

무선 센서네트워크 환경 기반의 센서노드 하드웨어 플랫폼 설계 및 구현

Design and Implementation of Sensor Node Hardware Platform Based on Sensor Network Environment

곽윤식*, 최종남**, 문철***, 정창규***, 박동희***, 송석일*

Yoon-Sik Kwak*, Jong-Nam Choi**, Cheol Mun***, Chang-Kyoo Jung***, Dong-Hee Park***, and Seok-Il Song*

요 약

본 논문은 유비쿼터스 기술 및 컴퓨터 기술의 발전으로 그 활용분야가 급속하게 확대되고 있는 센서네트워크 기술의 핵심 구성 요소인 센서노드, 즉 센서모듈의 설계 및 구현에 관한 것이다. 기본적으로 온도 및 습도 데이터의 수집 및 전송 기능을 수행 할 수 있는 8-비트 마이크로프로세서와 온도 및 습도 측정 장치가 결합된 모듈로서 센서네트워크 환경에서 사용하게 될 사용자 기반 센서모듈을 설계하고 구현 하였다 기존의 상용화 시스템이 가지고 있는 기능을 사용 할 수 있을 뿐만 아니라 저 비용의 기능 구현 및 사용자 기반의 용이성을 확보 할 수 있었다. 구현 센서 노드를 사용한 온도 및 습도센서 실험을 통하여 습도편차로 23.2%, 온도편차로 5℃를 획득함으로써 현장에 적용이 가능한 신뢰성을 확보 할 수 있었다.

Abstract

According to the development of ubiquitous and computer techniques, the application fields of sensor network have been enlarged. We present the design and implementation of sensor node which is the most important component of sensor network techniques in this paper. The proposed sensor node is implemented with 8-bit microprocessor, and temperature and humidity sensing device to gather temperature and humidity data in real world. It achieves low production cost and user convenience, and also has the feature os existing commercial sensor node. Though our experiments, we show that deviation of temperature and humidity are 5℃and 23.2% respectively, and the proposed sensor node is reliable in real applications.

Key words : USN, Sensor Network, Sensor node

I. 서 론

정보통신 기술의 비약적인 발전과 더불어 컴퓨터

기술의 발전은 사람들로 하여금 다양한 분야에서 유비쿼터스 시스템에 대한 활용 욕구를 증가시키고 있다. 이와 관련하여 센서네트워크를 기반으로 하는 용

* 충주대학교 컴퓨터공학과

** 캐슬 이앤씨(주),

*** 충주대학교 정보통신공학과

· 제1저자 (First Author) : 곽윤식

· 투고일자 : 2010년 4월 12일

· 심사(수정)일자 : 2010년 4월 12일 (수정일자 : 2010년 4월 23일)

· 게재일자 : 2010년 4월 30일

용 분야에 대한 많은 연구가 활발하게 진행되고 있다. 유비쿼터스 센서네트워크에 대한 관련 기술의 발전은 물류, 유통, 환경, 홈오토메이션 등 많은 분야에 활용되고 있다. 이 같은 센서네트워크 기술의 핵심 구성 요소는 센서노드 하드웨어 플랫폼 그리고 운영 체제 기술로 대별된다.[1][2]

본 논문은 센서네트워크를 구성하는 가장 중요한 요소인 센서노드 관한 것이다. 센서노드에 관련하여 다양한 연구가 진행되어 왔으며 다음과 같이 센서노드와 관련된 하드웨어 플랫폼 분야에서의 연구도 활발하게 진행되어 왔다.[2]-[6] Crossbow의 Mica Series는 미국 버클리 대학이 중심이 되어 수행된 프로젝트로서 가장 널리 사용되는 하드웨어 플랫폼이다. Mica 시리즈는 TinyOS, 시뮬레이터, 공개 어플리케이션 등의 인프라를 가지고 있으며 WeC에서 시작되어 Mica 시리즈가 발표되어 왔다.[2]-[5] Mica 시리즈는 ATmega를 기반으로 하고 있으며 가장 광범위하게 활용되고 있다. 또한 Intel Mote는 32비트 ARM프로세서를 기반으로 하고 있으며 고기능, 고성능의 응용 분야에 적용할 목적으로 개발되어 왔다.[6] 또한 많은 국내외 업체를 중심으로 다양한 하드웨어 플랫폼에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.[7][8]

본 논문에서는 특정 사용자 응용 분야를 위한 온도 및 습도 정보의 획득을 위하여 사용자 기반의 센서노드를 설계 및 구현 한다. 설계 된 센서 모듈의 경우, 마이크로프로세서 부, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환을 하기 위한 ADC 부, 입력 데이터를 AP(Access Point)를 통해 수신하여 처리하기 위한 메인 시스템 부로 구성된다. 본 논문에서는 설계과정과 이에 대한 기능을 설명하고 구현된 시스템에서 센서노드의 입력 데이터에 대한 분석 과정에 대해서 서술한다.

