

리눅스에서 센서/구동기의 Plug&Play를 위한 USB장치

A USB Device for Plug&Play of Sensor/Actuator In Linux

Seongbae Eun¹ · Sun Sup So^{2*}

¹Professor, Dept. of Information Communication Engineering, Hannam University, 34430 Korea

²Professor, School of Computer Engineering, Kongju National University, 31080 Korea

ABSTRACT

Since IoT devices include various sensors and drivers, application programmers need to understand the structure and characteristics of sensors and actuators. If the manufacturer provides the driver of the sensor or actuator, IoT development can be efficiently carried out, which is called the Plug & Play technique. What matters is that the technique proposed by this research team in the past are not suitable for Arduino or Raspberry-Pi, which are recently used.

In this paper, we propose a USB sensor device that can be mounted on a Raspberry-Pi. When the device is plugged into the Raspberry-Pi, the built-in driver is transmitted and played. The configuration of the USB sensor device was presented, and considerations for chip selection for processing sensors and drivers were presented.

Keywords : Plug&Play, IoT Devices, Standardized, Raspberry-Pi, Linux

I. 서 론

IoT 서비스는 4차산업혁명의 기본 서비스로 자리매김하고 있다[1]. IoT 서비스 구현을 위하여 다양한 사물에 센서 및 구동기를 장착하여 사물의 상태를 파악하고

이를 인터넷으로 서버에 전송한다. 이 데이터는 인간의 편의를 위하여 사물을 제어하는 목적으로 활용된다 [2,3].

IoT 장치의 개발 방법은 응용이 요구하는 센서를 아두이노[4]나 라즈베리-파이[5] 같은 플랫폼에 장착하고 그 센서의 드라이버와 응용을 작성하는 것이다. 이때, 센서의 드라이버를 작성을 위하여 센서 하드웨어의 동작을 이해하는 것이 필수적이다.

윈도우즈나 리눅스[6] 등의 고등 운영체제에서는 I/O 장치를 Plug하면 자동으로 드라이버를 Play하는 Plug&Play 기법을 활용한다. 다비이스 제조사는 자신의 드라이버를 개발하여 제공하며 응용 프로그래머는 표준화된 장치 접근 API를 사용한다. 이는 응용 개발의 효율을 증가시킬 것이다.

본 연구팀은 Linux 등에서 사용하는 Plug&Play 기법을 USN 장치에 적용하는 기법[7-9]을 연구하였다. 그 기법의 문제는 9 핀의 센서 인터페이스[8]를 사용하는 것으로서 최근 사용되는 아두이노나 라즈베리-파이 등에 적합하지 않다. 이를 개선하기 위하여 라즈베리-파이의 USB 인터페이스에 장착하여 Plug&Play되는 기법 [10]을 제시하였다.

본 논문에서는 최근 제안된 USB 센서 장치[10]의 설계를 좀 더 구체화하여 기술하였다. USB 센서 장치는 USB 인터페이스를 처리하는 CP2102 칩과 센서를 부착하고 드라이버를 저장하는 ATmega32로 구성된다. 칩 선정을 위한 고려 사항을 제시하고 하드웨어 설계 시 이슈를 제시한다.

II. 배경

2.1. IoT 장치 개발

기존의 IoT 장치 개발 방법을 그림 1[10]에서 도식한다. IoT 장치는 센서, MCU, 구동기, RF 모듈등으로 구성되며 소프트웨어로서 FW(Firmware)를 직접 작성하

Received 18 January 2022, Revised 18 January 2022, Accepted 25 January 2022

* Corresponding Author Sun Sup So(E-mail: triples@kongju.ac.kr, Tel: +82-41-521-9231)
Professor, School of Computer Engineering, Kongju National University, 31080 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.2.329>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

거나 운영체제의 도움을 받아서 작성한다. 센서나 구동기는 일반적인 컴퓨터 요소가 아니므로 이의 동작 방식을 이해하여 프로그램을 작성해야 한다. 이 점이 IoT 장치 개발을 어렵게 한다.

