주택건물의 특성상 건물의 밀폐성이 향상되면서 에너지

절감과 사생활보호를 위해 고기밀, 고단열 주택(아파트)으로 변화하고 있다. 이로 인해 환기 횟수 감소는 물론 환기를 한 후에도 다른 룸에는 오염물질이 남아있으며, 또한 건물 고급화에 따라 실내건축자재 및 각종 오염물질의 발생이 증가하는 등 실내공기오염에 노출되어있다. 본 연구에서는 무선센서 네트워크와 실내공조 시스템을 이용하여 각 룸마다 Ad-hoc 네트워크를 형성하여 가스측정 인터페이스 모듈과 함께 센서노드를 배치하여 오염농도를 분석하고 모니터링 하고자 한다.

II. 실내공조시스템 설계

그림1은 무선센서네트워크와 실내공조시스템과의 개념도를 보여주고 있다.

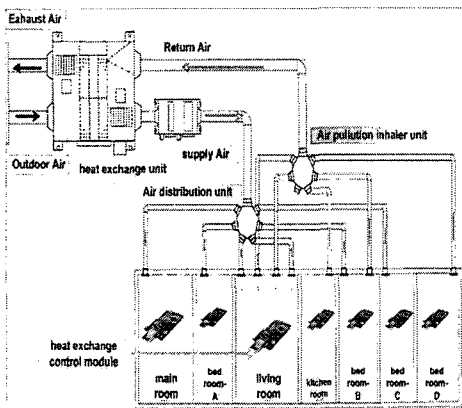


그림 1. 실내공조 시스템의 구조.

룸마다 멤버노드는 Ad-hoc 네트워크가 형성되어, sink node(living room)에 각 룸의 오염농도 및 실내상태(온도, 습도)를 전송한다. 싱크노드는 열 교환 유닛(heat exchange unit)와 공기분배 유닛(air distribution unit) 그리고 오염공기흡입 유닛(air inhalation unit)등을 제어한다. 열 교환 유닛은 실내에 공기를 공급하기 전에 각종 오염물질을 흡착, 분해하고 살균하여 청정공기를 실내에 공급하는 장치이다. 이는 공기분배 유닛과 오염공기흡입 유닛과 연결이 되어 있으며, 각각의 공기 분배 유닛과 오염공기흡입 유닛의 배기관은 각 룸마다 설치되어 있다. 룸의 실내 공기가 청정 공기 상태일 경우에 공기분배 유닛의 배기관 출이 닫힌다. 그리고 실내 공기가 오염되면 공기분배 유닛과 공기흡입 유닛의 배기관 유입구가 자동으로 개폐되어서 실내 환경을 유지시켜 준다.

III. 전기화학식 가스 입력센서

본 논문에서는 실내의 일산화탄소의 환원성 가스를 실내에서 가스를 감지하기 위해 전기화학식 가스센서인 일본의 Nemote사의 상용 센서인

NAP-505를 사용하였다.

전기화학식 가스센서는 산화반응이 일어나는 검지전극(working electrode)과 동시에 환원반응이 일어나는 대향전극(counter electrode) 그리고 산화환원 반응과 함께 변화하는 전위를 감시하고 전위를 일정하게 유지하기 위한 참조전극(Reference electrode)으로 구성되어 있다. 전기화학식 센서는 검지 대상 가스의 흐름을 검지전극으로 제한하여 모든 가스가 전극에서 산화 혹은 환원 반응을 일으킨다. 이 산화환원 반응에 의하여 발생하는 전류는 검지 전극 측의 가스농도에 대응하기 때문에 이 전류를 측정함으로써 가스를 검지할 수 있다. 이 전류와 일산화탄소의 농도 사이에는 직선비례 관계가 성립한다. 본 연구에서는 무선센서 노드를 배터리(3V)로 구동하기 위해 저전력으로 동작하는 전기화학식 가스센서를 사용했으며, 실내상태를 판단하기 위해 온·습도 센서를 추가하였다.

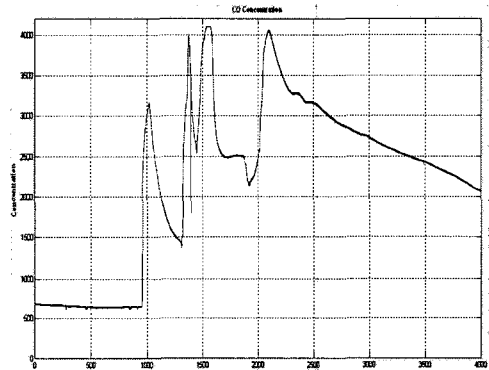


그림 2. 일산화탄소 500ppm에 대한 반응특성

실내공조 시스템을 테스트하기 위해 환원성가스인 일산화탄소에 대한 반응성을 조사하였다. 일산화탄소의 가스는 0~1000ppm 농도 영역에서 가스 감지특성을 측정하였다. 그림2는 측정박스(12.500 cm³)내에 가스센서 모듈과 센서노드를 이용하여 500ppm의 일산화탄소를 주입했을 때 패킷이 1sec당 100 sampling data에 대한 측정 그래프이다.

