

단일 비트를 이용한 온도·습도센서 통신 기술 연구

박상봉*, 정대승**
 *세명대학교 정보통신학부
 **알파칩스

e-mail:psbcom@semyung.ac.kr

A Study on Temperature · Humidity Sensor Communication Technology using Single Bit

Sang-Bong Park*, Dae-Seung Jeong**

*Dept of Information&Communication, Se-Myung University

**Alpha-Chips

요 약

본 논문에서는 IoST(Internet of Small Things)로 분류되는 소형화된 사물에 적합하도록 기존 2핀을 사용하여 통신하는 I2C 직렬 통신과 달리 단일 핀을 사용하여 온도·습도 통신이 가능한 통신 기술을 연구하였다. 기존의 센서 정보를 주고받는 I2C 직렬 통신 방식은 클럭과 데이터 핀을 사용하여 비교적 빠른 속도로 데이터 전송을 하지만 단일 핀 사용 방식보다 전력소모에 큰 영향을 주기 때문에 IoST 통신에서 보다 적합하도록 하드웨어 설계를 단순화하여 면적을 줄이고 전력 소모를 줄이도록 하는 방안을 연구하였다.

1. 서론

최근 주목받고 있는 사물 인터넷(IoT)은 사물들 중 비교적 많은 양의 데이터를 주고받아야 하는 것에 적합하지만 소물인터넷(IoST:Internet of Small Things)은 저용량의 데이터 정보를 주기적으로 송수신하는 기술로 저속, 저전력, 저성능의 특징을 갖는 사물들로 구성된 사물 인터넷이다. 기존 IoT 통신방식에 대표적으로 사용되는 I2C(Inter Integrated Circuit)은 주로 제어용으로 사용되며 데이터 라인을 공유하는 동기시리얼 통신 버스로 하나의 버스에 128개의 장치까지 연결 가능하도록 설계되어 있지만 IoST 기술에서 다양하게 사용되는 온도·습도 센서에는 전력소모가 적으면서 데이터전송 효율이 높아질 수 있도록 기술 연구가 필요하다고 사료된다.

2. I2C 데이터 구성 및 전송

I2C 통신방식은 두 개의 라인 SCL(Serial Clock)과 SDA(Serial Data)로 이루어져 있으며 전송속도는 100kbps 또는 400kbps까지 가능한 간단한 저속 통신 프로토콜이며 대부분의 MCU(Micro Control Unit)과 아두이노에 I2C통신 제어장치 내장이 되어 하나에 여러 개의 디바이스가 물려서 버스를 공유할 수도 있고 두 개 이상의 마스터를 둘 수 있으며 주로 제어용으로 쓰이고 있다. 디바이스는 각각의 고유의 주소(7bit)를 가지며 필요에 따라 Receiver와 Transmitter로 동작 하게 되며 I2C는 두 개의 라인 SCL(Serial Clock)과 SDA(Serial Data)로 구성되며 SCL은 통신의 동기를 위한 클럭용 선이고 SDA는 데이터

용 선으로 Address, Data, Acknowledge, Start& Stop으로 구성되어 있다. I2C의 가장 큰 장점으로 슬레이브 장치의 수에 관계없이 두 가닥의 선만으로 마스터와 슬레이브 사이의 양방향 통신이 가능하다는 것이며 두 개 이상의 마스터를 사용할 수 있다. 반면에 I2C 버스의 양방향 특성은 오픈 드레인 구조에 기반을 두고 있으므로 근본적으로 동시 양방향 통신이 불가능하고 통신 속도를 높이기 어렵다. I2C 인터페이스를 사용하는 제품의 수는 무척 많은 반면 슬레이브 주소는 7 비트로 그 길이가 제한되어 있어서 다수의 슬레이브 장치를 사용할 때 슬레이브 주소가 충돌할 가능성이 있으며 이런 문제에 대한 해결책으로 슬레이브 주소의 하위 2~3 비트를 사용자가 임의로 설정할 수 있는 제품들이 많기는 하지만 주소가 7 비트로 제한되어 있어서 근본적인 해결책이 될 수는 없다.

2. 제안된 단일 비트를 이용한 온도·습도 센서 데이터 전송 방식

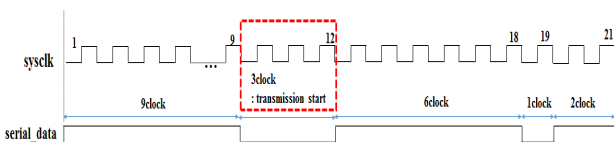
아래 그림 1은 기존에 많이 사용되었던 두 핀을 사용한 통신 방식 대신 단일 핀을 사용하여 설계한 온도·습도 센서 블록도이다. 데이터 핀과 클럭 핀을 사용하는 통신 방식인 방식을 단일 핀으로 가능 하도록 설계하였다.



