The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)
Vol. 1, No. 3, pp.83-85, August 31, 2015. pISSN 2384-0358, eISSN 2384-0366

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2015.1.3.83
JCCT 2015-8-7

단일 핀을 이용한 직렬 통신 설계 및 구현에 관한 연구

A Study on the design and implementation of serial communication using only one pin

박상봉*, 허정화**

Sang-Bong Park*, Jeong-Hwa Heo**

요 약 최근 가전제품, 모바일 장비, 웨어러블 컴퓨터 등의 IoT 분야에서 센서 정보를 주고 받는 직렬 통신 방식이 사용된다. 기존의 SPI와 I2C 직렬 통신 방식은 클럭과 데이터 2개의 핀을 사용하여 비교적 빠른 속도로 데이터를 전송하는 방식이다. 사용되는 사물들이 점차 작아지고, 데이터 전송 정보의 양이 적어지면서 전송 속도보다는 하드웨어의 단순화가 중요한 설계요소가 되는 응용분야가 늘어나고 있다. 본 논문에서는 단일 핀을 사용하여, 데이터를 직렬로 송ㆍ수신하는 회로를 설계하고 FPGA로 구현하였다. 제안된 단일 핀 직렬 통신 프로토콜은 적은 양의 데이터를 저속으로 통신하는 IoT 제품에 적합하다.

주요어 : 단일선 직렬 통신, 사물인터넷

Abstract It has been increased that communicate each other things such as consumer electronics, mobile equipments and wearable computer with serial communication protocol. The conventional method of SPI and I2C high speed serial communication is widely used with 2 pin of clock and data pin. It has been more important than the speed of data transfer to simplify the hardware structure because the IoT components is reduced the hardware complexity. In this paper, we describe the protocol and implementation of serial data transfer with only one pin. The proposed protocol is suitable for the mobile products that send and receive the small amount of data with low speed and low power consumption.

Key Words : single wire serial communication protocol, SPI, I2C

Ⅰ. 서 론

최근 IoT 사물 인터넷에 대한 기술 발전으로, 마이크로컨트롤러 유닛이 내장된 호스트가 주변 장치를 제어하는데 사용되는 직렬 통신 방법 중 입력/출력 핀 수를 최소화하는 단일 핀 개념의 통신 방식의 응용 분야가 증가되고 있다. 주변 장치에 대한 원격 제어는 마이크로 컨트롤러 유닛이 내장된 호스트와 최종 소자 사이에 병렬 또는 직렬 방식이 사용된다. 병렬 시스템은 IEEE-388/GPIB 시스템이외에는 거의 사용하지 않고, 대부분의 산업 응용 분야에서는 SPI 또는 I2C 방식이 사용된다. 자동차의 경우에는 LAN 또는 CAN 방식을 전용적으로 사용한다. SPI방식은 호스트와 주변 장치 사이에 고속으로 데이터 전송과 수신을 동시에 할 수

*정회원, 세명대학교 정보통신학부(교신저자)
**정회원, 세명대학교 정보통신학부
접수일자: 2015년 5월 5일, 수정완료일자: 2015년 7월 15일
게재확정일자: 2015년 8월 18일
Received: 5 May 2015 / Revised: 15 July 2015
Accepted: 18 August 2015
*Corresponding Author: psbcom@semyung.ac.kr
Dept.: Information and Communication, Semyung University

있는 장점이 있지만, 최대 4개까지의 입력/출력 핀이 요구되므로, 하드웨어 복잡도가 증가된다. I2C 방식은 클럭과 데이터 개방 드레인 핀 2 개를 사용하므로, SPI 보다 하드웨어가 비교적 간단하지만 속도가 제한적이고, 데이터의 읽기/쓰기가 서로 다른 사이클에서 진행되므로 데이터 처리량이 적다. 스마트 폰의 디스플레이 백라이트에 대한 디밍 변수와 사물의 아날로그 최적변수 값처럼 적은 데이터와 저속의 직렬 데이터 송·수신을 I2C 보다 더욱 간단한 하드웨어로 구현할 수 있는 단일 핀 직렬 통신 프로토콜에 대한 수요가 증가되고 있다. 본 논문에서는 기존 소프트웨어에 대한 융통성(flexibility) 과 비교적 낮은 대역폭의 직렬 데이터 전송에 적합한 펄스 카운트 기술을 이용한 단일 핀 직렬 통신 프로토콜을 제안하고 구현하였다. 단일 핀 사용으로 인하여 하드웨어가 간단해지므로 송·수신 데이터가 비교적 적은 소규모의 정보통신 프로토콜 응용 분야에서 비용 면에서 적합한 직렬 통신 방식을 구현할 수 있다.[1][2][3]

