무선 환경에서의 온도 측정 시스템 설계에 관한 기초 연구

차부상*, 정우철**, 류정탁***, 김연보***
대구대학교 정보통신공학과*
포항산업과학연구원 센서계측연구팀**
대구대학교 전자정보공학부 및 나노기술연구소***

Fundamental design studies of the temperature measurement system on wireless environment

Bu-Sang Cha*, Woo-Cheol Jeong**, Jeong-Tak Ryu***
Dept. of Information & Communiation Engineering, Daegu Univ.*
Sensor & Instrumentation Team, Research Institute of Industrial Science & Technology**
School of Electronic Engineering & Institute of Nano Technologies, Daegu Univ.***

요 약

본 논문에서는 온도 센서로부터 얻어지는 데이터를 전송하고 실시간으로 처리하기 위하여 RF방식을 이용한 단 방향 데이터 전송 시스템을 설계하고 그 특성을 측정하였다. 설계된 무선 전송기능의 온도 측정 시스템은 온도센서 및 제어부, 데이터 전송용 RF module 로 구성되었다. 온도 측정을 위한 센서는 AD590 전류 구동 형 전압출력 센서이며 제어부는 PIC one-chip microprocessor를 사용하였다. 또한 데이터의 무선 전송을 위해 433MHz 주파수 대역의 반 이중 RF Module을 사용하여 system 을 구현하였다. 실험은 10M 이내의 실내 공간 내에서 수행되었고, 임의의 온도측정 구간에 따른 온도 변화 환경에서 3가지 경우의 (3M,5M,10M) 거리 변화를 두고 데이터를 측정 및 비교 분석하였다. 실험결과 10M 이내의 거리에서는 온도센서로부터 얻어진 데이터를 실시간으로 송수신하여 결과를 처리할 수 있었으며 이를 이용한 다중 sensor 시스템 구현이 가능한 결과를 얻었다.

1. 서론

최근 무선 기술을 이용한 홈 네트워크 관련 기술이 각광 받고 있다. 이러한 일정지역에서의 홈 네트워크 관련 기술의 발전 및 개발 필요성뿐만 아니라 광범위한 지역에서도 환경 자동화 시스템 구축의 필요성이 제기되고 있는 추세이다. 현대인의 생활에서 환경에 관한 정확하고 실 시간적인 정보가 필요할 경우가 많다. 센서 계측기로부터 측정된 데이터를 수집하여 이를 무선 데이터망을 통해 필요할 경우 어디서든지 이를 분석 및 감지할 수 있는 체계가 개발되어 있다[1]. 이와 같이 극장이나 강당과 같은 생활에 관련된 실내 공간, 광범위한 지역의 산업현장 및 직접적인 측정이 어려운 지역에서의 원격측정

시스템의 필요성이 증가하고 있다. 이 경우 기존의 유선 통신망을 이용한 원격 감지 시스템에 발생했던 기반 시설에 대한 비용문제, 데이터의 실시간 처리 문제들이 발생한다. 이를 해결하기 위해 무선 기반의 원격 측정 시스템의 개발이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 무선 기반의 원격 측정 시스템의 설계에 관한 기초 연구로서 비교적 간단한 무선 측정시스템을 직접 설계 및 실험을 통해 발생되는 여러 가지 문제점들을 파악하고 효율적인 무선기반의 원격 측정시스템 설계에 관한 연구에 대해 기술하였다.

