

글로벌심을 이용한 LTE Cat.M1 IoT 프로토타입 제작 핸드온



telenor | connexion



CodeZoo

웨비나 주요내용

1. LTE Cat.M1 소개
2. 글로벌심 소개 (Telenor Connexion)
3. Cat.M1 하드웨어 구성 및 설계
4. Cat.M1 개발 과정
5. 아두이노 실습
6. 라즈베리파이 실습
7. Cat.M1 IoT 게이트웨이 제작

1. LTE Cat.M1 소개

국내 주요 IoT 기술 비교

	LTE Cat.M1	LTE-M	LoRa	NB-IoT
주파수	LTE 대역 내 0~1.08MHz 가변	LTE 대역 내 0~20MHz 가변	비면허 대역 125kHz*8채널	LTE 대역 내 180kHz 고정
전송 속도	~300Kbps	~10Mbps	~5.4kbps	~27kbps
가능 서비스	데이터, 음성, 사진	데이터, 음성, 영상	센서 측정치 등 소량 데이터	센서 측정치 등 소량 데이터
배터리 수명	수 년 이상	수 개월	수 년 이상	수 년 이상

※전송 속도는 다운로드 기준 최대 속도

자료=SK텔레콤

LoRa 기본요금 : 385원, 100KB기준(SKT)
 NB-IoT 기본요금 : 330원, 100KB기준(LG U+)
 Cat.M1 기본요금 : 1,100원, 5MB기준(SKT)

2. 글로벌심 소개 (Telenor Connexion)

국내 MVNO & 해외SIM 공급사인 (주)프리텔레콤에서 Telenor Connexion의 Global IoT 솔루션 파트너로서 국내에서 IoT 연결이 필요한 고객사에 SIM과 LTE접속 패키지를 SIM Square_IoT 브랜드로 제공하고 있습니다.



IoT 플랫폼

- 국제 표준 연동 규격 지원
- 다양한 IoT 사업모델에 맞는 데이터 플랜 제공



글로벌 연동

- 국내 : SK텔레콤 & KT 연동
- 글로벌 : 200개국 500개 이동통신사 연동



IoT 전문가

- IoT 전문 회사로서 다양한 산업분야 글로벌 레퍼런스 확보
- 24/7 기술 지원



스타트업부터 대규모 사업 프로젝트까지

- SIM Square IoT는 1회선의 테스트 요청에도 대응
- 대규모 프로젝트의 경우 별도 관리 사이트 제공(개발 중)

Why Global SIM?


- ✓ **디바이스 망인증 불필요**
 - ▶ 서비스 제공사업자가 Telenor Connexion이므로 국내 이동사(MNO) 망인증을 받지 않아도 됩니다
- ✓ **해외 시장 개척 시 유리**
 - ▶ 하나의 SIM에 전세계 이동사 profile이 포함되어 있어 프로젝트를 해외에 쉽게 적용하실 수 있습니다. (각국 통신사 협의 불필요)
- ✓ **표준 디바이스 호환성**
 - ▶ 표준 규격의 모뎀을 탑재하고 carrier-lock 되지 않은 모든 디바이스와 호환됩니다

연결이 필요한 곳 어디서나. Connecting Anywhere



2. 글로벌심 소개 (Telenor Connexion)

Home > Global IoT



Global IoT SIM - Telenor Connexion 10MB

SALE

27,000원 ~~79,000원~~

Global IoT SIM - Telenor Connexion 10MB
글로벌 IoT SIM - 월 10MB

원산지 Sweden
제조사 Telenor Connexion
구매혜택 810 포인트 적립예정 ②
배송방법 택배
배송비 2,500원 (50,000원 이상 무료배송)
최소 구매수량 1

주문 전 상품 안내를 숙지해 주세요.
유심 불량, 미개통 건에 대해서만 환불 가능합니다.
 위 내용을 읽었으며 동의합니다.