II. 제안된 단일 핀 직렬 통신 방식

데이터와 클럭 2핀을 사용하는 I2C 방식과 달리 단지 1개의 핀을 사용하므로, 클럭과 시간에 대한 정보를 사용하지 않는다. 디지털 비트 정보 0 과 1 의 값을 전송되는 직렬 핀의 0 인 구간으로 설정한다. 데이터 전송을 알리는 시작 패턴은 특이한 형태로 구성하여, 내부 시스템 30 클럭 이상동안 1 인 구간으로 설정한다. 수신단의 내부 시스템 클럭으로 구동하는 카운터 회로에서 1인 구간을 카운트해서, 30이상이면 데이터 전송 시작을 감지한다. 실지 전송되는 디지털 1 값은 0 인 구간을 전송 시스템 클록의 4개 이상 시간으로 보내고, 디지털 0 값은 0 인 구간을 전송 시스템 클럭의 12 개 이상 시간으로 보내고, 각각의 데이터 비트 사이에는 분리 패턴인 2클록 이상의 1 값으로 각각의 비트 정보 값을 분리한다. 전송하는 데이터의 종료 시점을 알려주는 종료 패턴은 내부 시스템 20클록 이상 동안 1 인 구간으로 설정하여 전송한다. 그림 1. 은 데이터 전송을 나타내는 시작 패턴, 정보 0 과 정보 1, 종료 패턴에 대한 타이밍 도를 나타낸다. 하나의 비트 정보와 다음 비트 정보는 2클록 정도의 1 인 구간으로 분리한다. 시작 패턴 이후 또는 분리 패턴 마다 각각의 0 인 구간을 수신단의 시스템 클록을 이용한 카운터 회로와 수신 회로로 정보 0 과 1을 감지하여, 수신 레지스터에 저장한다. 8비트가 모두 0 인 경우 데이터 전송에 필요한 시간은 132개의 시스템 클록 시간이 필요하다. 클록과 시간에 대한 정확한 정보가 전송 데이터에 포함되어 있지 않으므로, 0 인 구간 카운터 값은 10% 정도의 허용 마진을 가지고 설계 및 구현하였다.

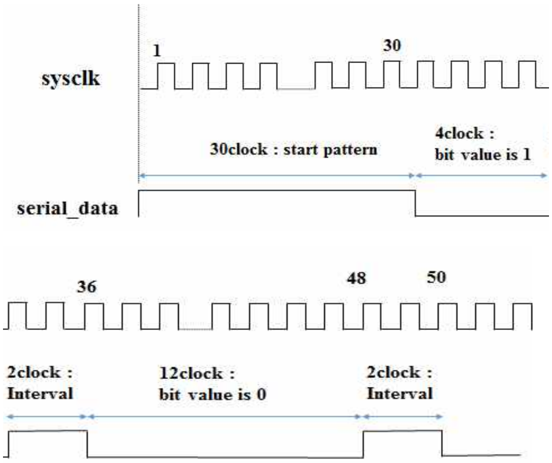

그림 1. 단일 핀 직렬 통신 타이밍도

Fig 1. The timing diagram of one pin serial communication

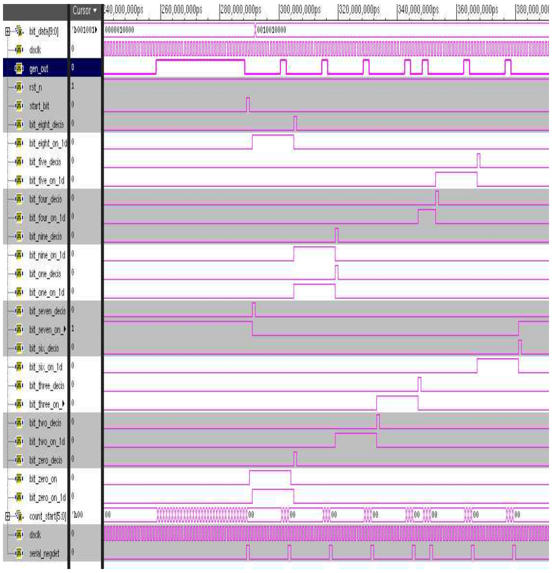

그림 2. 단일 핀 직렬 통신 수신단 논리 회로 시뮬레이션 결과

Fig 2. The logic circuit simulation result of one pin serial communication receiver

