

# PSoC 기반의 WirelessUSB를 이용한 홈오토메이션 시스템 구현

이상희\*, 김하나\*, 정찬호\*, 이준희\*\*, 신동석\*, 강성인\*, 김관형\*

\*동명대학교 컴퓨터공학과

\*\*동명대학교 정보통신공학과

## Home Automation System using WirelessUSB based on PSoC

Sang-hee Lee\* · Ha-na Kim\* · Chan-ho Jung\* · Jun-hee Lee\*\* · Dong-suk Shin\* · Sung-in Kang\* ·

Gwan-hyung Kim\*\*

\*Department of Computer Engineering TongMyong University

\*\*Information and Communications Engineering TongMyong University

E-mail : khkim@tu.ac.kr

### 요 약

최근 홈오토메이션 시스템(Home Automation System) 즉, 가정 자동화 시스템에 대한 관심과 수요가 커지면서 이를 위한 네트워크 구축에 관한 여러 연구 및 개발이 활발히 이루어지고 있다. 홈오토메이션 시스템이란 가정에서 사용되는 여러 가전기기 및 센서장비를 이용하여 집 안의 기기를 제어함으로써 가정을 안전하게 관리하고, 사용자의 편의를 극대화하여 인간의 생활수준을 향상시키는 기술을 말한다.

본 논문에서는 Cypress사의 PSoC 기반으로 가정 내에서 사용할 수 있는 온도, 습도, 가스검출, 불꽃감지와 같은 여러 환경 센서 및 인체감지센서를 이용한 방법 센서 장치 구현방법을 제안하고, PSoC 기반의 WirelessUSB를 이용하여 센서 및 호스트 PC와의 네트워크 시스템을 구축한다.

### 키워드

PSoC, WirelessUSB, 홈오토메이션, 센서네트워크

## 1. 서 론

최근 홈오토메이션 시스템(Home Automation System)에 대한 관심과 수요가 커지면서 이에 대한 여러 연구 및 개발이 활발히 이루어지고 있다.

홈오토메이션 시스템이란 그림 1에서 표현된 것과 같이 가정 자동화 시스템으로서 가정에서 사용되는 여러 가전기기와 센서장비를 이용하여 무선 네트워크로 연결된 여러 장비를 자동으로 제어하고 가정 내의 환경요소들을 감시할 수 있는 시스템이다<sup>[1]</sup>.

여러 종류의 센서들이 하나의 Operating & Monitoring이 가능한 Host에 각각 수집한 신호를 전송하고, Host에서는 수집된 데이터를 처리하여 상황에 맞는 명령을 내리며 각 센서들끼리도 데이터를 주고받을 수 있다.

실제로 여러 건설업체에서 센서 네트워크 시스템을 이용하여 홈오토메이션 시스템이 구성된

아파트를 짓고 있다. 이러한 시스템은 전기와 가스, 출입자 상황을 실시간으로 감시함으로써 가정을 안전하게 관리할 수 있으며 에어컨, 보일러, 블라인드 등의 여러 전자제품을 환경 요소에 따라 자동으로 제어할 수 있으므로 사용자의 편의를 증대시켜 인간의 생활수준을 높여주고 있다<sup>[2]</sup>.

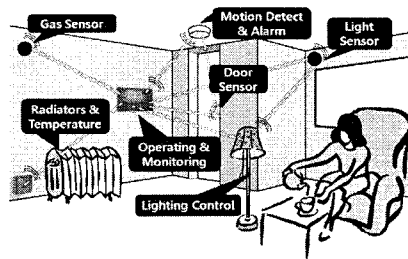


그림 1. 홈오토메이션 시스템 개념도

## II. 본 론

센서 네트워크를 구성하는 방법으로는 RFID, Zigbee, WUSB 등 여러 가지 방법이 있다.

본 논문에서는 Cypress사의 PSoC를 이용하여 센서보드를 제작하고, PSoC 기반의 WirelessUSB 통신 방식을 이용하여 그림 2와 같이 N:1 Star Network 무선 통신이 가능하도록 시스템을 구성하였다<sup>[3]</sup>.

