

BIM을 이용한 실내공기질 모니터링 시스템에 관한 연구

A Study on Indoor Air Quality Monitoring System using BIM

이 현 태, 손 영 달

목원대학교 방재정보통신지역혁신센터

Lee Hyeun Tae, Son Young Dal

Mokwon Univ.

요약

본 논문에서는 다양한 가스 센서들을 이용하여 실내 공기 질을 측정, 수집하고 실시간으로 모니터링할 수 있는 센서 네트워크와 이를 효과적으로 사용자들에게 인식될 수 있도록 하기 위하여 빌딩 정보 모델링을 활용한 시스템을 제안한다. 기존 실내 공기질 모니터링 시스템은 휴대용 단말기 형태이거나 모니터 상으로 센서의 위치와 측정값을 보여주는 정도로서 사용자가 쉽게 건물 내 공기 질의 상태를 파악하는 것이 어려웠다. 따라서, 본 시스템에서 제안하는 방법은 건축물의 실내 공간을 모델링하고 실제 센서가 설치되어 있는 위치를 모델링 자료와 동기화시켜 사용자가 직관적으로 실내 공기질을 모니터링할 수 있도록 하였다.

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

현대인들은 일상생활의 90% 이상을 실내에서 생활하고 있으며, 최근 실내 공기질 오염 문제로 인해 두통, 현기증, 구토, 기침 등 호흡기 질환 증세와 눈의 피로, 아토피 피부염 등 다양한 질환이 발생하고 있으며, 이에 다중 이용시설에 대해서는 실내 공기질 관리법을 제정하여 주기적으로 실내 공기질을 측정하여 공고하도록 하고 있으며, 일반 주택이나 사무실의 경우 법적인 강제 조항이 없어 정확한 측정이나 대안이 없는 열악한 환경에 노출되어 있다.

최근 실내 공기질의 중요성이 대두되면서 신축건물에는 공기질 측정 장치가 내장된 공조 시스템이 설치되고 기존 건물의 경우 다양한 공기청정기가 설치되어 사용 중이나 과도한 에너지 소비와 실내 공기 오염에 대한 인식이 부족하여 적절하게 사용을 하지 않고 있는 실정이며, 이를 보완하기 위하여 실내 공기질을 모니터링, 분석하여 자동으로 공조시스템과 연동하는 기술과 제품들이 출시되고 있다.

그러나 실내 공기가 오염된 경우 공조시스템에 의해 자동 공조가 된다 하더라도 청정한 상태로 될 때까지는 실내 거주자들은 오염된 공기에 노출되어 피해를 입을 수 있으므로, 본 연구에서는 실내 공기 질을 측정하여 이를 구축된 USN 환경을 통하여 서버로 전송하고 서버에서는 이를 분석하여 BIM(Building Information Modeling)을 활용하여 직관적으로 내부 거주자들이 건축물 각 실내 공간의 공기질 상태를 알 수 있도록 하여 위험상황에 대처하도록 하는 시스템을 제안하고자 한다. BIM은 건축물의 구조, 설비, 토목, 시설물 유지 관리를 용이하게 하기 위해 건축물의 입체적 모델에 입력된 물량산출, 시공, 유지 관리, 보안, 시설물 모니터링 등의 모든 데이터 중에서 관련 데이터를 추출할 수 있는 건축물 정보 모델링 방법이다.

2. 연구의 범위와 내용

본 연구는 지식경제부 지정 목원대학교 방재정보통신 지역혁신센터의 지원에 의한 것이며 연구의 범위와 내용은 다음과 같다.

2.1 무선 통신부가 내장된 센서 모듈 제작

실내 공기질 모니터링을 위하여 사무실이나 가정에서 암모니아, H₂S 등과 같은 물질에서 발생하는 미세한 냄새를 감지할 수 있는 Figaro사의 TG2602를 사용하였으며, CO₂ 감지를 위해 MG811, VOCs 감지를 위하여 SP3S를 사용하였으며, 이들 출력 값을 32bit MCU를 사용하여 Graphic LCD로 직접 표시함과 동시에 Zigbee 무선 통신을 이용하여 서버로 측정값을 전송할 수 있도록 제작하였다. Zigbee 무선 통신 모듈로는 Radiopulse사의 RP-M100 모듈을 사용하였다.

2.2 센서 측정값 분석 프로그램 제작

각 실내 공간에서 전송되어진 측정값들을 저장, 분석하여 각 격실의 공기질 상태를 진단하고 현행 실내 공기질 기준에 대한 법적 근거를 기준으로 '매우 쾌적'을 5점으로 '매우 위험'을 1점으로 하여 5단계로 등급을 산정하도록 하였으며, 사용한 3개의 센서들의 단계들을 조합하여 실내 공기질 판정표를 작성하였다.

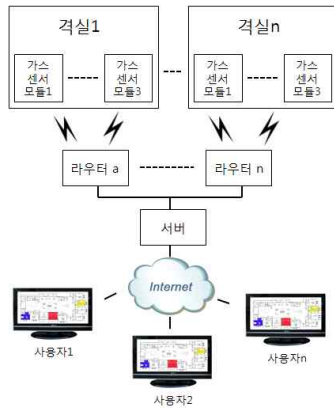
2.3 BIM 제작 및 사용자 프로그램 제작

BIM제작을 위해 Virtual Builders사의 ArchiSpace를 사용하여 건축물의 실내 공간을 2D, 3D로 모델링하였으며, 각 격실의 실내 공기질 판정표에 의한 판정 결과를 색깔로 구분하여 표시함으로써 사용자가 직관적으로 각각의 실내 공간의 공기질 정보를 파악할 수 있도록 하였다.