Ⅲ. 단일 핀 직렬 통신 설계 및 구현

그림 1에 나타난 방식으로 1㎒ 시스템 클록을 이용해서 단일 핀에 대한 10비트의 디지털 정보 값을 생성하는 송신 단을 FPGA를 이용하여 구현하였다. 단일 핀으로부터의 정보를 수신하는 수신 단은 수신 내부 시스템 클록을 이용한 카운터 회로와, 시작 패턴 감지회로, 0 인 구간을 카운트하여 정보 0 과 1을 결정하는 데이터 비트 결정회로, 종료 패턴 감지 회로로 구성하였다. 각 블록에 대한 설계는 Verilog 언어를 이용하여 구현하였다. 설계된 블록은 논리 시뮬레이터로 결과를 검증하였다. 그림 2는 각각의 블록에 대한 논리 회로 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 각 부분에 대해서 입력 데이터가 정상적인 논리 결과로 수행됨을 검증하였다.

Ⅳ. 실험 및 결과

단일 핀을 이용하여 데이터를 전송 및 수신하는 단일 핀 직렬 통신 송신단과 수신단을 별도의 FPGA 모듈을 사용하여 구현하였다. 송신단과 수신단에서 각각의 내부 시스템 클록을 사용하여 데이터를 전송하고, 수신단에서 수신 데이터 값을 확인하여, 각각의 기능을 검증하였다. 10비트의 데이터 값 0과 1을 FPGA의 LED 점등과 점멸 값으로 매칭 하여, 각각의 데이터 비트를 LED 상태로 확인하였다. 그림 3은 FPGA 실험 결과이며, 출력된 LED는 데이터 값이 모드 비트 2비트를 제외한 실제 데이터의 8비트 값이 LSB부터 출력된 결과를 확인할 수 있다. FPGA를 이용한 검증 결과 모든 10비트 데이터 패턴에 대해서 제안된 단일 핀 직렬 통신 프로토콜이 정상 수신됨을 확인하였다. 수신 단에서 사용된 게이트 수는 Hynix 0.35um인 경우 995개의 게이트 (칩 면적 52,655um^2) 로 비교적 간단한 하드웨어로 구현되었다.

그림 3. 단일 핀을 이용하여 11101001 수신 후 LED 상태
Fig 3. The LED status after 11101001 data reception

Ⅴ. 결 론

최근 IoT 분야에서 센서 정보를 주고 받는 직렬 통신 방식이 널리 사용된다. 기존의 SPI 와 I2C 직렬 통신 방식은 클록과 데이터 2개의 핀을 사용하여 비교적 빠른 속도로 데이터를 전송하는 방식이다. 사용되는 사물들이 점차 소형화되고, 데이터 전송 정보의 양이 적어지면서 전송 속도보다는 하드웨어의 단순화가 중요한 설계요소가 되는 응용분야가 늘어나고 있다. 본 논문에서는 단일 핀을 사용하여, 데이터를 직렬로 송·수신하는 회로를 설계하고 FPGA로 구현하였다. Hynux 0.35um CMOS 표준 공정을 이용하여 합성한 결과, 995게이트(52,655um^2) 로 설계하였다. 간단한 하드웨어 구성으로 제안된 단일 핀 직렬 통신 프로토콜은 적은 양의 데이터를 저속으로 통신하는 IoT 제품에 널리 사용될 것으로 기대한다.

References

[1] 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.

[2] F. Leens, "An Introduction to I2C and SPI Protocols", IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, pp. 8-13, February 2009.

[3] Y. D. Lee, W. S. Lee, J. J. Kand, “Development of Universal Sports Simulator Fusing 5 Senses”, The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol. 1, No. 1, pp.73-77, Feb. 2015.