2. 전체 시스템 구성 및 개요

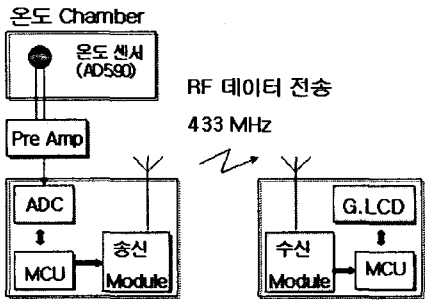

그림 1. 시스템 구성도

시스템의 전체 구성은 크게 임의의 온도구간 변화에 따라 온도 값을 출력하는 센서부, 획득된 센서 출력 값을 처리하기 위한 제어부 그리고 처리된 데이터를 무선으로 전송하기 위한 송신부와 수신부로 나누어져 있다. 시스템의 처리 과정을 살펴보면 먼저 온도센서로부터 측정된 온도의 변화 량을 검출하여 적당한 증폭 및 조정 과정을 수행하게 된다. 이렇게 획득된 온도 변화 값은 AD 변환기를 통해 디지털 값으로 바뀌게 되고 마이크로 컨트롤러에서 처리된 후 RF module을 통해 최종 수신부로 전송하게 된다. 사용된 'AD590' 온도 센서는 전류 구동 형 전압 출력 센서이며, 신호 처리를 위한 제어부의 컨트롤러는 PIC one-chip microprocessor를 사용하였다. 또한 데이터를 무선으로 전송하기 위해 433MHz 대역의 주파수를 가지는 반 이중 RF 무선 모듈을 사용하였다. 수행된 실험의 조건은 0 ~ 100 ℃ 까지의 임의의 온도변화 구간을 측정 범위로 설정하였고 (3M, 5M, 10M) 3가지 경우의 거리 변화에 따른 데이터 전송 효율을 중심으로 실험하였다.

3. 시스템 설계 및 동작

3.1 온도 센서

실험에 사용된 온도센서는 전류 구동 형 전압출력 센서로서 측정이 가능한 최대 범위는 -55 ℃ ~ +150 ℃ 까지 이다. 이 실험에서 수행된 임의의 측정 구간은 0 ℃ ~ 100 ℃ 까지의 구간으로 설정하였으며 실온(25 ℃)를 기준점으로 맞추기 위해 offset 값을 조정하여 1.25V 의 출력이 나오도록 조정 하였다. 사용된 'AD590' 온도센서 Datasheet 에서 제시하고 있는 응용회로[5]에 의하면 1 ℃ 증가할 때 마다 100mV 전압이 증가하게 되어 있다. 본 실험에서는 0V ~ 5V 사이의 A/D 변환 전압 범위 구간에 맞추기 위해 1 ℃ 증가할 때 마다 약 50mV 의 출력 전압이 증가 되도록 회로를 수정 및 보완하였다.

3.2 데이터 전송

센서로부터 출력 되어진 온도 변화에 따른 전압의 출력 값은 Radiometrix 사의 TX2 & RX2 단방향 RF Transceiver를 통해 최종 수신부로 전송하게 되는데 데이터의 송수신 보드에 설계된 안테나는 Whip 안테나와 Helical 안테나 두 종류를 사용하여 실험하였다. 센서로부터 출력 되는 전압 값은 수신부로 전송되기 전 A/D 변환을 거치게 되는데 이 실험에서는 12 bit의 분해능을 가지는 A/D 변환기를 사용하였다. 아래 데이터 전송을 하기 위한 송신부의 사진을 그림 2(a)에 나타내었다.

A/D 변환기를 거친 12 bit 온도 데이터는 PIC one-chip microprocessor를 통해 RF module(TX)단자를 통해 최종 수신부로 전송하게 된다. 전송되는 데이터 형식은 RS-232C 포맷을 따르며 12 bit A/D 결과 값을 8 bit 씩 나누어서 전송하게 된다. 이렇게 두 번에 걸쳐 8 bit씩 전송하는 이유는 사용된 PIC one

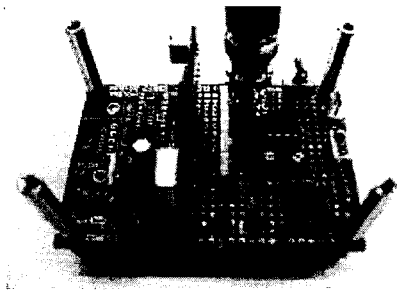

그림 2(a). 송신부 사진

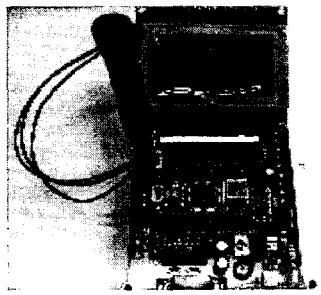

그림 2(b). 수신부 사진

-chip microprocessor module(PB/1S) 에서는 한번에 8 bit 이상의 데이터를 전송할 수 없기 때문이다. 하지만 이렇게 2회에 걸쳐 데이터가 전송됨에 따라 약간의 시간 지연이 발생하더라도 실시간으로 데이터를 송수신하는데 있어 큰 문제가 발생 되지 않았다. 데이터가 읽혀지고 전송되는 과정의 시간 간격은 약 0.5ms 정도로 수행하게끔 프로그램 되어 있다. 또한 송신부에서는 최종 온도 데이터를 보내기 전 데이터의 시작 및 인식을 위해 알려주는 8 bit의 별도의 인식 명령 데이터를 보내고 난 후 최종 온도 데이터를 전송하게 된다. 따라서 송신부에서는 약 0.5ms 단위로 획득된 데이터를 RF module(Tx) 단자를 통해 인식 명령 데이터와 온도 데이터를 연속적으로 전송하게 되는 것이다.

