

I2C & SPI 기반 센서 검증을 위한 SoC 플랫폼 구현

양희훈*, 엄유진*, 유호영*
충남대학교 전자공학과

Implementation of Verification SoC Platform for I2C & SPI Based Sensor on FPGA

Heehun Yang, Yujin Eom, and Hoyoung Yoo

Dept. of Electronics Engineering,

Chungnam National University

E-mail : hhyang.cas@gmail.com, yjeom.cas@gmail.com, hyyoo@cnu.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a System-on-Chip (SoC) platform for validating sensors based on I2C and SPI communication interfaces. I2C and SPI are widely used communication interfaces for many sensors due to their ease of scalability and use. High-performance sensors require various tests to validate their operations, necessitating testing in an SoC environment for ease of control. In this paper, we implement an SoC in an FPGA environment to propose a validation platform for sensors using I2C and SPI communication interfaces. To validate the platform, experiments are conducted using the DE2-115 board equipped with Intel Cyclone IV chip.

I. 서론

I2C(Inter-Integrated Circuit), SPI(Serial Peripheral Interface) 인터페이스는 센서의 통신 인터페이스로서 널리 사용된다[1]. I2C 통신 인터페이스는 IC 사이의 통신 링크를 제공하는 양방향 2-wire 직렬 버스로, 추가적인 외부 인터페이스 없이 쉽게 시스템에 새로운 장치를 추가할 수 있다. SPI 통신 인터페이스는 독립된 데이터 회선으로 송수신을 하며, 고속으로 1 대 다수의 통신을 지원한다. 이러한 장점으로 I2C, SPI 를 많은 센서의 통신

인터페이스로 채택하고 있다. I2C 나 SPI 를 통신 인터페이스로 사용하는 고성능의 센서는 그 동작을 검증하기 위해 다양한 동작을 시험해야 하며, 이는 제어의 용이함을 위해 SoC(System on Chip) 환경에서의 동작 제어가 필수적이다. 본 논문에서는 FPGA 환경에서 I2C 와 SPI 통신 인터페이스를 사용하는 고성능 센서의 동작을 검증을 위한 SoC 플랫폼을 제안한다. 챕터 2 에서는 I2C 와 SPI 에 대한 배경지식을 설명하며 챕터 3 에서는 DE2-115 board 를 이용하여 I2C 와 SPI 통신 인터페이스를 사용하는 온도 및 자이로 센서의 검증을 위해 구현한 SoC 플랫폼의 동작을 보인다.

II. 배경 지식

2.1 I2C (Inter-Integrated Circuit)

I2C 는 마이크로 컨트롤러와 저속 주변장치를 연결시키기 위해 고안된 통신 인터페이스이다. I2C 인터페이스에서 통신을 위한 클럭과 제어 신호를 생성하는 장치는 마스터, 마스터로부터 제어 신호를 받으며 데이터를 전송하는 장치를 슬레이브로 정의한다. I2C 에서는 다수의 마스터와 슬레이브가 존재할 수 있는 다중 마스터 버사이므로 시스템에 새로운 장치를 추가하거나 제거해야 하는 상황에서 쉽게 확장 또는 축소가 가능하다. I2C 의 이러한 특징으로 프로세서, 마이크로 컨트롤러, ASIC

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2022R1A5A8026986), and supported by National R&D Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by Ministry of Science and ICT(2020M3H2A1078119).