데이터이용료(12개월, 2,250원/월) *

데이터이용료(12개월, 2,250원/월) (필수) ▾

SIM카드 *

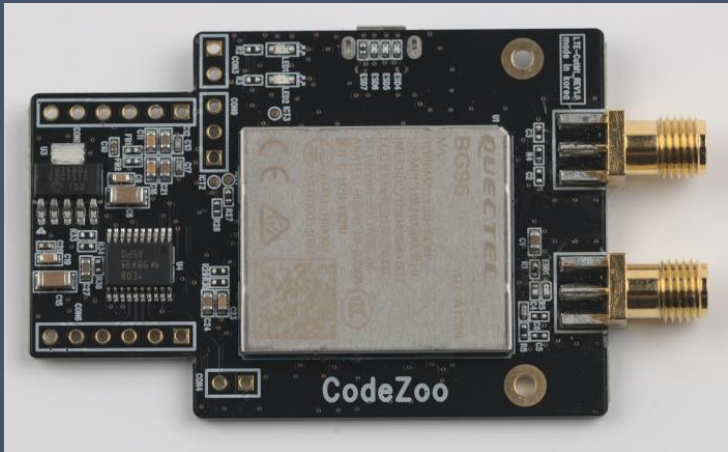
SIM카드 (필수) ▾



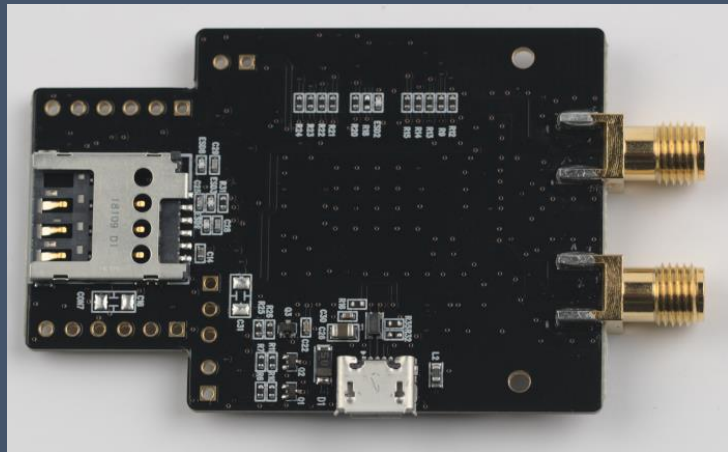
<http://simsquare.kr/global>

웹에서 12개월 선불 요금 및 유심
구입해서 바로 사용 가능

3. Cat.M1 하드웨어 구성 및 설계



TOP



BOTTOM



구분 (classification)	규격 (Standard)
1. 제품명 (Product Name)	CodeZoo LTE-CAT.M1 Board
2. 제품 모델명 (Product Model)	CZ-CATM1
3. 제품 제조사 (Product Manufacturer)	CodeZoo
4. 통신모듈 모델명/제조사 (Module Model/Vendor)	BG96 / Quectel
5. 통신칩셋 모델명/제조사 (Chipset Model/Vendor)	MDM9206 / Qualcomm
6. 외형크기 (Dimension) [단위: mm]	Width(38.0)*Height(65.0)*Depth(4.0)
7. 기능용도 (Function-Use)	LTE 통신 모듈
8. 전원 타입 (Power Supply Type)	USB, 5V
9. 동작 전압/전류 (Voltage/Ampere)	(5 V), (0.25A)
10. 안테나 타입 (Antenna Type)	외장형
11. 지원 통신규격 주파수 (Frequency Band)	LTE Cat1

RXD	34	DI	Receive data	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.
TXD	35	DO	Transmit data	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.
CTS	36	DO	Clear to send	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.
RTS	37	DI	Request to send	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.
RI	39	DO	Ring indicator	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.
UART3_TXD	27	DO	Transmit data	$V_{OLmax}=0.45V$ $V_{OHmin}=1.35V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.
UART3_RXD	28	DI	Receive data	$V_{ILmin}=-0.3V$ $V_{ILmax}=0.6V$ $V_{IHmin}=1.2V$ $V_{IHmax}=2.0V$	1.8V power domain. If unused, keep this pin open.

