

온도습도·CO₂ 검출 및 제어용 멀티캐스트 컨트롤러

김명호*, 이태봉**

경원대학교 공과대학 건축설비공학과*, 경원대학교 소프트웨어·전자통신대학 전자공학과**

Temperature, Humidity, CO₂ Detection & Control Multicast Controller

Myung-Ho Kim, Tae-Bong Lee

KyungWon University, Dept. of Architectural Equipment Engineering*, Dept. of Electronics Engineering**

Abstract - 건축물의 냉방·난방 제어를 위해서 열쾌적성과 에너지 절감에 기술이 집중되어서 발생하는 실내공기 오염에 대해서 실내 냉방·난방 부하와 CO₂ 농도에 따라서 환기량을 조절하는 “온도·습도·CO₂ 검출 및 제어용 멀티캐스트 컨트롤러”(이하 “컨트롤러”)를 개발하였다. 컨트롤러의 어플리케이션은 뉴턴C로 프로그램 하였으며 자동제어 네트워크의 환경에 따라서 전용선, 전력선 및 무선 통신 방식을 적용할 수 있도록 모듈형태로 제작하여서 현장 적용성을 높였다. 연구 결과 온도, 습도 및 CO₂를 분석하여 환기량을 조절하여 낭비 에너지를 줄였고 실내공기의 오염을 예방하게 되었고 멀티캐스트 방식으로 자동제어 네트워크의 통신트래픽이 감소되고 효율성을 높였다.

1. 서 론

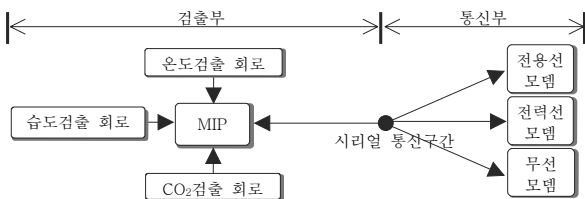
1970년대 에너지 위기 이후 사회 전반에서 에너지 절약이 강조되었고 냉방·난방 분야에서도 에너지를 절약하기 위하여 건축자재와 건축물 기밀 성능을 개발 및 향상시켜서 실내로 자연 유입되는 외기량을 줄이고 건축물의 설계와 시공에 있어서도 환기량을 제한하는 방법이 연구 개발 되었다. 이러한 방법은 냉방·난방 부하를 줄여 에너지 절약 효과를 얻을 수 있지만 실내공기의 환기량이 부족하여 실내공기가 오염되고 그로 인하여 대부분의 시간을 실내에서 보내는 현대인들에게 피로감과 두통을 발생시키고 업무능력이 저하되며 장시간 체류하면 인체에 심각한 영향을 주는 건물증후군(Sick Building Syndrome)의 원인이 된다.[1] 이러한 실내공기 오염의 심각성은 세계보건기구(WHO)를 비롯하여 세계 각국에서 주요 관심사로 다루어지고 있고 국내에서는 ‘다중이용시설의 실내공기질 관리법’에서 그 중요성을 설명하고 있다. 따라서 실내공기의 오염을 예방할 뿐만 아니라 적절하게 냉방·난방 에너지를 사용하여 효율적으로 열 쾌적성을 유지하는 방법이 요구된다.

본 논문에서는 이러한 실내공기의 오염을 예방하고 에너지 절약을 병행하기 위해서 재질자에 의해서 농도가 변하는 CO₂를 검출하여 재실 여부와 공기오염 정도를 검출하고 온도와 습도를 검출하여 냉방·난방 및 환기 제어를 실시한다. 또한 건축물의 냉방·난방 및 실내 환기 조절을 위해서 건축물 자동제어 설비의 상호 연동이 필수적인데 멀티캐스트 방식으로 구현하여 통신의 트래픽을 최소한으로 줄이고 효율성을 높이는 자동제어 네트워크를 구현하고자 한다. 본 연구에서는 온도검출 회로, 습도검출 회로 및 CO₂ 검출 회로를 설계 및 제작하였고 자동제어 네트워크 구축을 위한 통신모뎀의 하드웨어를 설계 및 제작하였고 온도·습도·CO₂ 검출과 환기 제어 알고리즘 및 멀티 캐스트 방식을 이용한 건축물 자동제어 네트워크의 바인딩 도를 제시하였다.