3.3 데이터 수신

수신부의 구성을 살펴보면 송신부로부터 전송 되어진 온도 데이터를 수신하는 RF module(Rx) 부분과 Rx 단자를 통해 수신된 데이터를 처리하는 PIC one-chip microprocessor (PB/2S) module, 결과값을 나타내는 Graphic LCD module로 구성되어져 있다. 수신부의 사진을 그림 2(b)에 나타내었다.

수신부 에서의 동작을 살펴보면 먼저 1 byte의 인식명령 데이터를 수신 받게 되면 송신부에서 16 bit의 데이터를 8 bit씩 두 번에 걸쳐 송신함에 따라 수신부 에서도 8 bit 씩 두 번에 걸쳐 데이터를 수신한 다음 필요한 데이터 12 bit 의 데이터만 남기고 나머지 4 bit의 필요 없는 데이터는 Bit 연산 과정을 통해 제거하게 된다. 이렇게 연산 과정을 거친 최종 데이터는 사전에 작성된 온도 변화에 따른 전압의 출력 테이블에 따라 적당한 결과값으로 Graphic_LCD를 통해 출력 된다. 최종 수신된 데이터를 Decimal 값과 온도 값으로 출력되는 사진을 그림 3 에 나타내었다.

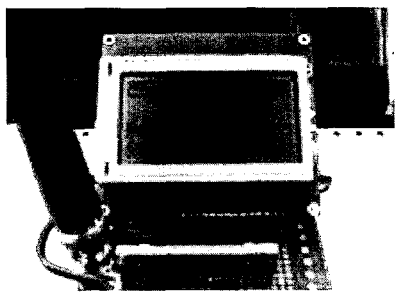

그림 3. 최종 수신 결과 사진

4. 실험결과

위 과정을 이용한 온도센서 데이터 무선 측정 결과를 아래에 나타내었다. 실험은 3M, 5M, 10M 거리 간격을 두고 측정하였으며 장애물이 없는 실내환경에서 수행되었다. 그 결과는 그림 4(a)에 나타내었다.

먼저 3M, 5M 거리 간격을 가지는 실험에서의 결과를 살펴보면 온도 변화에 따른 송수신 결과가 비교적 선형적인 특성을 나타내고 있는데 비해 10M 간격을 둔 전송 결과를 보면 무선 전송에 있어서 상당한 오차가 발생함을 알 수 있다. 이것은 10M 이상의 거

리에서는 온도 측정을 거의 할 수 없을 정도로 심각한 에러를 포함하고 있는 것이다. 이러한 오차는 여러 가지 요인에 의해 기인하고 있는데 우선 온도 센

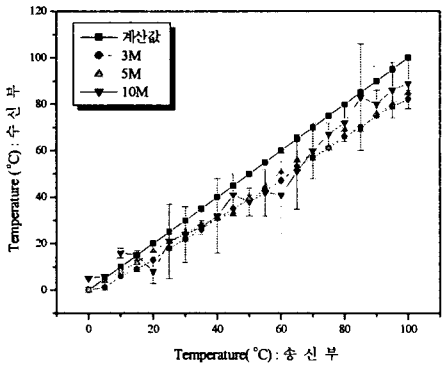

그림 4(a). 거리 차이에 따른 송수신 결과

서로부터 나오는 출력 값에 대한 보정 및 영점 조정과 같은 데이터 획득과 관련된 오차와, 출력 전압을 증폭 및 필터링 해 주는 Preamp 회로 설계의 정확성 문제, 데이터를 전송하는 과정에 있어서 전용보드 및 안테나 설계에서 발생하는 전송 효율에 관한 문제점들을 들 수 있다. 그에 비해 5M 이내의 비교적 짧은 거리에서는 본 논문에서 제안된 기본적인 설계만으로도 비교적 온도 데이터를 무선으로 송수신이 가능함을 알 수 이었다. 또한 본 논문에서 설계한 시스템에서 발생하는 여러 가지 에러 요인들 중에 안테나 변경에 따른 전송 효율을 측정하기 위해 추가적인 실험을 수행하였다. 기존 실험에서 사용한 wire 를 이용한 Whip 안테나를 교체하고 433MHz 대역에 맞춰 제작된 전용 Helical 안테나 사용하여 그 결과를 아래 그림 4(b) 에 나타내었다.