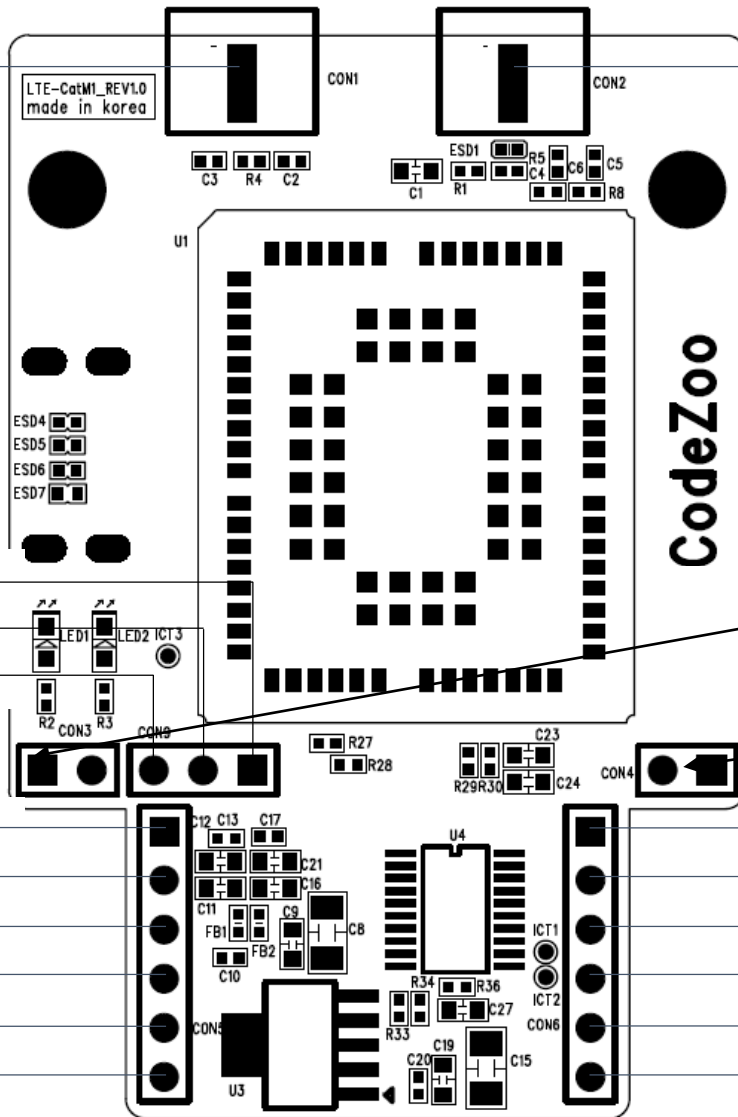
I/O 전압이 1.8V
 3.3V or 5V 변환해서 사용

LTE_ANTENNA

CON1

CON2

GNSS_ANTENNA



TTL LEVEL SELECT (3.3 or 5V)
 CON3 (CLOSE) & CON4 (OPEN) 3.3V
 CON3 (OPEN) & CON4 (CLOSE) 5V

GNSS_TXD

GNSS_RXD

GND

STATUS

POWER_KEY

RI(Ring Indicator)

