

무선통신 제어 가능한 스텝모터 마이크로컨트롤러유닛 개발과 무선통신 제어를 위한 어플리케이션 디자인에 관한 연구

강희라
인하대학교 디자인융합학과 교수

A Study on the Application Design for Wireless Communication Control and Development of Stepping-motor Microcontroller Unit capable of Wireless Communication Control

Hee-Ra Kang
Professor, Department of Desing Convergence, Inha University

요약 최근 생활 속에서 다양하게 사용되어 지고 있는 IoT 제품들 중 모터를 사용하고 있는 제품이 늘고 있다. 이에 다중의 모터를 손쉽게 제어할 수 있는 마이크로컨트롤러유닛의 개발과 이를 제어할 수 있는 어플리케이션을 개발하여 다양한 곳에 사용되고 있는 모터들을 본 연구를 통해 개발된 마이크로컨트롤러유닛을 이용하여 제어 가능하게 하는 것이 본 연구의 목적이다. 본 연구는 마이크로컨트롤러유닛을 개발하기 위해 아두이노 보드를 기본으로 하였고, 아두이노에 블루투스 모듈과 지그비 모듈 그리고 모터컨트롤러를 연결하여 하드웨어를 개발하였다. 또한 이를 제어하기 위해 어플리케이션을 개발하였으며 어플리케이션의 디자인을 진행하였다. 이렇게 개발된 마이크로컨트롤러유닛과 어플리케이션은 전동커튼, 전동블라인드, 로봇 및 다양한 IoT제품에 응용될 수 있기를 기대한다. 또한 향후 연구를 통해 스텝모터 외의 다양한 모터를 제어할 수 있는 하드웨어 개발이 이어질 것이다.

주제어 : 스텝모터, 모터컨트롤러, 무선통신, 어플리케이션디자인

Abstract In recent years, among the IoT products that are used in various ways in everyday life, motorized products are increasing. This study aims to develop a microcontroller unit that can easily control multiple motors and develop an application that makes use of this microcontroller unit. The basis of the hardware developed by the research was the Arduino board, and to it, the Bluetooth module, Zigbee module, and a motor driver were connected. To control the device, an application was designed. The final microcontroller unit and its application may be applied to electric curtains, electric blinds, robots, and other various IoT products. Further research will lead to hardware development that can control various types of motors other than stepping motors.

Key Words : Stepping Motor, Motor Controller, Wireless Communication, Aplication Design

*This work was supported by INHA UNIVERSITY Research Grant. (INHA-60546)

*Corresponding Author : Hee-Ra Kang(whitish@inha.ac.kr)

Received November 1, 2019

Revised November 27, 2019

Accepted December 20, 2019

Published December 28, 2019

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 우리의 생활 속에서 많은 IoT 제품들이 사용되고 있으며, 그 중 모터를 이용한 제품들도 늘어나고 있다. 하지만, 각각의 제품에 이용된 모터들은 각각의 제품에 한정적으로 사용할 수 있게 디자인 되고 설계되어 다른 곳에 사용이 불가능 하다. Maker¹⁾ 문화의 발달로 많은 사람들이 창의적인 제품을 구상하고 디자인하는 시대에, 그것을 가능하게 할 수 있는 모터컨트롤러²⁾를 포함한 마이크로컨트롤러유닛³⁾을 개발하고 그것을 스마트폰의 어플리케이션과 연결시켜 제어 가능하게 하는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 모터컨트롤러, 블루투스 모듈, 지그비⁴⁾ 모듈을 내장한 마이크로컨트롤러유닛을 개발하고 그것을 제어하기 위한 스마트폰의 어플리케이션을 개발하는 것을 범위로 한다. 마이크로컨트롤러유닛은 아두이노(Arduino)를 기본으로 하여 개발하였다. 이는 범용 적이고 디자이너가 쉽게 다룰 수 있는 마이크로컨트롤러유닛이기 때문이다. 본 연구의 방법은 기존 아두이노에 최적화된 모터컨트롤러를 삽입하는 방법을 연구하고, 또한 블루투스 모듈과 지그비 모듈을 이상적으로 삽입하여 하나의 마이크로컨트롤러유닛으로 만들어 내는 방법을 모색하는 것이다. 또한 개발된 마이크로컨트롤러유닛을 이용해 스마트폰의 어플리케이션과 무선통신을 하여 다중의 모터를 제어 하는 방법을 연구하였다. 이러한 다중의 모

터를 제어하기 위해 지그비 모듈을 사용하였으며 모터는 스테핑모터⁵⁾로 한정하여 개발 하였다.