II. 본 론

무선 센서네트워크에서 정보 데이터를 수집하기 위한 센서 모듈의 설계 요구사항에 대한 검토가 필요하다. 기본적으로 센서 노드가 실외의 먼 거리가 떨어진 곳에 설치 될 수 있다는 전제 조건을 만족시키

기 위해서는 저전력의 시스템 설계가 요구된다. 둘째로 자체 모듈 상에서 수집 자료의 전송이 요구됨에 따라서 이를 위한 송수신 기능이 구현 되어야 한다. 또한, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하기 위해 ADC 부로 구성되어 져야 한다. 모듈에 대한 전체 블록도를 나타낸 것이 그림 1이다.

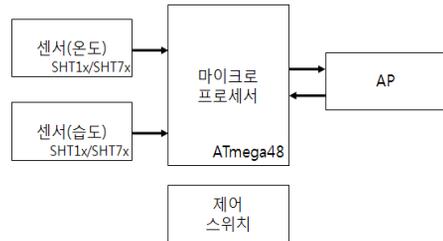


그림1. 센서모듈에 대한 블록도
Fig1. Block Diagram for a Sensor Module

설계 시스템의 구성은 온도 및 습도 데이터를 센싱하는 센서, 센서노드의 제어스위치, 메인 시스템과의 연결을 담당하는 AP, 그리고 전체 센서노드를 관리하게 되는 마이크로프로세서로 설계되어 있다.

2-1 MCU

본 논문에서 설계하는 센서 모듈에는 ATMEL 마이크로프로세서를 적용하였다. 사용 프로세서는 센서모듈에 연결되는 온도 및 습도 센서를 제어하여 여기로부터 입력되는 수집 데이터 및 센서 디바이스를 제어하는 것이 기본 기능이다. 이를 나타낸 것이 그림 2이다. 그림에서 볼 수 있는 것과 같이 ATmega48을 기본으로 채택하고 D포트는 제어 시스템에서 입력 스위치 포트로 사용하게 되며 C포트

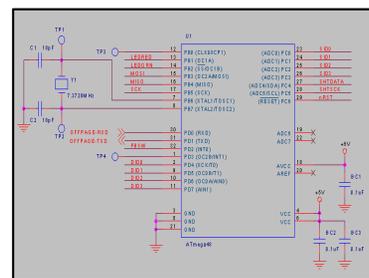


그림 2. 마이크로프로세서 설계
Fig 2. Design of MCU

는 센서모듈의 스위치 입력에 연결되어 있다. 또한 온도 및 습도센서를 위한 장치를 각각 포트 C에 연결하도록 설계되어 있다.

센서노드의 입력 데이터를 제어프로그램이 적재되어 있는 메인시스템에 저장 할 수 있도록 하기 위해서는 전송 시스템이 필요하게 된다. 본 본문에서 설계한 전송 메커니즘은 기본적으로 ATmega48의 USART를 사용하였다. 직렬 동기/비동기 동식방식의 제어기로서 클럭발생기, 전송기, 수신기라는 3개의 구성요소로 만들어져 있으며 송수신 레지스터가 독립적으로 운용되는 전이중 방식, 동기방식으로 동작되는 마스터/슬레이브, 에러율이 적은 보드올 발생장치, 패리티 비트 발생기 및 하드웨어에 의한 패리티 검사기, 데이터 오버런(Overrun)검출 기능, 프레임 에러(Framing error)검출 기능, TX 및 RX 인터럽트라는 특징을 갖고 있으며, 이를 프로그램 방식을 통하여 제어를 하도록 설계하였다.

본 시스템의 AD변환기의 특징으로는 10비트의 분해능, 13~260µs 변환시간, 0.5 LSB 적분 비선형성, 2 LSB 정확도, 15 kSPS의 최대 분해능, 8채널의 멀티플렉스 된 단일 입력, 7 채널의 차동입력, ADC변환완료 인터럽트, Sleep Mode Noise Canceller라는 특징을 갖는다.

2-2 센서 부

온도 및 습도 데이터의 획득을 위한 센서부는 SHT7x를 채택하였다. 디바이스의 특징으로 한개의 디바이스 내에 온도 및 습도의 센싱이 가능하며 측

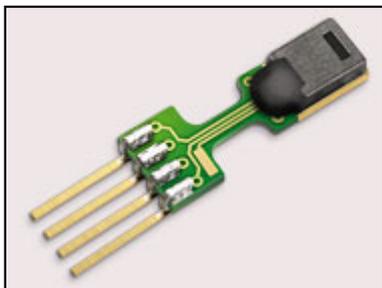


그림3. 센서 장치
Fig 3. Sensor Device

정범위가 0~100% RH, 상대습도 정밀도가 ±3%

RH,온도 측정범위가 -40도~120도, 온도 정밀도가 0.4 °C의 저 전력 및 고 밀도 센서이다.