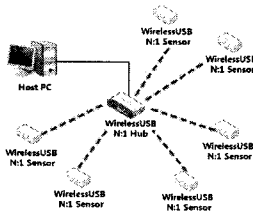


그림 2 . N:1 Star형 네트워크 구조

PSoC란, Programmable System on Chip의 약자로서 아날로그 회로, 디지털 회로, 마이크로컨트롤러를 하나의 칩에 집적할 수 있는 원 칩 마이크로컨트롤러이다. 이것은 마이크로컨트롤러의 제어 성능과, FPGA의 시스템 설계 능력의 집적화 능력을 조합한 것으로 PSoC는 8비트 마이크로컨트롤러인 M8C 코어를 중심으로 다양한 기능의 유저모듈을 제공하고 있다. 특히, PSoC는 8비트 마이크로컨트롤러의 기본요소에 많은 주변장치들을 스스로 구현할 수 있는 디지털과 아날로그 블록을 내장하고 있는 것이 특징이다.

디지털 블록은 카운터, 타이머 등 다른 구성요소에 요구되는 프로그램이 가능한 블록으로 구성되어 있다. 아날로그 블록은 A/D, D/A 컨버터뿐만 아니라 아날로그 필터, 비교기, 인스트루먼트 증폭기 등의 아날로그 구성요소를 사용할 수 있다. 따라서 내부구성을 사용자의 마음에 따라 자유자재로 설계 가능한 ASIC이며, C언어로 구성된 내부 API를 제공하고 있어 사용자의 편의성을 높인 원 칩 마이크로컨트롤러이다. PSoC의 이러한 특징은 시스템 설계에 있어서 부품을 대폭 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다.

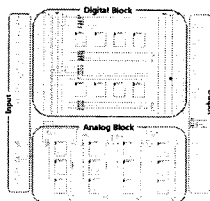


그림 3 . PSoC 내부 블록도

그림 3은 PSoC 중 CY8C27443-24PXI의 내부 블록도이다. 이 칩의 경우 디지털 블록 8, 아날

로그 블록 12개로 구성되어 있으며 24개의 입출력 포트에 구성되어 있다. 특히, 아날로그 블록의 입력포트는 12개, 출력포트는 4개이며 이 출력포트는 세로열의 아날로그 버스와 연결되어 있다. 각각의 블록은 내부 결선이 이미 정해져 있으므로 신호의 입력과 출력이 제한을 받지만 많은 수의 입출력을 처리하기 위하여 유저모듈 중 Mux 모듈을 사용하여 이 문제에 대한 해결이 가능하다<sup>[4]</sup>.

PSoC 기반의 WirelessUSB 모듈은 2.4GHz 대역의 Radio 모듈을 사용하며, 전송속도는 16k~1Mbps까지 사용자가 설정하여 사용할 수 있다. 수신거리는 약 10~50m 정도의 전송범위를 지원한다. 특히, 본 논문에서 사용한 RF 통신모듈은 Cypress사의 CYWUSB6935 칩으로, 전송속도는 최대 62.5kbts/sec, 전송범위는 최대 50m이며, 하나의 싱크노드에서 최대 512개까지 센서노드를 연결할 수 있다. CYWUSB6935 내부 블록 구성은 그림 4와 같다.

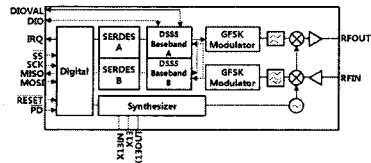


그림 4. CYWUSB6935 내부 블록도

## III. 하드웨어 구성 및 통신

본 논문의 센서노드에 사용한 센서는 조도센서(CDS), 온도센서(LM35), 가스센서(N55A), 습도센서(HS1101)이다. 그림 5와 같이 센서의 회로를 구성한 뒤 각 센서의 출력 신호를 PSoC에 입력한다<sup>[5]</sup>.

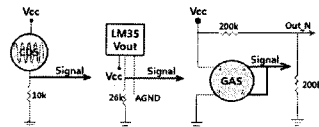


그림 5. 센서 구동 회로도

이렇게 입력된 센서의 출력 신호는 그림 6과 같이 PSoC 내부의 PGA(Programmable Gain Amplifier) 모듈로 입력된다. PGA 모듈은 PSoC의 아날로그 블록에 외부 신호를 입력하고 그 신호를 최대 48배까지 증폭시킬 수 있으며 AGND를 설정하는 기능을 가지고 있다. PGA 모듈을 통과한 신호는 ADC 모듈로 전달되고 변환된 신호는 PSoC 내부에 있는 MCU(M8C)를 이용하여 신호처리 된다. 처리된 신호는 다시

SPI 통신을 통해 WirelessUSB Radio 모듈로 전달되어 무선으로 호스트 PC와 연결된 허브 노드로 전송된다. 이러한 센싱 기능을 가진 PSoC의 내부 구성도는 그림 6과 같다.