2. 스테핑모터의 무선제어를 위한 마이크로컨트롤러 유닛과 스마트폰의 구성

스마트폰의 어플리케이션을 이용하여 스테핑모터를 제어하기 위해 Fig. 1과 같은 방법을 사용하였다. 스마트폰의 블루투스 기능을 이용하여 개발된 마스터⁶⁾ 마이크로컨트롤러유닛과 무선통신으로 연결되며, 스마트폰에서 보내는 신호를 받은 마스터 마이크로컨트롤러유닛은 지그비모듈을 이용하여 슬레이브⁷⁾ 마이크로컨트롤러유닛에 신호를 보내게 된다. 지그비 모듈을 사용한 슬레이브 마이크로컨트롤러유닛은 32,000개의 채널을 동시에 사용 가능하다.

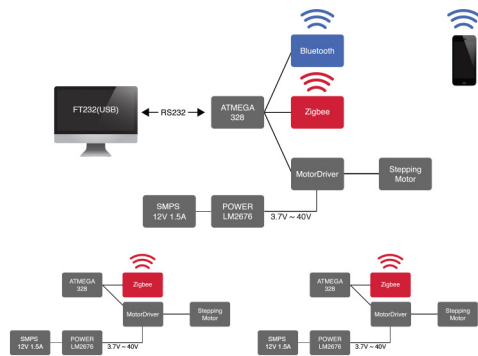


Fig. 1. MicroControllerUnit Diagram (Master Structure and Slave Structure)

블루투스와 지그비의 경우 SoftWare Serial 9600bps 속도로 아두이노와 통신을 하며 모터컨트롤러는 IO방식으로 통신을 한다. 이러한 구성은 하나의 스마트폰으로 동시에 여러 개의 스테핑모터를 제어 할 수 있게 한다.

- 1) 평범한 사람들이 기업이나 전문가가 만든 기성 제품들을 맹목적으로 소비하는 것에서 벗어나, 인터넷을 통해 지식을 공유하고, 다양한 재료와 기술, 도구를 활용해 주체적으로 물건 등을 만드는 과정에서 기쁨과 즐거움을 찾는 사람. [1]
- 2) Motor controller is a device or group of devices that serves to govern in some predetermined manner the performance of an electric motor. [2]
- 3) 마이크로컨트롤러(Microcontroller) 또는 MCU(Micro Controller Unit)는 마이크로프로세서와 입출력 모듈을 하나의 칩으로 만들어 정해진 기능을 수행하는 컴퓨터를 말한다. [3]
- 4) ZigBee는 소형, 저전력 디지털 라디오를 이용해 개인 통신망을 구성하여 통신하기 위한 표준 기술이다. IEEE 802.15 표준을 기반으로 만들어졌다. 지그비 장치는 메시 네트워크 방식을 이용, 여러 중간 노드를 거쳐 목적지까지 데이터를 전송함으로써 저전력임에도 불구하고 넓은 범위의 통신이 가능하다. [4]

- 5) 스테핑모터란 한 바퀴의 회전을 많은 수의 스텝들로 나눌 수 있는 브러쉬리스 직류 전기 모터이다. [5]
- 6) Master, Primary 하나의 일을 수행하는데 있어 주체가 되는 역할을 하는 것(모든 다른 슬레이브들을 제어하고 명령하는 주체). [6]
- 7) Slave, Secondary 종속적인 역할을 하는 것(주로 마스터의 지시에 따라 행동). [7]

3. 마이크로컨트롤러유닛의 PCB⁸⁾ 구성

본 연구에서 마이크로컨트롤러유닛의 제어 대상이 된 스텝모터는 KH4248-B90112이다.