IV. Simple Ad-hoc routing 구현

기존의 실내공조시스템은 실내에 하나의 컨트롤 보드를 장착하여 실내 환경 상태를 컨트롤 하고 있다. 본 논문에서는 각 룸에 있는 센서들은 무선으로 데이터를 전송할 수 있는 범위가 한정되어 있으므로, 멀리 떨어져 있는 노드에게 데이터를 전송하기 위해서는 주변 다른 노드들의 도움이 필요하다. 주변에 존재하는 모든 노드들이 서로 협력하여 자유로운 망을 형성하고 서로간의

데이터를 forwarding 하여 목적 노드(sink node)에게로 전송해 줄 수 있는 네트워크가 필요하다. Ad-hoc 네트워크를 형성되는지를 실험하기 위해서 PAN(person area network)범위를 15Cm로 해서 노드간의 simple forwarding routing을 구현하였다. 그림3과 같이 노드 8(롬)이 노드 5(롬)에게 어떤 데이터를 전송하고 싶은 경우에는 노드 7(롬)와 6(롬)은 노드 8이 보낸 데이터를 포워딩해 줌으로써 데이터가 노드 5에게 전달될 수 있다.

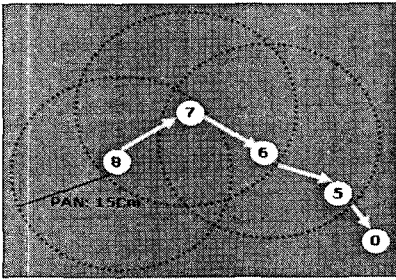


그림 3. simple forwarding routing.



그림 4. Received data at the PC.

그림 4는 5, 6, 7, 8번 노드는 멤버노드와 멤버노드 사이에 포워딩하여 sink node에게 패킷을 전달한다. 싱크노드는 PC에 시리얼로 연결되어 데이터를 넘겨주고 있다. 패킷은 포워딩을 위한 패킷과 오실로스코프 기능을 갖는 채널별 데이터 패킷 파트로 구성되어 있다. 포워딩을 위한 패킷은 목적노드(sending node)와 자신노드(original node) 그리고 홉 카운트(hop count), 시퀀스 넘버(sequence number)로 구성 되어있으며, 홉 카운트는 그림 4에 있는 패킷을 보면 센서 노드 7번 노드가 목적노드와의 홉 경로는 3홉으로 되어있다. 시퀀스 넘버는 패킷을 무작정 전달만 하다 보면 같은 패킷을 다시 전송하는 문제가 발생할 수 있다. 시퀀스 번호를 부여하여 한 번 받은 패킷은

두 번 다시 전송하지 않도록 하였다. 오실로스코프 기능을 갖는 패킷은 노드ID, last sample, 센서 2채널(CO, 온도) 그리고 20byte의 센서데이터 필드로 구성되었다. 오실로스코프 패킷을 사용하여 오실로스코프 자바 어플리케이션을 이용하고자 한다.

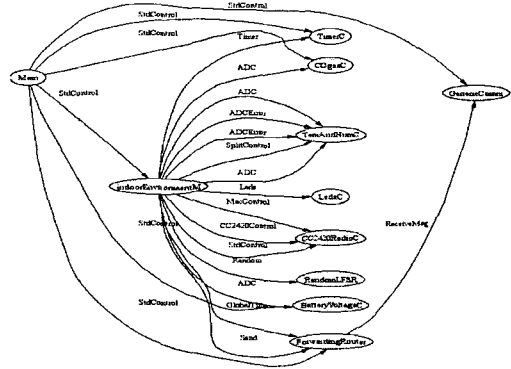


그림 5. 실내모니터링 센서노드 컴포넌트.