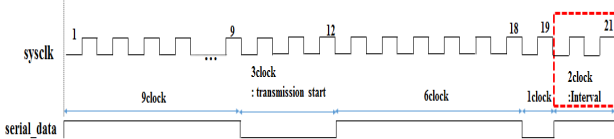
<그림 1> 온도 습도 센서 단일 핀 설계 블록도

제안된 블록은 5개의 블록으로 회로로 구성 했으며 각각의 회로들은 데이터의 전송 시작점과 명령어 감지와 종료 패턴으로 나누어서 확인해 볼 수 있게 구성 하였다. 전송 시작 회로는 아래 그림2와 같이 1인 구간이 9클록 이상 된 후 3클록 인 구간이 0일 때 전송 시작으로 감지한다. 그림 3은 패턴 분리 회로에 대한 시뮬레이션 결과로 각 데이터의 비트 사이에 분리 패턴인 2클록 이상의 1값으로 각각의 비트 정보 값 분리 데이터 전송하게 된다. 그림 4는 데이터 비트 결정 회로이며 전송 데이터 패턴이 1인 구간이 12클록 발생 시 데이터 0으로 간주 전송 데이터 패턴이 0인 구간이 4클록 발생 시 데이터 1로 간주 하게 된다. 그림 5는 명령어 감지 회로에 대한 시뮬레이션 결과로, 명령어 감지 회로에서는 데이터의 읽기와 쓰기상태의 레지스터를 지정할 수 있으며 읽기는 000_00111이며 쓰기는 000_00110이다. 명령어 감지 회로는 2가지로 나눌 수 있다. 온도 측정 명령어와 상대습도 측정 명령어로 나눌 수 있으며 각각 온도측정 명령어는 000_00011이며 상대 습도 측정 명령어는 000_00101이다. 8비트 중 앞의 3비트는 주소 비트이며 나머지 5비트가 명령어로 구분 된다. 그림 6은 종료패턴 감지회로이며 0클록인 구간이 30클록 일 때 종료패턴으로 감지하게 된다.

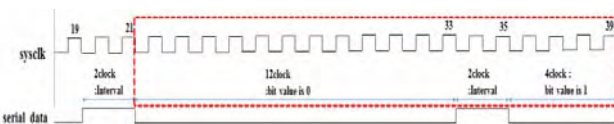
검증할 데이터는 상대 습도 측정 데이터로 데이터 값은 0000_1001_0011_0001로 2353으로 아래 그림 7의 온도 습도 센서 상대 습도 SO_{RH} 판독 그래프를 참고하면 75.79%RH로 나타난다.