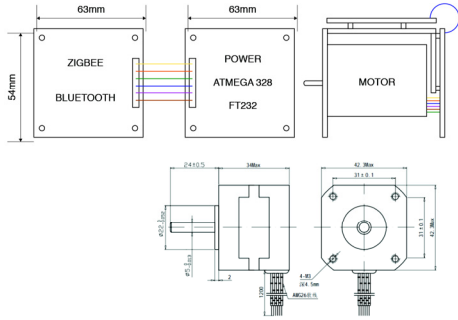


Fig. 2. Configuration Diagram of Microcontroller

위의 사진에서 볼 수 있는 것과 같이 보드는 두 개를 연결하여 구성하였다. 왼쪽의 보드는 무선 연결을 위한 블루투스 모듈과 지그비 모듈로 구성되어 있다. 그리고 오른쪽의 보드는 모터를 제어하기 위한 모터 컨트롤러 및 마이크로컨트롤러유닛으로 구성되어 있다. 보드 개발 시 안에 들어가는 통신모듈과 모터 컨트롤러 등은 기존의 판매되는 제품을 사용하게 되어 보드의 크기가 모터의 한쪽 면 보다 커지게 되었다. 본 연구의 결과물은 스텝모터의 측면에 부착되는 단순한 형태를 지향하여 디자인 되었다. 만약 스텝모터의 규칙이 바뀌게 되더라도 쉽게 스텝모터에 부착해야 한다는 것을 고려한 디자인이다.

4. PCB제작을 위한 도면설계

프로그램의 용이성과 범용성을 위해 도면 설계에 사용된 마이크로컨트롤러유닛은 ATMEGA328⁹⁾로 구성하였다. 도면을 제작하는데 있어 기본이 된 모델은 아두이노 NANO, MINI 이다.

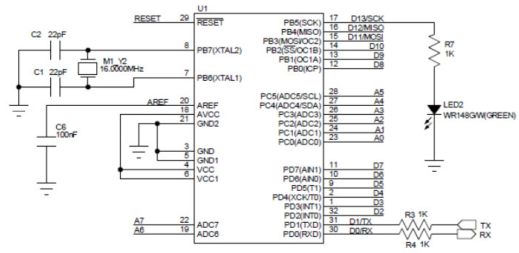


Fig. 3. Arduino NANO and MINI [10]

IO 체크 및 프로그램의 디버깅을 할 수 있는 핀을 다양하게 추가하여 디자인되었으며, ISP 다운로드를 위하여 두 가지 커넥터를 활용 할 수 있게 설계 하였다. 또한 보드의 테스트를 위해 D10에 부저를 설치하였고, D11(빨강), D12(초록), D13(노랑) LED를 설치하였다.

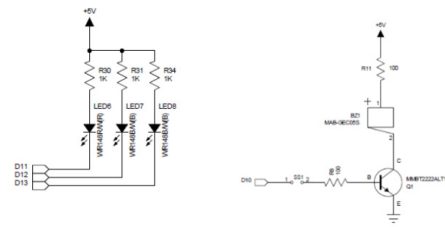


Fig. 4. LED (D11, D12, D13)

LM1117-510¹⁰⁾를 이용하여 800mA의 전원이 출력되고, 8V~45V 전원 입력이 가능하도록 설계하였다. 이는 스텝모터를 구동하기 위해 필요한 전압과 전류의 범위 안에 있다.

PCB제작에 있어 모터컨트롤러는 마이크로시스템이 가능하도록 설계하였으며, 핀 매핑은 아래와 같다.

- ① D6 : STEP EN
- ② D7 : RESET 스위치
- ③ D8 : 정역
- ④ D9 : 클럭입력

8) 인쇄회로기판. [8]

9) Atmel사의 megaAVR 패밀리로 싱글칩 마이크로컨트롤러 이다. [9]

10) Low-Dropout Linear Regulator. [11]

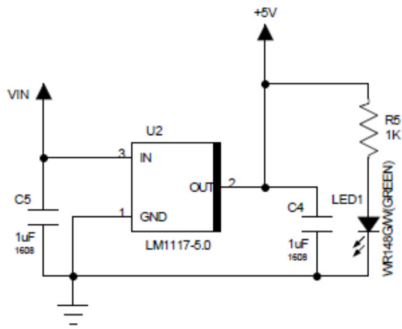


Fig. 5. LM1117-5 (800mA OUTPUT)

아날로그 핀을 이용하여 스위치 입력이 가능하게 하였으며, A1, A2는 FW¹¹⁾ TEST할 때 디버깅을 위해 사용될 수 있게 설계하였다.

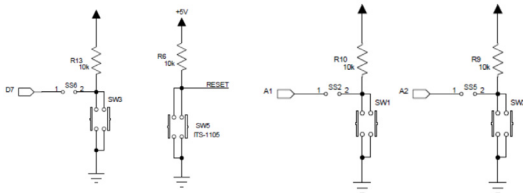


Fig. 6. FW Test pin A1, A2

마이크로컨트롤러의 통신을 위하여 FT232RL¹²⁾을 이용하여 시리얼 통신을 구성하였다.