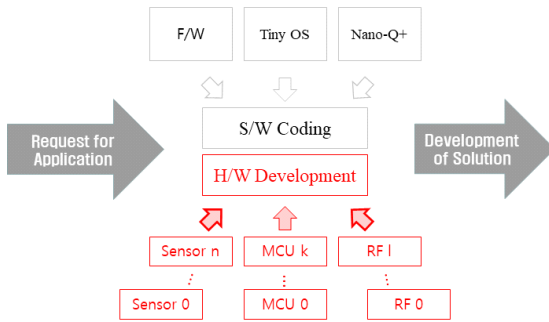


Fig. 1 Traditional Development of IoT Devices[10]

2.2. IEEE1451

IEEE1451[11]은 미국의 NIST에서 주도하고 있는 표준으로서 1451.0 ~ 1451.6, 총 7개의 표준으로 구성된다. IEEE1451에서 정의하는 트랜스듀서와 NCAP(Network Capable Application Processor)과의 인터페이스는 센서 노드 플랫폼을 개발할 때 많이 참고할 수 있다. 하지만 NCAP이 매우 복잡하여 이해하기 어렵고 센서나 구동기의 특성을 TEDS로 정의하는 것도 복잡한 것이 문제이다.

2.3. 과거의 Plug&Play 기법

본 연구팀은 과거에 USN을 위한 센서 및 구동기의 Plug&Play 기법[7-9]을 연구하였다. 그 기법에서는 Linux나 윈도우즈 등의 고등 운영체제의 도움 없이 FW 기반으로 Plug&Play 기법을 제공한다. 응용 개발자는 ATmega128 기반의 하드웨어에서 제공하는 표준화된 API 위에서 응용프로그램을 개발하면 된다. 센서 디바이스 공급자는 디바이스 드라이버 작성법에 따라 디바이스 드라이버를 개발, 공급하면 된다.

이 방식의 문제는 센서 하드웨어가 9 핀의 센서 커넥터를 사용해야 한다는 점이다. 최근의 아두이노와 라즈베리-파이 등의 개발 플랫폼에서 지원하지 않는다. 이들 플랫폼에서 기존 접근법을 제시하려면 USB나 GPIO 등의 인터페이스를 활용해야 할 것이다.

III. USB 기반 Plug&Play

3.1. USB 센서/구동기 장치의 구조

그림 2는 USB 센서/구동기 장치의 구조를 보여준다. 그림에서처럼 USB 포트 인터페이스와 센서 및 센서 드라이버 저장소로 구성된다. 센서/구동기 장치의 구조는 1) USB 인터페이스를 위한 CP2102 칩, 2) 다양한 센서가 부착 가능한 센서 처리 MCU, 3) 센서 디바이스 드라이버로 구성된다.

1) USB 인터페이스 칩

CP2102 칩은 USB 통신을 지원함과 동시에 센서에 전원을 공급하는 기능과 센서로부터 얻은 데이터를 USB 직렬 통신을 이용하여 전송하는 기능 등을 제공한다. 이 칩에서는 USB 통신 중에서 직렬 통신 기능을 수행하는데 대부분의 센서 및 구동기의 통신 속도가 빠르지 않다는 점에서 적절하다.

2) 센서 처리 MCU

센서나 구동기는 매우 다양하므로 이를 지원하기 위한 MCU가 요구된다. 센서나 구동기는 아날로그 방식, 직렬 통신, SPI 통신 등 다양한 인터페이스를 요구하므로 MCU는 이를 모두 지원할 수 있어야 한다. 또한 MCU에의 비휘발성 메모리에서 센서의 드라이버를 저장해야 하므로 크기가 적절해야 한다. 본 논문에서는 ATmega32를 고려하고 있다.

3) 센서 D/D(Device Driver)

이 드라이버는 라즈베리-파이의 Linux에서 디바이스 드라이버로 장착되어 동작하는 소프트웨어이다. 이 드라이버는 라즈베리-파이에서 ATmega32의 센서와 USB의 직렬통신을 통하여 데이터를 얻도록 지원하며 리눅스 디바이스 드라이버 제작법에 따라 작성된다. USB 센서 모듈이 라즈베리-파이에 장착되면 리눅스 내부의 USB 디바이스 드라이버에서 정해진 절차에 따라 센서 D/D가 리눅스로 전송된다. 그후 정상 동작한다.

USB A/B/C Type

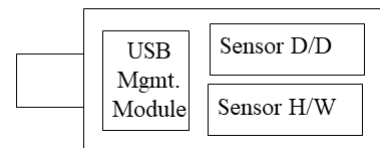


Fig. 2 Structure of USB IoT Devices[10]

3.2. USB 센서 개발 플랫폼 설계

그림 3은 USB 센서 개발 플랫폼의 설계를 보여준다. 센서 개발 플랫폼은 다양한 센서 및 구동기를 장착할 수 있도록 ADC, I2C, Interrupt, SPI 등의 다양한 센서 장착 점을 제공한다.