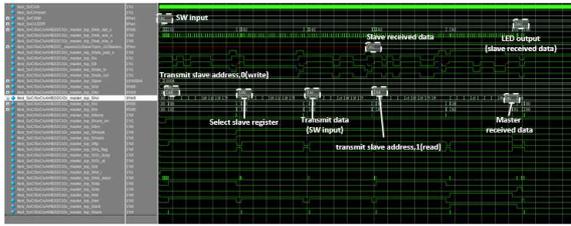


그림 1. I2C 용 SoC 시뮬레이션 결과

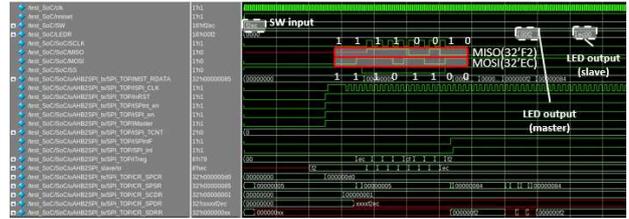


그림 3. SPI 용 SoC 시뮬레이션 결과

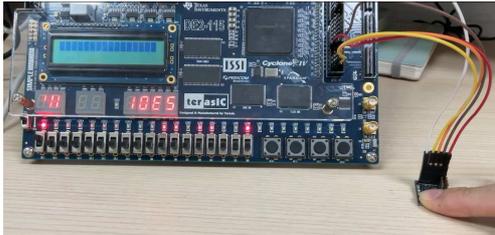


그림 2. FPGA 를 이용한 I2C SoC 테스트 결과

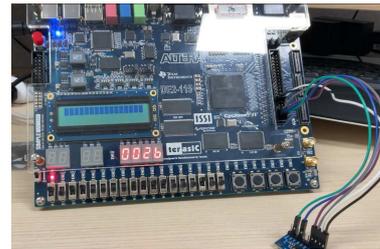


그림 4. FPGA 를 이용한 SPI SoC 테스트 결과

과 같은 마스터 디바이스가 다양한 주변기와 통신할 수 있는 시스템을 적은 비용으로 구현할 수 있다.

2.2 SPI (Serial Peripheral Interface)

SPI 인터페이스는 마이크로 컨트롤러와 센서, ADC, DAC, EEPROM 또는 SD card와 같은 주변 장치에서 흔히 사용되는 통신 인터페이스이다. I2C와 달리 하나의 마스터만 사용이 가능하며, 하나의 마스터와 다수의 슬레이브의 통신이 가능하다. SPI 인터페이스는 데이터 송신과 수신을 위해 두 개의 분리된 데이터 라인을 사용하므로 송신과 수신이 동시에 동작 가능하다. 또한 간단한 시프트 레지스터를 이용하여 데이터를 송수신하므로 적은 하드웨어 리소스로 구현이 가능하다.

III. 실험 결과 및 결론

본 논문에서는 센서검증용 SoC 플랫폼의 동작을 검증하기 위해 I2C 및 SPI의 데이터 송수신 실험을 진행하였다. 시뮬레이션 검증은 Intel Questa 환경에서 진행하였으며, 플랫폼 검증을 위한 실험은 Intel사의 Cyclone IV 칩이 장착된 DE2-115 보드를 사용하였다. 그림 1은 SoC에서 동작하는 I2C 마스터의 동작을 검증하기 위해 진행한 시뮬레이션 결과이다. 그림 2는 검증된 I2C 제어용 SoC를 FPGA에 구현한 결과이다. 검증

용 I2C 센서는 JMOD-TEMP-1 온도 센서가 사용되었다. SoC 환경에서 I2C 마스터는 슬레이브인 온도 센서로 start, device address, write, device register, re-start, device address, read, stop 신호를 순차적으로 보내며, read 신호 이후 센서의 측정값을 수신하여 seven segment에 표시하게 된다. SPI 기반 센서를 제어하기 위한 SoC 플랫폼의 동작을 확인하기 위해 시뮬레이션과 FPGA 검증을 진행하였다. 그림 3은 SPI 마스터의 동작을 검증하기 위한 플랫폼의 시뮬레이션 결과를 보인다. 그림 4는 시뮬레이션 검증이 완료된 SPI 제어용 SoC 플랫폼에 MPU-9250 자이로 센서를 연결하여 동작을 확인한 결과이다. SoC 플랫폼은 FPGA의 스위치를 이용하여 센서의 data address를 선택하며, 해당 address의 측정값을 seven segment에 표시한다. 본 논문에서는 I2C, SPI 기반 센서 검증을 위한 SoC 플랫폼을 구축하였으며, FPGA를 이용해 센서의 모든 동작을 확인할 수 있는 시스템을 검증하였다.

참고문헌

- [1] M. S. Rahaman, M. H. Chowdhury, I. Nasir and L. -T. Hwang, "VSIB: A Sensor Bus Architecture for Smart-Sensor Network," 2009 WRI World Congress on Computer Science and Information Engineering, Los Angeles, CA, USA, 2009, pp. 436-439.