마지막으로 블루투스 및 지그비를 사용하여 무선통신을 가능하게 하며, OLED를 I2C¹³⁾로 연결하여 문자 출력이 가능하다.

11) Firmware는 컴퓨팅과 공학 분야에서 특정 하드웨어 장치에 포함된 소프트웨어로, 소프트웨어를 읽어 실행하거나, 수정되는 것도 가능한 장치를 뜻한다. 펌웨어는 ROM이나 PROM에 저장되며, 하드웨어보다는 교환하기가 쉽지만, 소프트웨어보다는 어렵다. [12]

12) Single chip USB to asynchronous serial data transfer interface. [13]

13) I2C(아이스퀘어드시, Inter-Integrated Circuit)는 필립스에서 개발한 직렬버스이다. 마더보드, 임베디드시스템, 휴대전화 등에 저속의 주변 기기를 연결하기 위해 사용된다. [14]

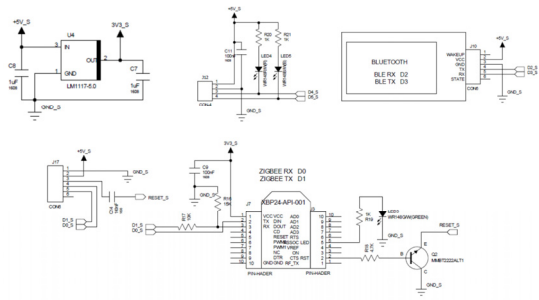


Fig. 7. Bluetooth, ZigBee, OLED

5. 고정지그¹⁴⁾ 설계 및 PCB 프린트 디자인

PCB 보드를 스테핑모터에 고정하기 위해 지그를 설계 하였다. 마이크로컨트롤러유닛 디자인을 하면서 여러 가지 기능들을 추가하여 보드의 최소 사이즈가 선정된 모터 보다 약간 크게 디자인 되었다. 그 결과 지그를 디자인하여 모터를 감싸게 만들었으며, 지그를 이용하여 보드를 모터에 설치할 수 있게 설계 하였다. 아래 그림은 3D 프린터를 이용하여 출력하기 위한 지그 디자인이다.

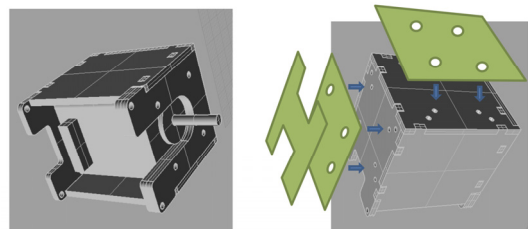


Fig. 8. Jig Design

지그는 3D 프린터를 이용하여 출력한 것으로 모터의 크기와 종류에 따라 사이즈를 변경하여 출력할 수 있다.

Fig. 9는 PCB 보드를 프린트하기 위한 디자인이다. 총 세 개의 판으로 구성되며 좌측 하단에 있는 판은 무선 통신을 위한 블루투스 모듈과 지그비 모듈을 장착하기 위한 판이며 우측 하단은 아두이노와 모터 컨트롤러를 포함한 판이다. 가장 우측의 판은 부처와 리셋을 위한 버튼, 그리고 모터의 방향을 물리적으로 제어하기 위한 버튼이 포함되어 있다.

14) 기계. 기계의 부품을 가공할 때에 그 부품을 일정한 자리에 고정하여 칼날이 닿을 위치를 쉽고 정확하게 정하는 데에 쓰는 보조용 기구. [15]

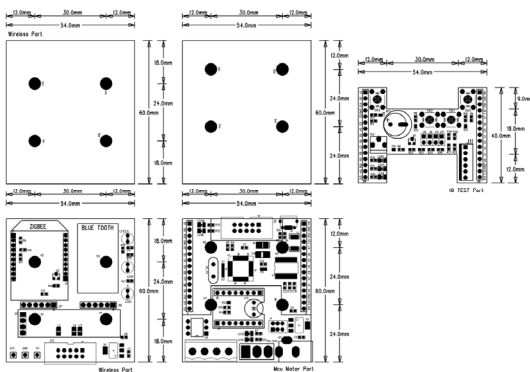


Fig. 9. PCB(PRINT)

6. 조립된 마이크로컨트롤러유닛

모터에 설치된 지그의 윗면과 후면을 이용하여 개발된 스테핑모터 제어를 위한 마이크로컨트롤러유닛의 조립 모습이다.