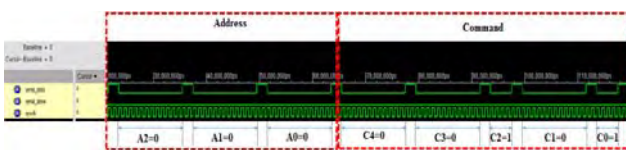
<그림 2> 온도·습도 센서 전송 시작 회로



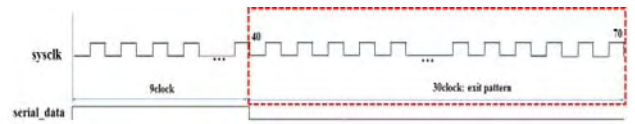
<그림 3> 온도 습도 센서 패턴 분리 회로



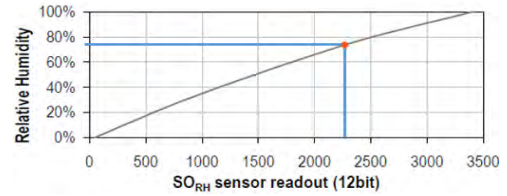
<그림 4> 온도 습도 센서 데이터 비트 결정 회로



<그림 5> 온도 습도 센서 명령어 감지 회로



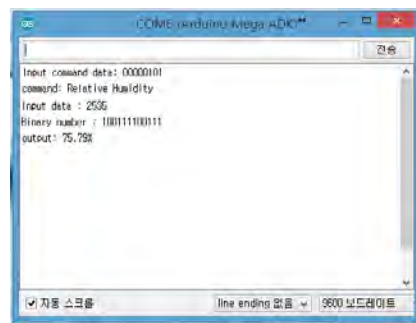
<그림 6> 온도 습도 센서 종료 패턴 감지 회로



<그림 7> 온도 습도 센서 상대 습도 SO_{RH} 판독

3. 실험 및 평가

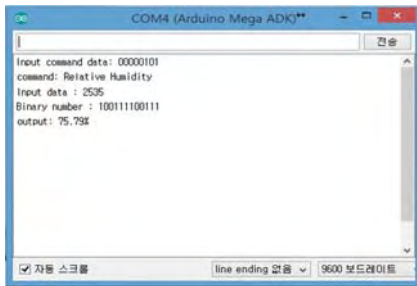
본 연구에서는 단일 핀 테스트를 위해 기존의 I2C 방식과 비교하여 실험하였다. 먼저 I2C 방식의 실험 절차는 다음과 같다. 전송 방법은 마스터로 지정한 보드에서 데이터 전송 요청을 하게 되면 슬레이브 보드에서 데이터 전송 요청을 인지하며 요청한 데이터를 구분 하게 되며 그 후 메시지를 출력하게 된다. 메시지가 슬레이브에서 출력되면 임의에 온도 또는 습도 값을 입력하게 된다. 입력된 데이터가 2353이라 가정하며 슬레이브에서는 이진 값으로 변환 시킨 뒤 센서 라이브러리에서 해당 데이터의 습도가 퍼센트 값으로 출력된다. 해당 값은 2353으로 이진수로 표기 하면 1001_0011_0001 이므로 위 그림 7의 그래프의 범위에서 확인 해 보면 75.79%RH로 아래 그림 8과 같이 시리얼 모니터 상에서 출력 되는 것을 확인 할 수 있다.



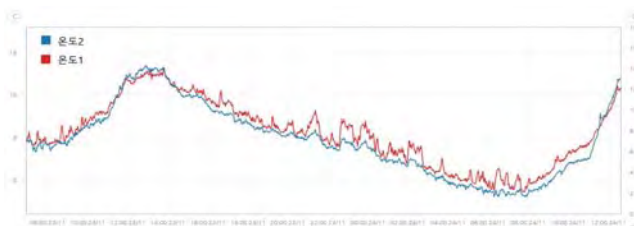
<그림 8> I2C 방식 시리얼 모니터 온도·습도 데이터 값 출력

단일 핀을 이용한 방식에서는 임의의 습도데이터 값을 입력하여 기존의 I2C방식과 같은 데이터 값이 출력이 되는지 확인 하였으며 기존 라이브러리를 FPGA로 검증한 Verilog HDL방식의 소스를 아두이노 보드가 인식 할 수 있도록 C언로 변환하여 수정 하였다. 아래 그림 9는 단일 핀 방식의 시리얼 모니터 온도·습도 데이터 값 확인 결과 이다.

그림 10과 11의 결과에서 온도1, 습도 1 방식은 제안된 논문의 실험 결과이며, 온도2, 습도2는 I2C방식을 이용한 실험결과이다. 측정 결과 2핀을 사용하는 I2C 방식과 본 논문에서 제안하는 단일 핀을 사용한 방식의 큰 차이가 없음을 확인할 수 있다.



<그림 9> 단일 핀 방식 시리얼 모니터 습도 데이터 값 출력



<그림 10> I2C 방식과 제안된 단일 핀 방식의 온도 데이터 비교 그래프



<그림 11> I2C 방식과 제안된 단일 핀 방식의 습도 데이터 비교 그래프

4. 결론

본 연구에서는 단일 핀을 사용하여 데이터를 직렬로 송·수신하는 회로를 설계하고 FPGA로 구현 하여 데이터가 수신되는지를 확인 하였으며, 아두이노 보드를 활용하여 기존의 I2C 직렬 통신 방식과 단일 핀 통신 방식을 비교 분석하였다. 실시간으로 데이터를 측정하기 위하여 클라우드 서버와 아두이노 보드를 연결하여 1분 단위로 온도 데이터와 습도 데이터를 전송하게 하였다. 실험과 같이 동일한 센서를 가지고 데이터 통신 방식을 다르게 하여 같은 환경에서 결과 값을 비교 해보면 온도 차가 미세하게 있지만 이는 실험 환경에 따른 오차가 존재 한다. 본 논문에서 제시된 단일 핀 직렬통신 프로토콜은 전력 소모를 줄일 수 있으며 하드웨어도 단순화 시킬 수 있는 장점이 있다. 이는 곳 적은 양의 데이터를 전송하는 IoT분야 중 센서를 사용하는 다양한 분야에서 사용 될 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- [1] Lee Sanghong, "IoT status and major issues", Institute for Information & communications Technology Promotion, 2014.
- [2] "Datasheet SHT1x (SHT10, SHT11, SHT15) Humidity and Temperature Sensor", SENSIRION, Version 4.0, July 2008
- [4] H. J. Lim, H. B. Park, S. J. Lee, "Hardware implementation of I2C and SPI combined interface for efficient serial bus communications", The Institute of Electronics and Information Engineers Summer Conference, vol 35. No 1, pp.234-235, June 2012.
- [5] F. Leens, "An Introduction to I2C and SPI Protocols", IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, pp. 8-13, February 2009.