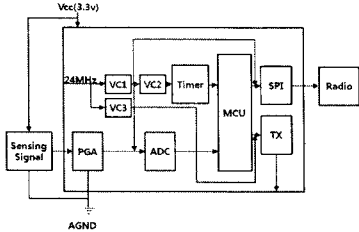


그림 6. Sensor, Hub 노드의 내부 구성도

또한 다양한 센서 정보를 수신하는 허브 시스템의 경우에는 그림 6에서 제시한 바와 같이 PSoC 내부의 TX 모듈을 이용하여 호스트 PC로 센싱한 데이터를 RS-232로 전송할 수 있도록 설계하였다. 센서와 허브노드에 8비트 Timer 모듈을 사용하여 PSoC 내부의 M8C 코어에 주기적인 타이머 인터럽트를 발생시켜 전체적인 PSoC 동작을 조율하게 된다.

PSoC는 외부에서 시스템 클럭을 입력하여 사용할 수 있지만, PSoC는 내부적으로 시스템 클럭(SysClk)을 최대 48MHz(기본 24MHz)까지 제공하기 때문에 시스템 구성이 간편하다. 이렇게 제공되는 시스템 클럭을 PSoC 내부에서 유저 모듈(PWM, Timer 등)을 이용하여 다양한 클럭을 만들어 사용할 수 있다. 이것은 PSoC의 중요한 특성으로 각 모듈이 요구하는 샘플링 주파수를 다양하게 제공하여 처리할 수 있다.

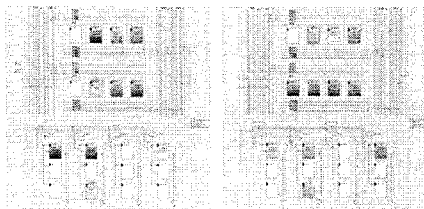


그림 7. Hub(좌), Sensor(우) 유저 모듈 구성

본 논문에서는 그림 6에서 제시한 바와 같이 설계해야 할 PSoC 내부구조를 고려하여 ADC, SPI, TX, Timer 기능을 가지고 있고, C-코드를 탑재할 수 있는 충분한 플래쉬 메모리를 가지고 있는 CY8C27443-SSOP28 칩을 이용하여 설계하였으며, 그림 7과 같이 유저 모듈을 사용하여 Hub와 Sensor 시스템을 구성하였으며 외부 회로 설계는 그림 8과 같이 구성하였다. 본 실험에 사용한 CUWUSB6935 Radio는 2.7V에서 3.6V 사이에서 동작하므로 PSoC와 Radio에 3.3V의 전원을 공급하였다.

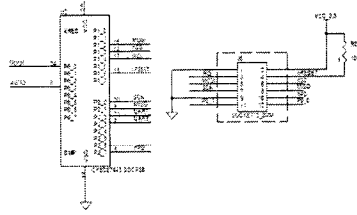


그림 8. WirelessUSB 노드 회로도

센서노드의 PSoC를 통과한 신호가 허브노드로 WirelessUSB Radio 모듈을 통해 무선으로 통신을 하는 방법은 그림 9과 같다.

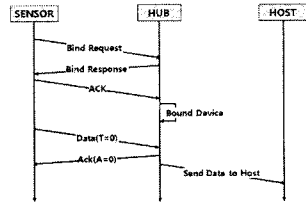


그림 9. 노드 Binding과 데이터 전송

먼저 모든 노드의 전원이 켜지면 센서노드는 허브에 Bind Resource를 보낸다. 이 신호를 받은 허브는 연결에 대한 Bind Response를 보내고 다시 센서 노드로부터 응답(Ack)을 받으면 허브는 하나의 디바이스가 연결되었음을 스스로에게 알린다. Binding 작업이 끝난 후 센서노드에서 데이터가 전송되면, 허브는 다시 응답(Ack)신호를 보내고 호스트로 데이터를 다시 전송한다. 이때 사용되는 Sequence Bit(T)와 ACK Bit(A)는 데이터의 무결성을 보장하기 위한 토클 비트로 패킷의 헤더에 포함된다. 이렇게 전송되는 패킷을 구성하는 인자는 6가지이다<sup>[6]</sup>.

- (1) Radio Manufacturing ID(MID)
- (2) Network Channel
- (3) Network PN Code
- (4) Device ID
- (5) Network Checksum Seed
- (6) Network CRC Seed

MID(Manufacturing ID)는 각 WirelessUSB Radio가 가지는 4바이트의 제조 ID로서, 제조과정 중 레지스터 0x3C부터 0x3F사이에 할당된다. 허브와 센서노드는 Binding 과정에서 반드시 자신의 MID를 전송해야 하는데 이는 패킷의 오류 검사에 사용된다.