GND

+3.3V

GND

CTS

RTS

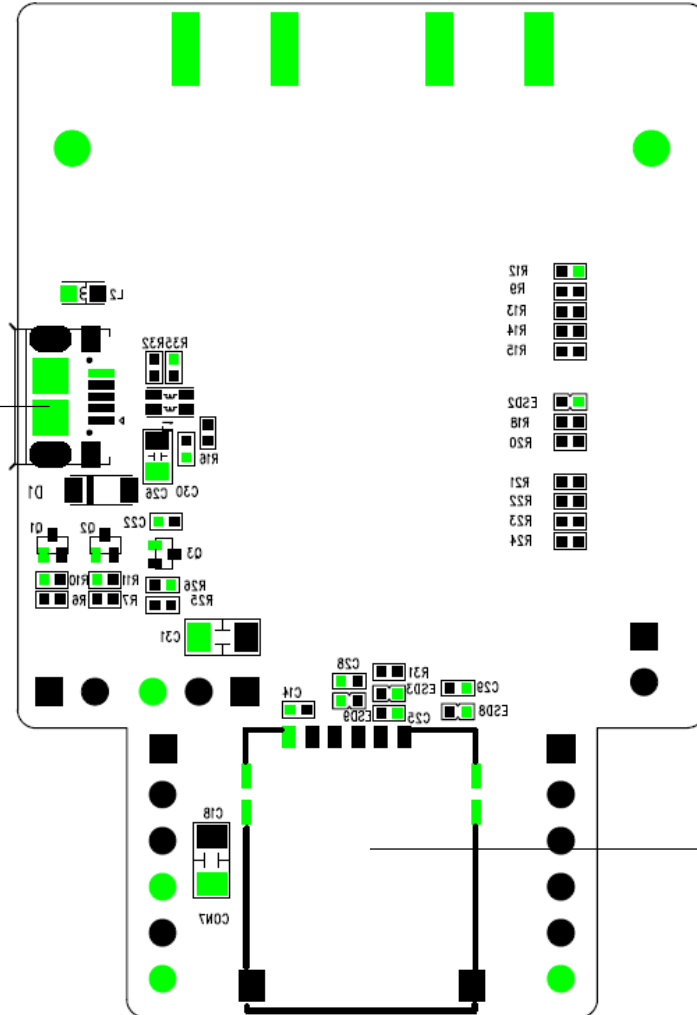
TXD

RXD

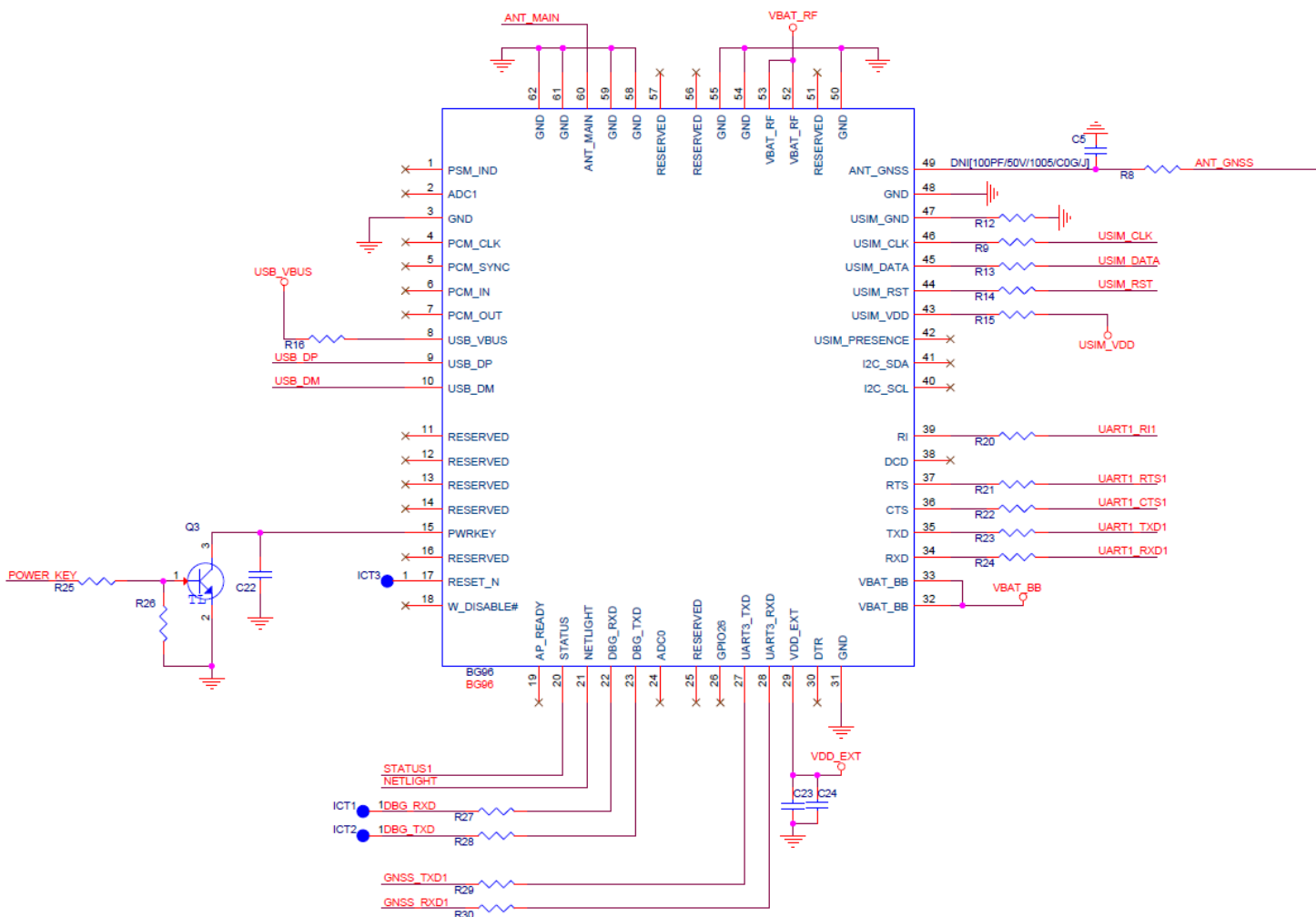
+5V

GND

Micro USB Connector

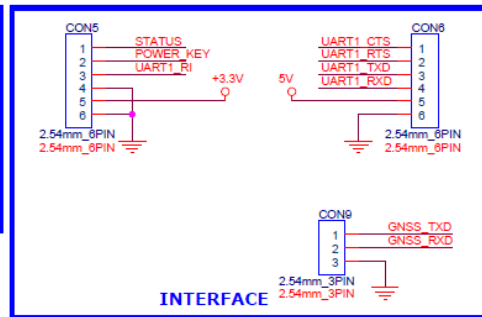
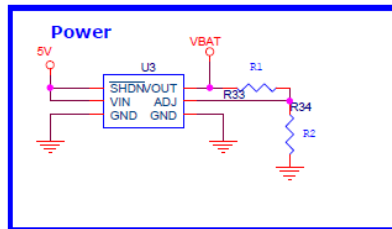
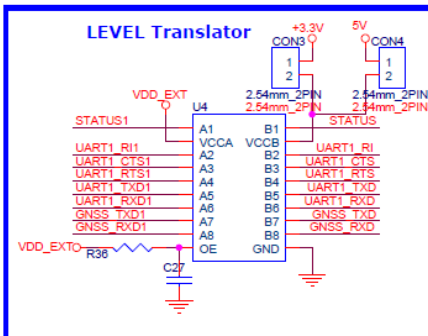


Micro SIM Slot



https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/tree/master/Schematics_Dimension/

BG96 Module 회로도.pdf



4. Cat.M1 개발과정 (데이터 종량제)

TCP 패킷 송신헤더	230byte
사용자 패킷	xxbyte

TCP 송신 : 230 + xx (byte)

TCP 패킷 수신헤더	199byte
사용자 패킷	xxbyte

TCP 송신 : 199 + xx (byte)

UDP 패킷 송신헤더	40byte
사용자 패킷	xxbyte

UDP 송신 : 40 + xx (byte)

UDP 패킷 수신헤더	40byte
사용자 패킷	xxbyte

UDP 수신 : 40 + xx (byte)

기본요금제(10MB)로 사용가능한 송수신 횟수를 미리 계산 후 사용해야 함 (중요!!!)