이 결과에 따르면 단순히 안테나 변경 요인으로 나타나는 차이점을 확인해 본 결과 다른 여러 가지 에러 요인들을 제외하더라도 온도 변화에 따른 데이터의 무선 송수신시 Whip 안테나를 사용했던 것보다는 433MHz 대역의 주파수에 맞게 설계된 Helical 안테나를 사용했을 때의 결과 값이 데이터를 송수신하는데 있어 보다 안정적이고 선형적인 결과를 나타냄을 알 수 있었다.

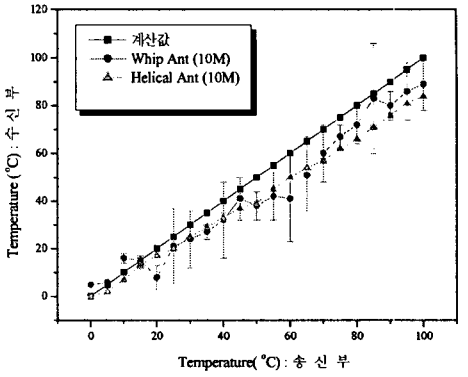

그림 4(b). 안테나 변경에 따른 결과 비교

5. 결론

연구 결과 3M, 5M 거리에서는 데이터의 송수신 결과가 비교적 안정적인 특성을 보였으나 10M 이상의 거리에서는 데이터의 오차 범위가 크게 나타나는 문제점이 발생하였다. 그리고 안테나 변경에 따른 결과를 비교해 보면 Whip 안테나를 사용했을 땐 5M 이내의 단거리 구간에서만 송수신이 가능하였고 Helical 안테나를 사용했을 땐 10M 이상의 거리에서도 데이터 송수신이 가능함을 알 수 있었다. 이러한 실험에서 나타난 결과와 같이 특정 센서의 데이터 값을 무선으로 전송하기 위해선 여러 가지 중요한 요인들이 존재한다. 특히 획득된 센서 데이터 값을 실시간으로 정확하게 전송하기 위해선 전용 안테나 및 무선 전용보드 설계에 관한 부분의 중요성을 알 수 있었다. 또한 거리에 의한 외부 영향과 각종 노이즈 문제 역시 필히 해결 해야 할 요인이라 할 수 있다.

앞으로의 향후 과제로는 본 실험에서 수행된 거리 및 안테나 사용에 관한 실험뿐만 아니라 획득된 센서 데이터들의 보정 및 영점조정, 정밀한 무선 전용보드의 설계, 센서의 다 채널화, 단 방향 무선 모듈에서 양방향 무선 모듈로의 변경과 같은 많은 과제들이 남아있다. 이러한 실험 및 분석들을 통해 실

내공간뿐만 아니라 직접적인 측정이 어려운 산업환경과 같은 무선 기반의 원격 측정 시스템이 필요한 분야에 있어 다양한 적용이 가능할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

[1] Duk-Dong Lee, "Ubiquitous Network and Sensor Technology" Telecommunications Review, Vol 13. No 1, pp.91-104. February 2003.

[2] Takayuki Fujta, Kazusuke Maenaka, "Integrated multi-environmental sensing-system for the intelligent data carrier", Sensors and Actuators:A physical, Vol 97-98, pp.527-534, April 2002.

[3] 정훈, 김영진, 이영철, 손병기, "FET형 이온 센서용 무선원격측정시스템" 센서학회지, Vol.10, No. 3, pp. 187-197, May 2003.

[4] "PICBASIC" Data Sheet Vol.10 COMFILE Technology Company, April 2003.

[5] "UHF FM Data Transmitter and Receiver Modules TX2 & RX2" Data Sheet, Radiometrix Ltd, February 2002.

[6] "Two-Terminal IC Temperature Transducer" User Manual, Analog Devices 2003.

[7] "2.7V Dual Channel 12-Bit A/D Converter with SPI Serial Interface_MCP3202" Data Sheet, Microchip Technology Inc. 1999