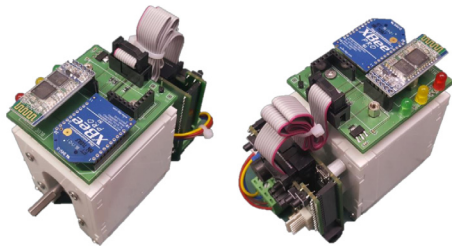


Fig. 10. Microcontrollerunit and Motor

Fig. 10은 블루투스 모듈과 지그비 모듈을 모두 포함된 모습이고, 모터를 추가 제어할 경우 블루투스 모듈이 빠지게 된다. 블루투스 모듈은 스마트폰과 모터를 연결하기 위한 장치로 한 개의 모터와 스마트 폰이 연결 되면, 그 후 추가되는 모터는 지그비 모듈을 이용하여 무선 통신 하도록 디자인 되었다.

7. 어플리케이션 디자인

본 연구에서 개발된 마이크로컨트롤러유닛을 무선통신을 이용하여 제어 하기 위해 어플리케이션을 제작하고 디자인하였다. 어플리케이션은 블루투스 모듈을 이용해

개발된 보드와 무선으로 연결되고 제어 되며, 다중의 모터를 제어 할 수 있게 디자인 되었다.

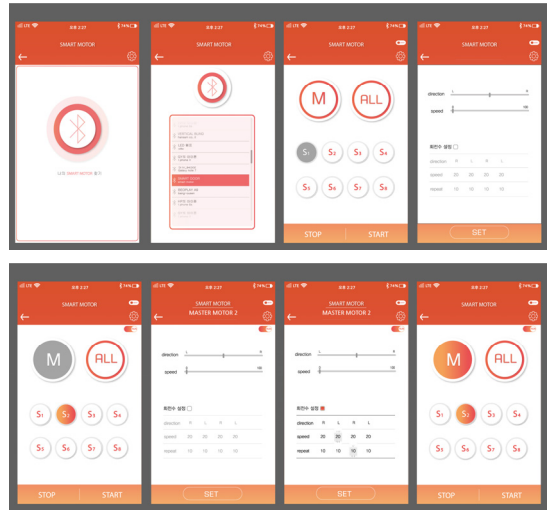


Fig. 11. Application Design

어플리케이션의 제목은 “Smart Motor”이다. 직관적으로 모터를 제어 할 수 있다는 뜻을 담았다.

Fig. 11의 첫 번째 화면에서는 블루투스를 연결하는 버튼을 디자인 하였고, '나의 Smart Motor 찾기'라는 설명과 함께 버튼을 누르게 되면, 두 번째 화면과 같이 연결 가능한 블루투스 목록을 보여 주게 된다. Smart Motor를 선택하여 블루투스를 마이크로컨트롤러유닛과 연결하게 되면 세 번째 그림과 같이 모터를 제어 할 수 있는 화면을 볼 수 있다. 모터는 다중으로 제어가 가능하고 앞에서 설명한 것과 같이 하나의 보드가 블루투스 모듈을 가지고 있기 때문에 그것과 지그비를 통해 통신이 가능한 모터를 모두 제어 할 수 있게 된다.

세 번째 그림의 왼쪽 상단에 “M” 버튼은 ‘Master’를 뜻한다. 즉 블루투스 모듈을 가진 메인 장치만을 제어하기 위한 버튼이다. 아래 있는 작은 원모양의 버튼들은 ‘Slave’를 뜻한다. 만약 ‘Master’외에 ‘Slave’ 스테핑모터가 연결되어 있다면 그림과 같이 회색으로 ‘S1’이 활성화 되는 표시가 된다. “All”버튼을 누르게 되면 스마트폰에 연결되어 있는 모든 스테핑모터를 동시에 제어가 가능하게 되고 각각의 모터를 개별 제어도 가능하다.

네 번째 그림은 각각의 스테핑모터가 선택된 후 스테핑모터를 제어 할 수 있는 화면이다. 각각의 스테핑모터는 방향 속도를 제어 할 수 있고, 모터의 회전수를 제어 할 수 있다.