4. Cat.M1 개발과정 (AT Command)

The “AT” or “at” prefix must be set at the beginning of each command line. To terminate a command line enter <CR>.

Commands are usually followed by a response that includes “<CR><LF><response><CR><LF>”.

Table 1: Types of AT Commands and Responses

Test Command	AT+<x>=?	This command returns the list of parameters and value ranges set by the corresponding Write Command or internal processes.
Read Command	AT+<x>?	This command returns the currently set value of the parameter or parameters.
Write Command	AT+<x>=<...>	This command sets the user-definable parameter values.
Execution Command	AT+<x>	This command reads non-variable parameters affected by internal processes in the UE.

1.5. Unsolicited Result Code

As an Unsolicited Result Code and a report message, URC is not issued as part of the response related to an executed AT command. URC is issued by BG96 without being requested by the TE and it is issued automatically when a certain event occurs. Typical events leading to URCs are incoming calls (**RING**), received short messages, high/low voltage alarm, high/low temperature alarm, etc.

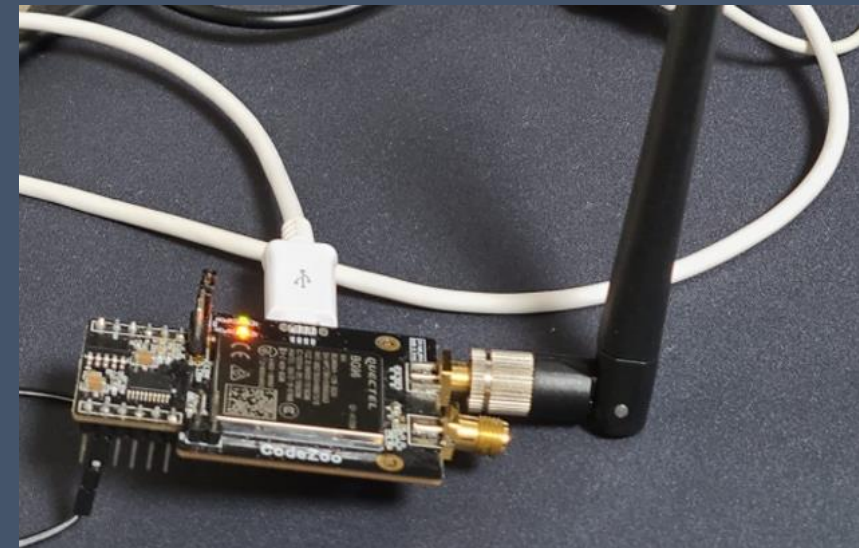
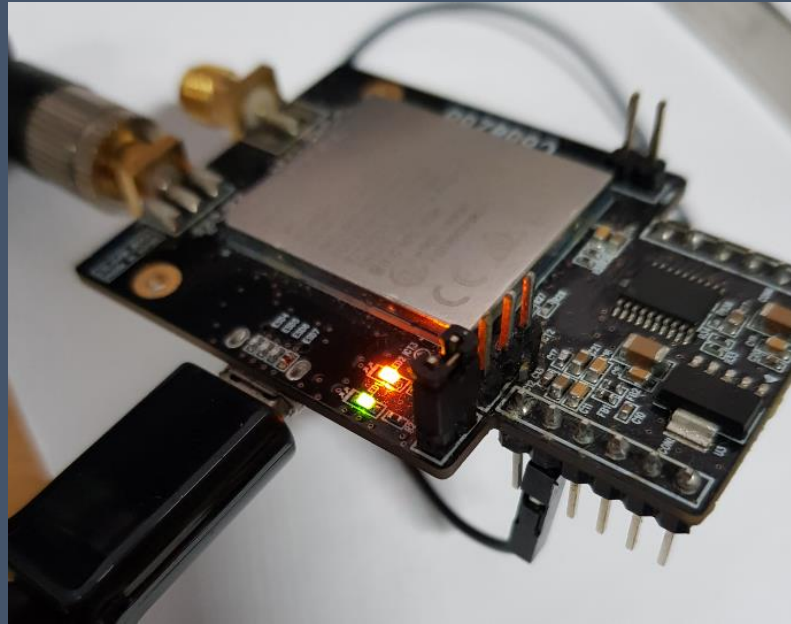
요청하지 않은 결과 코드 및 보고서 메시지로서 URC는 실행된 AT 명령과 관련된 응답의 일부로 발행되지 않습니다. URC는 TE의 요청없이 BG96에 의해 발행되며 특정 이벤트가 발생하면 자동으로 발행됩니다. URC로 이어지는 일반적인 이벤트는 수신 전화 (RING), 수신된 짧은 메시지, 고/저 전압 경고, 고/저 온도 경고 등입니다. 데이터 수신 메시지도 URC로 알 수 있으므로 제품화시 어떻게 처리할지를 결정하는 것이 중요합니다.