2-3 제어 프로시저

제어 프로시저 부는 센서 모듈의 설계와 이를 바탕으로 하는 제어 프로그램을 작성하여 SPI기반으로 모듈에 적재하게 되는 프로그램을 말한다. 본 프로그램의 중요 기능으로는 센서 모듈에 대한 초기화를 통하여 모듈의 기능을 수행 할 수 있도록 하는 데 있다. 여기에는 포트에 대한 초기화 과정, ADC 초기화 과정, 타이머/카운터에 대한 초기화 과정, UART에 대한 초기화 과정, 인터럽트에 대한 초기화 과정으로 구성되며 이를 수행하는 것이 void init_device(void)함수이며 이를 펌웨어 형식으로 구현하여 프로세서에 적재하게 된다.

```
void init_device (void){
    port_io_init();
    analog_comp_init();
    timer_counter_init();
    uart_init(USART_BRATE_9600);
    __enable_interrupt();
}
```

void analog_comp_init(void)함수에서는 아날로그 비교기에 대한 디스에이블(Disable)처리를 하였으며 void port_io_init (void)함수에서는 입출력 포트에 사용하게 되는 PORTB~PORTD에 대한 초기화 과정이 수행된다. 여기서는 온도 및 습도 데이터의 입력과, LED출력, 그리고 입력 데이터의 송신을 위한 출력 포트에 대해서 초기화가 수행되고 있다.

void timer_counter_init (void)함수에서는 타이머/카운터에 대한 초기화 과정이 수행되며 이는 ATmega48프로세서에서 사용하는 데이터의 송수신, 인터럽트등에 필요한 타이머로 사용되게 된다. void uart_init (UINT16 brate)함수에서는 데이터의 송신을 위한 UART의 초기화를 위한 함수로 9600bps, 듀얼 USART 전송속도, 다중프로세서 통신모드등의 옵션을 설정하고 있다. void turn_on_watchdog (UINT08 value) 함수에서는 일정한 시간을 검사 하면서 이벤

트의 발생을 체크하는 기능을 수행하도록 설계되었다.

III. 구현 및 실험

본 센서 모듈에 대한 구현 및 실험은 PC를 기반으로 IAR 컴파일러를 사용하여 실험 및 구현을 하였다. 구현 된 센서노드를 나타낸 것이 그림 4이며 획득한 온도(노란색 그래프) 습도(적색 그래프) 데이터를 나타낸 것이 그림 5이다.

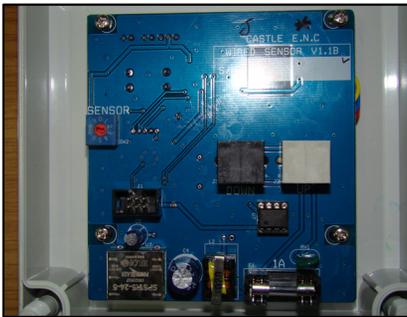
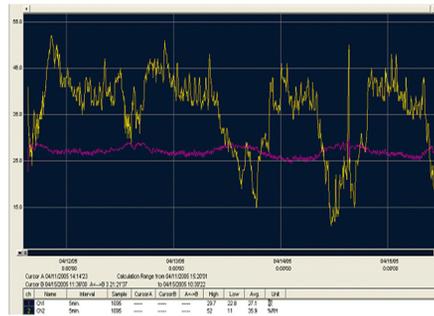


그림 4. 센서 노드
Fig 4. Sensor Node

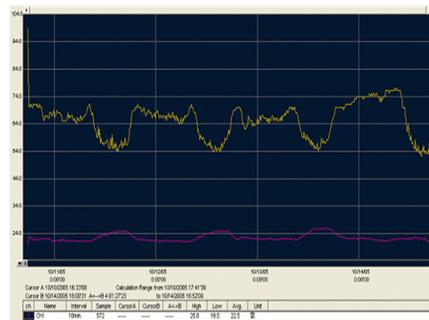
구현 된 센서 노드를 통하여 획득한 습도 및 온도 센서의 데이터를 제시한 그림 5(a)~(c)는 센서노드를 설치하지 않은 경우의 온도와 습도의 변동을 측정할 실험 데이터로 습도편차에 대해서는 33%~57%의 변동 폭을 나타냈으며 온도의 경우도 5°C~20°C 범위의 변동 폭을 갖는 것으로 실험결과를 얻었다 이에 반하여 그림 5(d)의 경우에는 구현 센서노드를 설치하여 실험 데이터를 획득한 경우이다. 여기서 알 수 있는 것과 같이 습도편차 : 23.2% 온도편차 : 5°C를 획득함으로써 현장에 적용이 가능한 것으로 판단되며 설계 모듈의 신뢰성을 확보 할 수 있었다.