이를 처리하는 MCU는 ATmega32를 선정하였는데 다양한 인터페이스를 보유하고 있다는 점과 32KB의 플래시메모리를 보유한다는 점을 고려하여 선정하였다.

32KB의 메모리 크기는 1) 센서 값을 얻어서 리눅스의 드라이버에 전송하는 기본 처리 프로그램과 2) 라즈베리-파이에서 동작하는 센서 드라이버의 크기를 고려한 값이다.

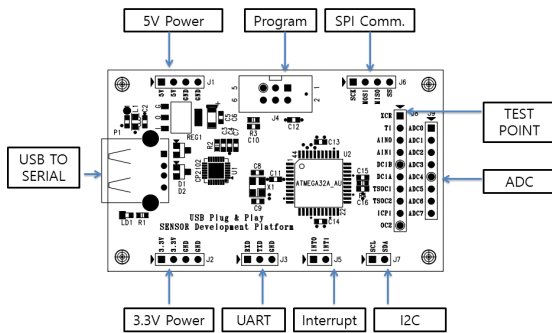


Fig. 3 USB Sensor Development Platform

IV. 결론

본 논문에서는 USB 인터페이스를 갖는 센서 모듈이 라즈베리-파이에 장착될 때 그 센서의 디바이스 드라이버가 자동으로 Linux의 드라이버로 Plug되어 Play되는 구조를 제안하였다. 센서의 구동 드라이버는 USB 센서 장치의 개발자가 제공하며 응용 프로그래머는 Linux의 API를 통하여 센서 값을 접근하면 된다. 이는 응용 프로그래머가 센서나 구동기의 특성을 몰라도 된다는 것을 의미한다.

USB 센서 장치를 개발할 때 개발 플랫폼으로 구성할 수 있도록 하드웨어를 설계하였는데 CP2102 USB 구동 칩과 ATmega32 칩을 선정하였다.

향후 연구 방향은 USB 센서 장치의 하드웨어와 이의 제어 시스템을 개발하는 것이다. 현재 라즈베리-파이의 리눅스 운영체제와 연동하도록 구현 중이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This results was supported by "Regional Innovation Strategy (RIS)" through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(MOE) (2021RIS-004)

REFERENCE

- [1] B. Jeong and M. Hong, "A Study on the Activation of IoT Industry Strategy and Policy in the 4th Industrial Revolution," *International Commerce and Information Review*, vol. 21, no. 1, pp. 341-360, Mar. 2019.
- [2] Y. Kwon and S. Y. Kim, "Trend Analysis of IoT Technology Using Open Source," *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 20, No. 3, pp. 65-72, Jun. 2020.
- [3] B. Hwang, E. G. Kim, and Y. Jang, "Development of IoT-based Ultraviolet(UVC) Book Sterilizer," in *Proceeding of Summer Conference of The Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 1964-1967, Aug. 2020.
- [4] J. Song, Y. H. Kim, and S. Kim, "Development of Educational Contents for Making Traffic Lights Using Arduino," in *Proceeding of The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, pp. 587-590, Oct. 2019.
- [5] K. Hwang, H. Park, J. Kim, T. Lee, I. Jung, and J. Chang, "An Implementation of Smart Gardening using Raspberry pi and MQTT," *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 18, no. 1, pp. 151-157, Feb. 2018.
- [6] A. Rubini, *Linux Device Drivers*, O'Reilly & Associates, Inc., 1998.
- [7] TTA.KO-06.0290-Part1, *Plug&Play based USN Sensor Access Interface - Part1: Reference Model*, Telecommunications Technology Association, 2012.
- [8] TTA.KO-06.0290-Part2, *Plug&Play based USN Sensor Access Interface - Part2: Physical Interface and Transmission Protocol between Sensor Node Platform and Sensor module*, Telecommunications Technology Association, 2012.
- [9] TTA.KO-06.0290-Part3, *Plug&Play based USN Sensor Access Interface - Part3: HAL Library for Sensor Device Driver*, Telecommunications Technology Association, 2012.
- [10] S. Eun and S. So, "A Plug&Play Scheme of USB Sensors In

Raspberry-Pi,” in *Proceedings of the Korean Institute of Information and Commucation Sciences Conference*, pp. 205-207, Oct. 2021.

- [11] Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., “IEEE Standard for Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators – Network Capable Application Processor (NCAP) Information Model,” in *Mixed-Mobile Communication Working Group of the Technical Committee on Sensor Technology TC-9 of the IEEE Instrumentation and Measurement Society*, Jun. 1999.