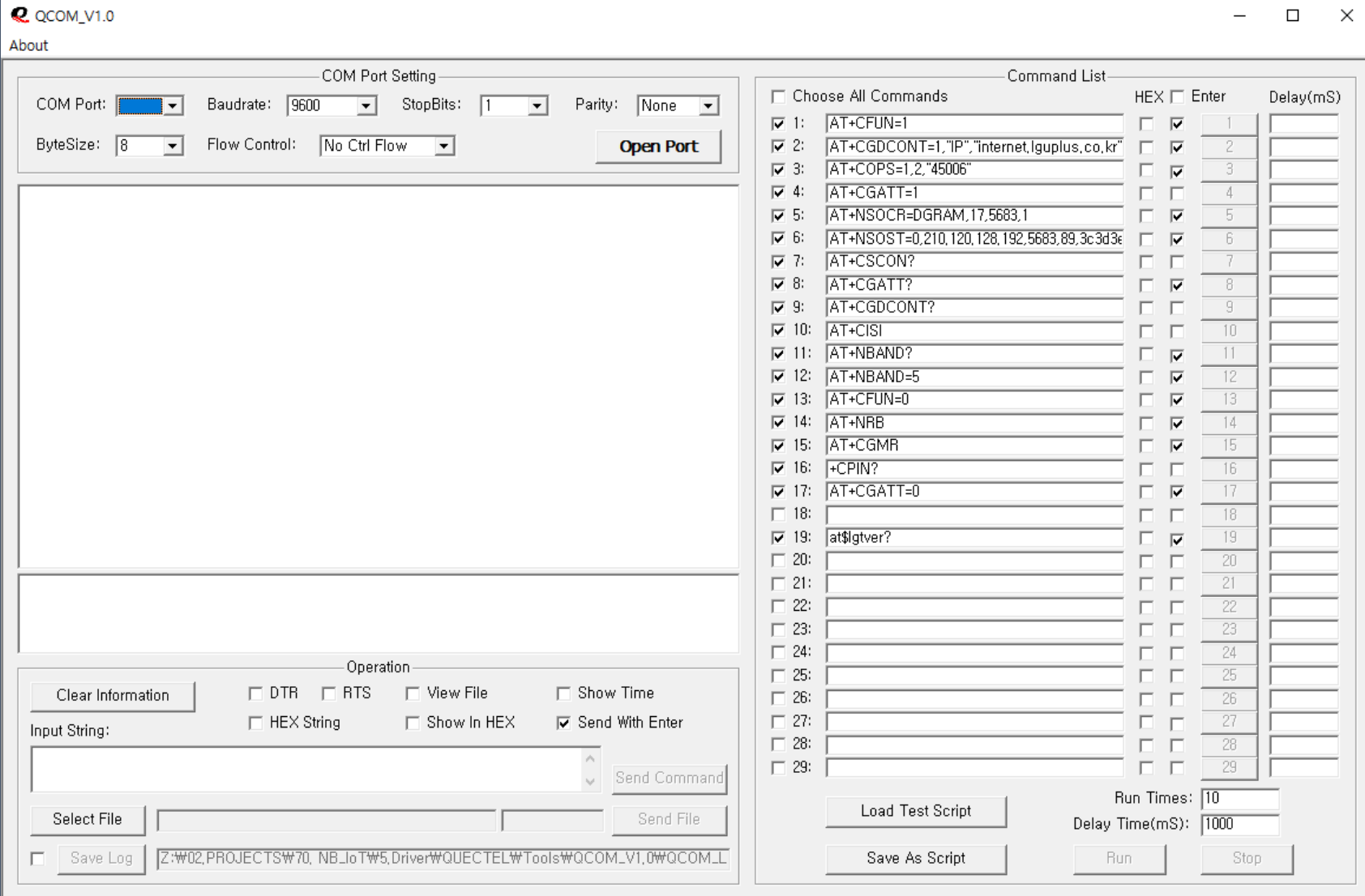
언제 들어올지 알수 없는 모뎀 메시지에 대한 처리 루틴을 어떻게 만들것인가?