2. 본 론

2.1 하드웨어

그림 1과 같이 하드웨어는 검출부와 통신부로 구분된다. 검출부는 온도검출 회로, 습도검출 회로 및 CO₂검출 회로로 구분되고 각각의 검출 회로에서 검출된 아날로그 값을 디지털 데이터로 변환 연산하는 MIP(Micro Interface Processor)로 구성된다. 통신부는 전용선, 전력선 및 무선 통신 방식을 자동제어 네트워크의 환경에 따라서 적용할 수 있도록 모듈형태로 제작하였다.



<그림 1> 개요도

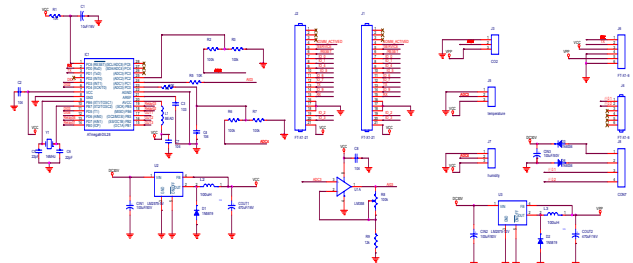
2.1.1 온도습도·CO₂ 검출 하드웨어

그림 2-1의 온도검출 소자는 반도체 타입으로 0~100[°C]의 온도 변화를 0~1[V]의 전압신호로 나타내고 Op-amp로 증폭하여 검출한다. 저항 방식과 비교하여 반응속도가 빠르다. 그림 2-2의 습도검출 소자는 0~100[%]의 절대습도를 0~5[V]의 전압신호로 나타낸다. 그림 2-3의 CO₂검출 소자는 NDIR(비분산적외선)방식으로 0~2,000[ppm]의 CO₂ 농도를 0.5~4.5[V]의 전압신호로 나타낸다.



2-1. 온도 2-2. 습도 2-3. CO₂ 2-4. 검출회로
<그림 2> 온도, 습도, CO₂ 검출 소자 및 검출회로

온도, 습도 및 CO₂ 검출회로를 그림 3과 같이 설계하였다. 온도·습도·CO₂ 검출소자에서 검출된 전압신호 형태의 아날로그 값이 MIP에 입력되고 MIP는 A/D Converting하여 사전에 정의한 프로토콜 버퍼에 디지털 데이터가 입력되도록 A/D Converter와 내장 메모리를 포함하고 입력된 디지털 데이터를 시리얼 통신방식으로 통신 모뎀에 송신하도록 시리얼 통신을 지원한다. 그림 2-4는 제작된 회로의 모습이다.



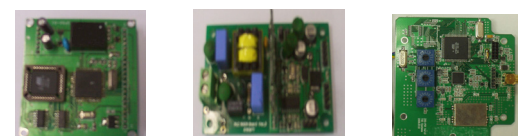
<그림 3> 회로도

2.1.2 통신부 하드웨어

그림 4-1의 전용선 모뎀은 78[kbps]의 통신속도로 통신 전용선을 사용하여 통신의 안정성과 신뢰성이 높다.

그림 4-2의 전력선 모뎀은 5.6[kbps]의 통신속도로 통신선로의 추가 공사 없이 기존의 전력선의 60[Hz]의 주파수에 통신 주파수를 중첩 반송하여 통신한다. 그림 4-3의 무선 모뎀은 Zigbee방식으로 2.4[GHz]의 무선 주파수 대역을 이용하며 250[Kbps]의 통신속도를 가진다. 통신선이 없기 때문에 설치 위치가 자유롭고 설치 작업이 쉽고 빠르다.

통신부와 검출부는 프로토콜 데이터를 시리얼 통신으로 송·수신하며 모뎀의 SIP(System In Package)에서는 프로토콜 데이터를 비교 연산하여서 제어·통신 알고리즘에 의한 어플리케이션이 수행된다. 서비스키로 48[bit]의 고유 주소값을 네트워크에 전송하여 멀티캐스트를 위한 주소값을 네트워크의 각 장치들에게 정의한다.