Device ID는 binding 과정 중 허브가 센서노드에 할당하는 8bit 혹은 16비트의 ID로서, 각 센서 노드를 식별하는데 사용되며, 허브와 센서노드에서 전송되는 모든 패킷은 Device ID를 포

함한다.

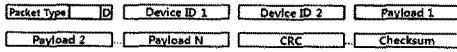


그림 10. 패킷의 기본 구조

패킷 구조는 그림 10과 같으며, Packet Type 은 0x0~0x5의 6가지 형태로 표 1과 같이 정의되어 있다. 이렇게 정의된 Packet Type는 전송할 데이터의 종류에 따라 다르게 적용되며, 패킷 구조 역시 그림 10의 기본 구조에서 약간씩 변형되어 사용된다.

표 1. Packet Type 정의

Packet Type	Function
0x0	Bind Request (Sensor)
0x1	Bind Response (Hub)
0x2	Ping (Hub)
0x3	Ack (Hub, Sensor)
0x4,0x5	Data (Hub, Sensor)

#### IV. 소프트웨어 구현

최종적으로 구현된 시스템은 그림 11과 같다. Sensor 노드에서 Host 노드로 데이터가 전송되면 시리얼로 PC에 데이터가 전송된다.

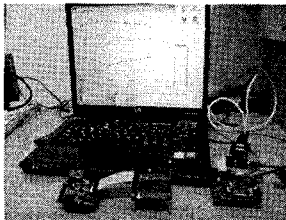


그림 11. 실제 구현된 시스템

허브에서 호스트 PC로 전송된 데이터를 이용하여 집안의 상태를 표시한 프로그램의 구현 결과는 그림 12와 같다.

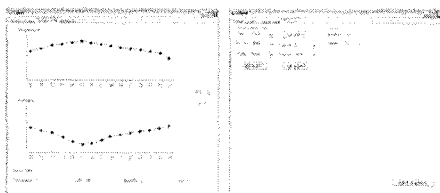


그림 12. 환경 센서 감시 프로그램 및 환경설정

본 논문에서는 4개의 센서노드(온도, 조도, 습도, 가스)와 하나의 허브를 이용하여 N:1 star 네트워크 시스템을 구현하였다. 각 노드의 Device ID를 이용하여 구분한 뒤 각각의 센서노드에서 얻어진 센싱 데이터를 표현하였다. 또한 각 시간 별로 온도와 습도의 데이터의 변화 추이를 그래프로 표현하였다. 또한 프로그램 작성 시 변경될 수 있는 허브와 호스트 PC간의 시리얼 통신 속도 및 통신 포트를 설정하기 위하여 프로그램의 통신 환경 설정이 가능하도록 프로그램 하였다.

#### V. 결론

PSoC를 이용하여 센서와 마이크로컨트롤러를 구성한 결과 일반적인 마이크로컨트롤러에 비해 훨씬 작은 회로 구성이 가능하게 되었다. 또한 유저모듈 사용에 있어서 C-언어의 API로 구현되어 있기 때문에 개발 시간이 매우 단축됨을 확인할 수 있었다.

WirelessUSB의 최대 속도는 62.5kbits/sec이지만 본 연구에서는 16kbits/sec 모드를 선택함으로써 환경적 여러 잡음에 내성을 가져 데이터 전송에 손실이 적도록 구성하였다.

향후 연구방향으로는 PSoC를 이용한 센서 제작에 있어서 환경 센서뿐만 아니라 생체신호를 획득할 수 있는 센서를 제작하여 간편하게 사용할 수 있는 홈 헬스 케어 시스템을 연구하고, 데이터 통신에 있어서 단방향 통신이 아니라 양방향 통신 즉, 호스트 PC에서 내린 명령이 허브를 거쳐 센서노드로 전달되어 사용자가 Sensor 노드를 제어할 수 있도록 연구하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] 하은용, 윤상준, 유동호, 홍성모, 김윤구, 최호림, "USN 기술을 이용한 홈 오토메이션 시스템의 구현", 한국정보처리학회, 2007
- [2] 한갑진, "홈 오토메이션 @주공아파트", 대한설비공학회, 2004
- [3] Cypress사, <http://www.Cypress.com>
- [4] 桑野 雅彦, "はじめてのPSoCマイコン", CQ出版, 2004
- [5] 桑野 雅彦, "PSoCマイコン・トレーニング・キット", CQ出版, 2008
- [6] CypressMicroSystem, "CY3635 Technical Reference Manual", 2004