1. 인터럽트
2. RTOS 태스크
3. 상황에 맞는 소프트웨어 설계

USB 연결 후 AT Command 테스트 절차

1. 후면 좌측 5번과 우측 2번을 점퍼선으로 연결
2. Micro USB 케이블을 PC USB 포트에 연결
3. QCom 실행하고 AT Command 테스트





https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/tree/master/Tool/

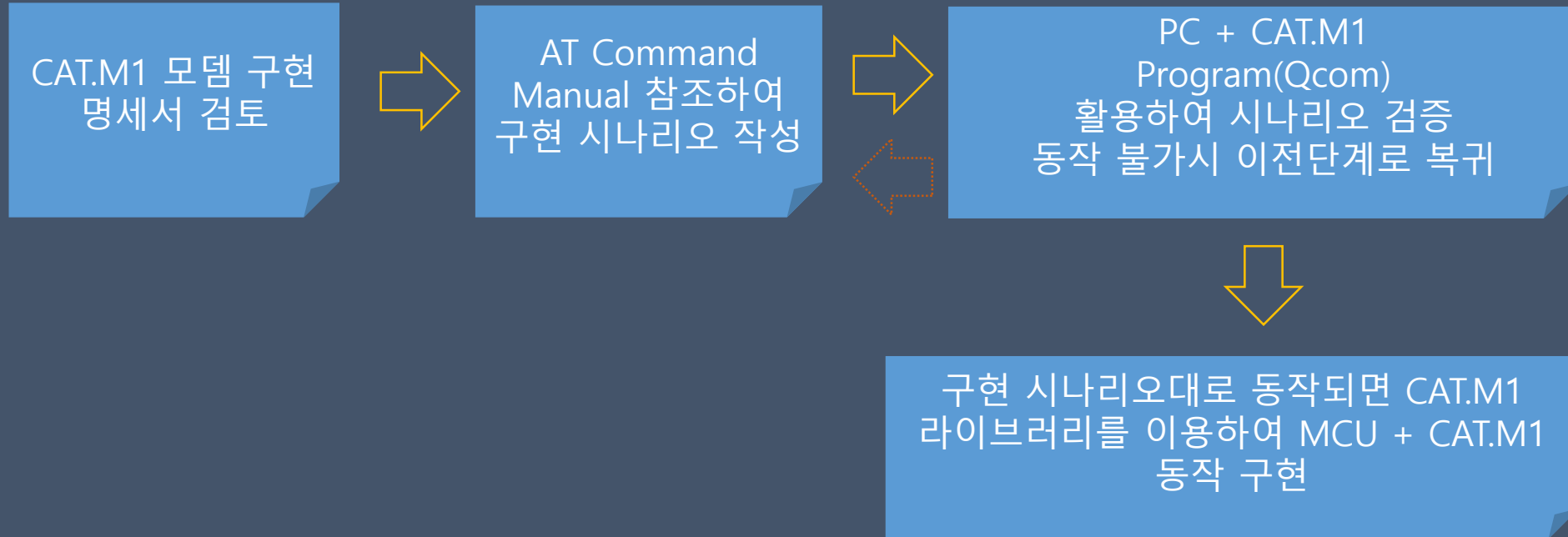
QCOM_V1.6.zip

(Demo1) Qcom 으로 TCP 소켓통신 에코서버에 접속해서 Test 메시지 전송 후 Test 메시지 수신

```
AT+QIACT?  
OK  
  
AT+QIACT=1  
OK  
  
AT+QIACT?  
+QIACT: 1,1,1,"10.16.241.2"  
  
OK  
  
AT+QIOPEN=1,0,"TCP","echo.mbedcloudtestin  
g.com",7,0,0  
OK  
  
+QIOPEN: 0,0
```

```
AT+QISEND=0,4  
  
> Test  
SEND OK  
  
+QIURC: "recv",0  
AT+QIRD=0  
  
+QIRD: 4  
Test  
  
OK  
AT+QICLOSE=0  
  
OK
```