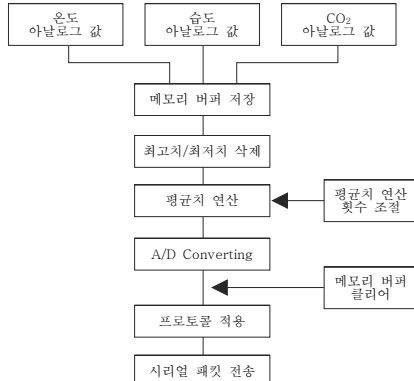
4-1. 전용선 모뎀 4-2. 전력선 모뎀 4-3. 무선 모뎀

<그림 4> 통신부 하드웨어

2.2 소프트웨어

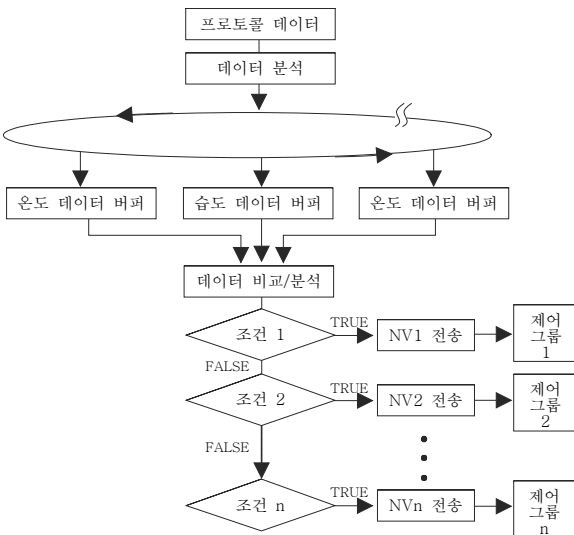
2.2.1 알고리즘

그림 5의 검출 알고리즘이 MIP의 메모리에 저장되어 검출 회로에서 입력되는 아날로그 값의 최고치와 최저치를 제외한 평균치를 적용하여 오차를 줄이고 A/D Converting으로 디지털 데이터로 변환해서 프로토콜에 적용하여 시리얼 통신으로 모뎀에 송신한다.



〈그림 5〉 검출 알고리즘

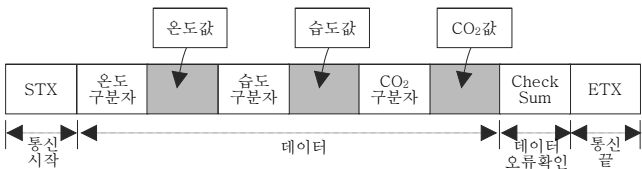
제어·통신 알고리즘은 온도·습도·CO₂ 값을 프로토콜 데이터의 형태로 통신부 모뎀의 SIP에서 수신하여 실시간으로 실내 조건을 분석하고 각 조건에 따라서 제어 그룹에 명령을 전송하도록 멀티캐스트 방식으로 구현하였다.[2]



〈그림 6〉 제어통신 알고리즘

2.2.2 프로토콜 정의

통신이 시작되는 STX 버퍼에는 동기문자가 정의되고 각각의 온도, 습도 및 CO₂ 구분자에는 입력되는 값을 구분하는 문자가 정의된다. 디지털 값으로 변환된 검출 데이터는 각각의 버퍼에 입력되고 전체 데이터의 비트 합이 Check Sum 버퍼에 입력되어 오류를 방지하며 통신이 끝남을 알리는 제어문자가 ETX 버퍼에 정의된다.



〈그림 7〉 프로토콜 개요

2.2.3 네트워크 변수의 구성과 바인딩

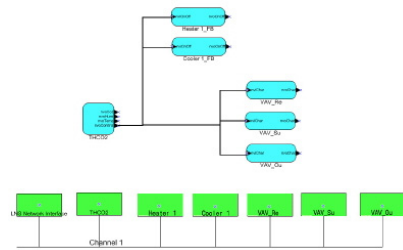
통신부 모뎀의 SIP에서는 시리얼 통신으로 전송된 온도, 습도 및 CO₂ 프로토콜 데이터를 분석하여 네트워크 변수에 제어명령과 데이터를 입력한다.

입력된 데이터에 따라서 표 1과 같이 그룹 지정된 네트워크 변수에 데이터가 전송되는 멀티 캐스트 방식으로 트래픽을 줄였다.