(b) 미설치 환경(2)

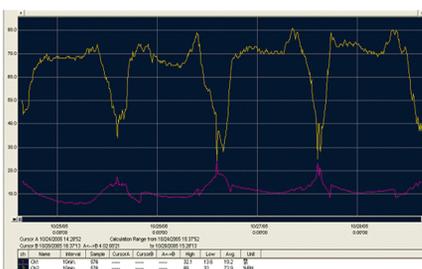


(c) 미설치 환경(3)



(d) 설치 환경

그림 5. 실험 결과
Fig 5. Results of Experiment.



(a) 미설치 환경(1)

IV. 결 론

본 논문은 무선 센서네트워크 환경에서 사용하게 될 사용자 기반 센서 모듈의 설계에 관한 것으로 기존의 상용화 시스템이 가지고 있는 기능을 사용할 수 있을 뿐만 아니라 ATmega 마이크로프로세서를 사용하여 구현하여 저비용의 기능 구현 및 센서설계

의 용이성을 확보 할 수 있었다. 설계된 센서노드를 기반으로 현장 실험 테스트 결과, 습도 편차로 23.2%, 온도 편차는 5℃를 획득함으로써 현장에 적용이 가능한 신뢰성을 확보 할 수 있었으며 이를 토대로 상용화 시스템을 구현 하였다.

감사의 글

본 논문은 2009년도 중소기업청 연구비의 지원에 의한 연구 결과 임.

참 고 문 헌

- [1] <http://www.atmel.com>
- [2] David Culler, Deborah Estrin, Mani Srivastava, "Overview of Sensor Network", *IEEE Computer Society 2004*
- [3] Jason Hill, Robert Szewczyk, Alec Woo, Seth Hollar, David Culler, and Kristofer Pister, "System Architecture Directions for Networked Sensors", *ASPLOS 2000*, P93~104, Nov.2000
- [4] <http://nest.cs.berkeley.edu/sub.html>
- [5] Ralph M. Kling, "Intel Mote: An Enhanced Sensor Network Node," *Intel Workshop on Advanced Sensors, Structural Health Monitoring, and Smart Structures*, Nov.2003
- [6] <http://techresearch.intel.com/articles/Exploratory/1503.htm>
- [7] <http://www.maxfor.co.kr/>
- [8] <http://www.hanback.co.kr/>
- [9] <http://www.ieee802.org/15/>, IEEE 802.15 Working Group for WPAN

곽 윤 식 (郭允植)



1984년 2월 : 청주대학교 전자공학과 (공학사)
 1986년 8월 : 경희대학교 전자공학과 (공학석사)
 1994년 2월 : 경희대학교 전자공학과 (공학박사)
 1991년 5월 ~ 현재 : 충주대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야: 네트워크, 스토리지 시스템 등

최 중 남(崔鍾南)



2000년 2월 : 광주대학교 전자공학과 (공학사)
 2004년 2월 : 광주대학교 전자공학과 (공학석사)
 2004년 5월 ~ 현재 : 캐슬이앤씨 연구실장
 관심분야: 센서네트워크, 임베디드시스템

문 철(文哲)



1995년 2월: 연세대학교 전자 공학과 (공학사)
 2001년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 2001년 3월~2002년 2월: 삼성전자 네트워크 사업부
 2003년 8월~현재: 충주대학교 전자통신공학전공 교수
 관심분야 : MIMO, OFDM, 채널모델링

정 창 규(鄭倉圭)



1988년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1995년 8월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 1995년 9월~현재 : 충주대학교 전자통신공학전공 교수
 관심분야 : MIMO, 채널모델링

박 동 희(朴東熙)



1985년 청주대학교 전자공학과 학사
 1987년 중앙대학교 대학원 전자공학과 석사
 1992년 중앙대학교 대학원 전자공학과 박사
 1992. 4. ~ 현재 충주대학교 전자통신
 공학과 교수
 관심분야 : 안테나 설계 및 해석,
 전자파 응용

전자파 응용

송 석 일(宋錫一)



1998년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과
 (공학사)
 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과
 (공학석사)
 2003년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과
 (공학박사)
 2003년 8월 ~ 현재 : 충주대학교

컴퓨터공학전공 교수

관심분야 : 데이터베이스 시스템, 센서 네트워크, 스토리지
 시스템, 이동객체