그림 5는 실내 모니터링을 위한 tinys 기반의 컴포넌트가 서로 와이어링 되어 인터페이스 되어 있는 모습을 보여주고 있다. COgasC(CO), TemandHumC(온도) 컴포넌트는 센싱을 하며 IndoorEnvironmentM에서는 오실로스코프 기능을 수행하여 센서 데이터가 20byte가 저장되면 send interface 통하여 자신노드ID, last sample, 20byte 센싱 데이터를 forwardingRouter에 보낸다.

forwardingRouter는 자신의 노드에서 생성된 패킷을 받을 경우 패킷 넘버를 저장한다. 그러나 다른 노드로부터 새로운 패킷을 받을 경우 자신의 노드에 다른 노드의 패킷넘버가 있는지 찾아보고 없으면 자신의 노드에 패킷넘버를 저장한다.

V. 결과 및 고찰

환원성 가스센서인 저전력 전기화학식 가스센서를 이용하여 0~1000 ppm까지 농도를 무선센서 네트워크를 이용하여 가스농도 판별이 가능한 실내공조 시스템과 연동하여 실내를 모니터링 하고자 하였다. 기존의 실내공조 시스템은 하나의 컨트롤 보드를 실내에 설치하여 다른 구역의 룸의 실내 환경을 측정하기 어려움에 비해 무선센서네트워크를 이용한 실내공조 시스템은 다른 룸의 실내의 오염 농도의 상태를 측정하여 더욱 쾌적한 환경을 조성할 수 가 있다. 멤버노드들은 하나의 게이트에 데이터를 전송하지 않고 simple forwarding 라우팅을 통하여 멤버노드와 멤버노드 사이에 통신을 하여 게이트에 센싱 데이터를 전송한다. 싱크노드는 PC의 그림 6와 같이 수정된 오실로스코프 자바 어플리케이션과 연결되어

5, 6, 7, 8번 노드에 CO, 온도 그래프를 그려주고 있다.

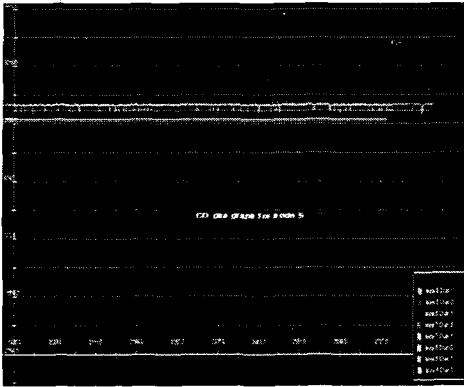


그림 6. CO gas and temperature graph at oscilloscope java application.

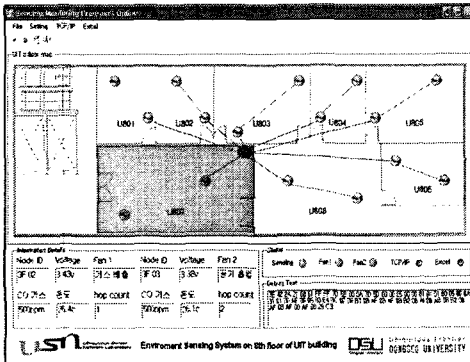


그림 7. 무선센서네트워크 기반의 실내모니터링.

그림7은 무선센서네트워크의 어플리케이션은 각 룸마다 CO 가스농도, 온도, node ID, 자신노드의 흡 상태 및 팬을 통한 가스배출상태를 모니터링을 통해서 확인한 결과이다.

VI. 결 론

본 논문에서는 저전력 전기화학식 CO센서 보드를 구현하여 기존의 반도체 CO센서 보드 보다 소비전력이 개선이 되었으며, 무선센서 네트워크를 사용하여 다른 공간의 룸도 측정이 가능하며, 전체실내 환경을 최적의 상태로 유지할 수 있다.

추후 CO 가스뿐만 아니라 CO₂, 포름알데히드 등의 유해공기 센서보드를 업그레이드 대한 연구를 할 예정이다. 또한 simple forwarding router는 파워당만 하기 때문에 전력소비에 대해서 고려되지 않고 있다. 효율적인 저전력 라우팅을 연구 할 예정이다.

참고문헌

- [1] 유한익, "지하생활공간에서 IAQ(indoor Air Quality)에 영향을 주는 요소들과 대책", 설비저널, 제30권, 11호, 2001
- [2] 유한익, "실내 공기환경(IAQ)오염특성과 환기장치/공기청정기 활용, 대한위생학회 03 정기학술심포지움, pp.39-76, 2003
- [3] http://www.cabt.co.kr/product/sub_01.asp, (주)베스텍 홈페이지
- [4] <http://www.nemototech.com/industrial/electrochem.html>. nemoto &, Ltd. 홈페이지
- [5] Geoff Martin, "An Evaluation of Ad-hoc Routing protocols for wireless sensor networks", P5 7-99, BSc(Honours)Software Engineering, 2004.