〈표 1〉 멀티캐스트 바인딩을 위한 네트워크 변수

	냉방 Group NV1	난방 Group NV2	환기 Group NV3	냉방·환기 Group NV4	난방·환기 Group NV5
온도·습도·CO ₂ 컨트롤러	nvoTemp (SNVT_temp)	nvoTemp (SNVT_temp)	nvoControl (SNVT_switch)	nvoTemp (SNVT_temp) nvoControl (SNVT_switch)	nvoTemp (SNVT_temp) nvoControl (SNVT_switch)
Heater	N/A	nviTemp (SNVT_temp)	N/A	N/A	nviTemp (SNVT_temp)
Cooler	nviTemp (SNVT_temp)	N/A	N/A	nviTemp (SNVT_temp)	N/A
VAV_Re	N/A	N/A	nviOnOff (SNVT_switch)	nviOnOff (SNVT_switch)	nviOnOff (SNVT_switch)
VAV_Su	N/A	N/A	nviOnOff (SNVT_switch)	nviOnOff (SNVT_switch)	nviOnOff (SNVT_switch)
VAV_Ou	N/A	N/A	nviOnOff (SNVT_switch)	nviOnOff (SNVT_switch)	nviOnOff (SNVT_switch)

멀티 캐스트 방식의 네트워크를 구축하기 위하여 하드웨어의 서비스 키를 이용하여 각 장치의 주소값을 정의하고 LONMAKER 툴을 이용하여 송신 네트워크 변수와 수신 네트워크 변수의 바인딩을 그림 7과 같이 구성하였다.[3]

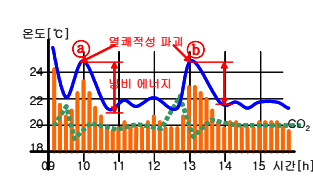


〈그림 7〉 바인딩

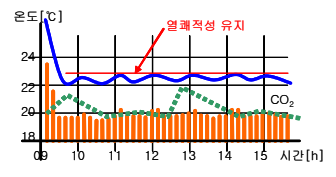
2.3 온도·CO₂ 변화 비교

시간 변화에 따라 실내공간(4.5[m]×4.2[m]×2.3[m])의 온도[°C]와 CO₂ 농도[ppm]를 측정된 결과는 그림 8, 그림9와 같다

그림 8과 같이 기존의 방식으로 온도, 습도와 CO₂를 따로 제어할 경우 환기제어가 될 때 ㉠, ㉡와 같이 열쾌적성이 파괴되고 낭비 에너지가 발생하는 반면 그림 9와 같이 컨트롤러를 사용하여 온도와 CO₂를 분석 제어를 할 경우 환기 제어에 대해서 열쾌적성이 유지되고 낭비 에너지가 절감되는 것을 알 수 있다.



〈그림 8〉 기존의 온도·CO₂ 변화



〈그림 9〉 컨트롤러를 사용한 온도·CO₂ 변화

3. 결 론

온도·습도·CO₂를 검출하여 건축물의 냉방·난방 시스템을 조절할 수 있는 “온도·습도·CO₂ 검출 및 제어용 멀티캐스트 컨트롤러”를 개발하여 제어 네트워크를 구축하였으며 전용선, 전력선 및 무선 통신 방식을 현장 여건에 맞게 적용할 수 있도록 모듈형태로 제작하여서 현장 적용성을 높였다. 통신 방식에 있어서는 멀티캐스트 방식으로 냉방·난방 제어네트워크의 각 기기들이 조건에 따르는 제어 그룹을 구성하여 상호연동하면서 효율적인 제어네트워크를 구축하고 실내공기 오염과 냉방·난방 에너지 절감을 동시에 고려하여 합리적인 운전이 가능하였다.

현장에서 발생하는 다양한 조건들을 알고리즘으로 설계하고 세계적 추세에 있는 빌딩자동제어의 표준화를 위하여 더욱 다양한 표준네트워크변수(SNVT)와 이에 적합한 표준구성속성(SCPT)을 개발하는 것이 급후의 과제라고 생각한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박일호, “실내공기질 관리정책 및 방향”, 공기청정기술, Vol 17 No 2, 2004
- [3] 오명도 외 2명, “시스템에어컨과 환기시스템 설치 냉방시 열쾌적성 및 실내공기질 연구”, 대한기계학회논문집, B권, pp. 57-66, 2006
- [2] Echelon.co., LonMaker User's Guide, pp.1.9-1.10, pp. 10.17