스텝모터의 방향, 속도, 회전수를 세팅한 후 스텝모터 선택 화면으로 돌아와 각각의 모터를 다른 방향, 속도, 회전수를 다르게 세팅 할 수 있다.

8. 결론 및 향후과제

본 연구를 통해 개발된 마이크로컨트롤러유닛은 스텝모터의 제어와 무선통신을 이용한 스마트폰과의 연동을 가능하게 하는 것이다. 이는 여러 분야에 다양하게 활용될 수 있는 스텝모터를 본 연구를 통해 개발된 마이크로컨트롤러 유닛을 장착하여 제어 할 수 있게 되는 것이다. 현재 개발된 마이크로컨트롤러유닛은 스마트폰의 어플리케이션을 통해 테스트를 진행하였으며, 여러 개의 스텝모터의 방향과 횡수 그리고 속도의 제어가 가능하였다. 스텝모터는 현재 로봇, 잠금장치, 전동블라인드, 교육용 하드웨어, 예술작품 등 가정의 IoT 제품으로 다양하게 활용되고 있고, 기존의 모터를 스마트 모터로 변화 시킬 수 있는 장점이 있다. 또한 다중 제어를 통해 하나의 어플리케이션으로 여러 개의 스텝모터를 동시에 제어 할 수 있다는 점도 이 연구의 성과라고 할 수 있다. 하지만, 본 연구는 기존의 판매되고 있는 무선 통신 모듈을 이용하여 개발된 마이크로컨트롤러유닛의 크기를 줄이는 것에는 큰 기여를 하지 못했다. 이러한 점을 차 후 연구를 통해 개선해 나아가려고 한다. 만약 개발된 마이크로컨트롤러유닛이 소형화 된다면, 판매용으로도 적합할 것으로 생각되고 시장성에 있어 조금 더 유리한 점을 갖게 된다.

REFERENCES

- [1] S. M. Lee. (2017). NIPA : A Trend of Domestic and Foreign Makers Space in the Fourth Industrial Revolution. p2.
- [2] Wikipedia. (2019). *Motorcontroller*. WikiDictionary. http://en.m.wikipedia.org/wiki/Motor_controller
- [3] Wikipedia. WikiDictionary. <http://ko.wikipedia.org/wiki/microcontroller>
- [4] Wikipedia. (2019). *ZigBee*. WikiDictionary. <http://ko.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
- [5] Wikipedia. (2019). *stepermotor*. WikiDictionary. <http://ko.wikipedia.org/stepermotor>
- [6] Wikipedia. (2019). *Master*. WikiDictionary. http://ktword.co.kr/word/abbr_view.hph?m_temp1=1024
- [7] Wikipedia. (2019). *Slave*. WikiDictionary. http://ktword.co.kr/word/abbr_view.hph?m_temp1=1024
- [8] Wikipedia. (2019). *PCB*. WikiDictionary. <http://ko.wikipedia.org/wiki/PCB>
- [9] Wikipedia. (2019). *ATmega328*. WikiDictionary. <http://en.m.wikipedia.org/wiki/ATmega328>
- [10] Wikipedia. (2019). *Arduino Nano datasheet*. WikiDictionary. <http://www.store.arduino.cc/usa/arduino-nano>
- [11] Wikipedia. (2019). *LM1117 800-mA*. WikiDictionary. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm1117.pdf>
- [12] Wikipedia. (2019). *firmware*. WikiDictionary. <http://ko.wikipedia.org/wiki/firmware>
- [13] Wikipedia. (2019). *FT232R*. WikiDictionary. http://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
- [14] Wikipedia. (2019). *i2c*. WikiDictionary. <http://ko.wikipedia.org/wiki/i2c>
- [15] Wikipedia. (2019). *jig*. WikiDictionary. <https://ko.dict.naver.com/#/entry/koko/4e9dfcdd5fd34152a2ea3540a1b86899>

강 희 라(Kang, Hee Ra)

[정회원]



- 2007년 3월 ~ 2009년 2월 : 계원에
술대학 영상디자인과 교수
- 2009년 3월 ~ 2017년 2월 : 미니스
타일 디자인팀
- 2017년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 디자
인융합학과 교수
- 관심분야 : UI/UX 디자인, 인터랙티브

디자인

· E-Mail : whitishe@inha.ac.kr