II. 연구의 방법 및 실험

1. 개발 시스템 구성

공기질 모니터링을 위하여 3가지 센서를 사용하였으며, 각각의 격실에 센서 모듈을 설치하여, 지그비 무선통신으로 라우터를 거쳐 서버로 전송할 수 있도록 구성하였으며, 서버에서 각 격실 공기질 정보를 판정하여 인터넷을 통해 사용자에게 제공한다.



▶▶ 그림 1. 전체 시스템 구성도

2. 하드웨어 설계

실시간 센서 인터페이스와 Graphic LCD 구동을 위하여 32bit Cortex MCU를 사용하였으며, 128x64 pixel의 Graphic LCD를 사용하여 측정값의 표시를 하도록 제작하였다. 사용한 가스 센서는 모두 반도체식 센서로서 Heater를 가열하여 Alumina plate 위에 형성된 MOS 반도체로 되어 있으며, 감지할 가스의 농도가 높아지면 센서의 전기 전도도가 높아져 저항이 감소하며, 이를 전압의 변화로 변환하여 MCU내의 12bit Analog Digital Converter를 이용하여 Digital 값으로 변환하였으며, 가스 센서의 Heater가 가열되어 안정화되는 2분간을 Loading 시간으로 두어 측정을 하지 않도록 하여, 초기 측정의 오류 값을 배제하였으며, 변환된 값은 Graphic LCD로 표시됨과 동시에 매 2초 간격으로 지그비 라우터를 통하여 서버로 전송되도록 제작하였다.

3. 공기질 판정 알고리즘

서버로 수신된 각 격실의 공기질 정보인 CO₂, VOCs, Odorous Gas 는 이 각각의 기준에 의해 배점이 주어지고, 세 가지 점수를 합산하여 실내 공기질 평가 등급을 산정한다. 3가지 가스 센서를 평가요소로 선정하여 가중치와 기준 값을 설정하고 배점을 부여하여 각 평가요소의 점수를 합산하여 각 격실의 최종 공기질 평가 등급을 산정하였으며, 기준으로 사용한 값은 정부에서 고시한 실내 공기질 기준 표를 근거로 한도값을 3점으로 주고, 아주 쾌적한 값과 매우 위험한 값을 하한값과 상한값으로 두어 균등 분할하였으며, 가중치와 배점을 곱하여 합산한 값으로 최종 실내 공기질 판정표를 만들었다.

4. BIM 기반 UI 제작

사용자들이 직관적으로 각 격실의 공기질 상태를 쉽게 파악할 수 있도록 하기 위하여 Virtual Builders 사의 ArchiSpace를 사용하여 실제 건축물을 3D와 2D로 모델링하여 보여줄 수 있으며, 실내 공기질 평가 등급에 의한 결과를 각 격실별로 색깔로 표시하여 줌으로써 더욱 쉽게 사용자들이 인식할 수 있도록 하였다.



▶▶ 그림 2. 건축물 실내 3D 모델링

ArchiSpace는 건축물 실내 공간을 3D로 모델링하고 책상, 의자, 벽 등 모든 구성 요소들을 시각화하여 실제 모습과 유사하게 보여줄 수 있어 사용자들이 직관적으로 각 격실의 상태를 확인 할 수 있다. 각 격실의 공기질 모니터링을 위하여 2D 모델링 도면상에 상태를 표시하도록 하며, 표2의 실내 공기질 판정표의 결과에 의해 ‘양호’는 흰색으로, ‘보통’은 파랑으로 ‘위험’은 노랑으로 ‘매우 위험’을 적색으로 표시되도록 하였다.

III. 결론

본 논문에서는 실내 공기질 모니터링 정보를 사용자에게 직관적으로 전달하게 하기 위하여 BIM을 사용하였으며, 시스템 개발을 위한 하드웨어, 알고리즘, 소프트웨어 제작을 위한 절차와 방법에 대하여 설명하였다. BIM은 최근 건축분야에서 각광받고 있는 분야이며, 건축분야뿐 아니라 IT, BT 등 다양한 분야와 융합이 가능하여 향후 새로운 산업 분야로 발전할 수 있으며, 특히 실내 생활이 많은 현대인의 건강한 삶을 위하여 실내 공기질 모니터링과 연계함으로써 BIM을 산업현장에서 뿐만 아니라, 일반인들에게도 친숙하게 사용되어질 수 있으리라 사료된다.

향후 다양한 가스, 환경 센서의 사용을 통한 심도깊은 실내공기질 모니터링과 복합 건축물을 대상으로 한 실험, 스마트폰 기반 어플리케이션 개발과 같은 다양한 시스템에 대한 연구, 개발을 지속해 나갈 계획이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 김정권 “건설 선진화 BIM활성화를 위한 국정감사자료집”, pp.22-24, 2009.
- [2] 김동영 “다중이용시설 실내공기질 관리방안”, pp.7-16, 경기개발연구원, 2007
- [3] 정기 외 3명 “실내 공기질의 건강성능 평가모델 연구”, pp. 3, 한국생태환경건축학회논문집 Vol.10, No.3, 2010.