개발 진행 절차



5. 아두이노 실습

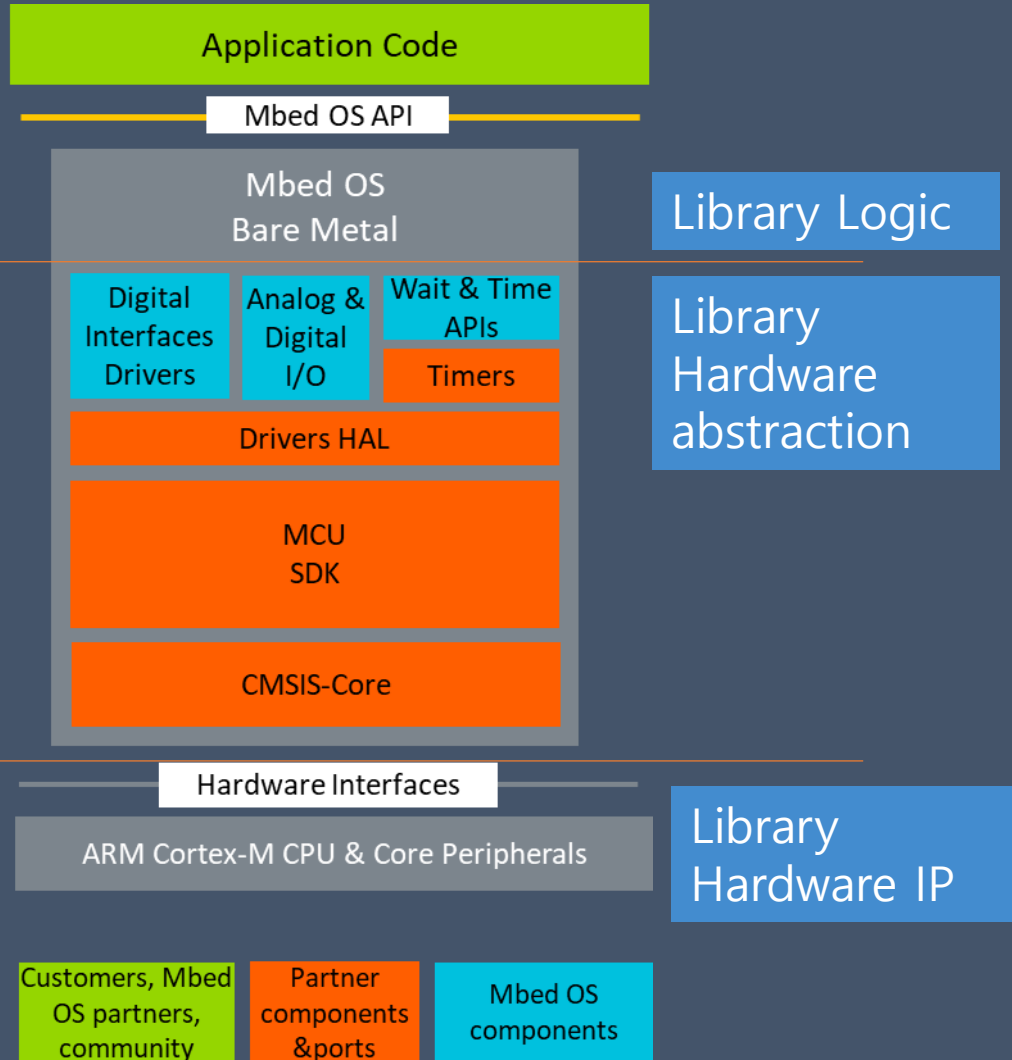
장점

1. 특정 하드웨어(MCU, Architecture, Vendor)에 종속되지 않는 코드 작성이 가능하다
2. GPIO, Serial(UART), I2C, SPI, PWM, ADC, 1-Wire, I2S 등에 연결되는 컴포넌트에 대한 검증된 방대한 라이브러리를 이용하거나 배포할 수 있다
3. IoT (Internet Of Things)를 이용하기 위한 S/W 컴포넌트 제공 (Network, Security, FileSystem, Computing외)
4. 빠르게 제품 디자인을 진행하고 프로토타입을 만들기에 알맞음

단점

1. 하드웨어만의 특징에 대한 구현이 불가능하고 시스템에 종속적인 IP (DMA, USB)에 대한 구현이 가능하긴 하지만 검증과 오픈 플랫폼 호환성 문제로 인해 사용하기 어려움
2. 오픈플랫폼에서 사용하는 패리패럴 인터페이스(GPIO, Serial, I2C, SPI, PWM, ADC 외)에 대해서 default 설정이 적용 되므로 원하는 구현에 어려움이 있음 (설정 property, 값을 얻어오는 방식 polling, interrupt, DMA)
3. 제품 생산 및 양산을 위해 MCU의 완전한 제어가 필요한데 여기에 만족하기 위해서는 MCU제조사에서 제공하는 SDK를 통한 방법 밖에 없음

Library Logic + Firmware Code



HAL_UART_Transmit()

HAL_UART_Transmit

Function name HAL_StatusTypeDef HAL_UART_Transmit (UART_HandleTypeDef * huart, uint8_t * pData, uint16_t Size, uint32_t Timeout)

Function description Send an amount of data in blocking mode.

Parameters

- **huart**: UART handle.
- **pData**: Pointer to data buffer.
- **Size**: Amount of data to be sent.
- **Timeout**: Timeout duration.

Return values

- **HAL**: status

Notes

- When UART parity is not enabled (PCE = 0), and Word Length is configured to 9 bits (M1-M0 = 01), address of user data buffer containing data to be sent, should be aligned on a half word frontier (16 bits) (as sent data will be handled using u16 pointer cast). Depending on compilation chain, use of specific alignment compilation directives or pragmas might be required to ensure proper alignment for pData.

HAL_UART_Receive_IT

Function name HAL_StatusTypeDef HAL_UART_Receive_IT (UART_HandleTypeDef * huart, uint8_t * pData, uint16_t Size)

Function description Receive an amount of data in interrupt mode.

Parameters

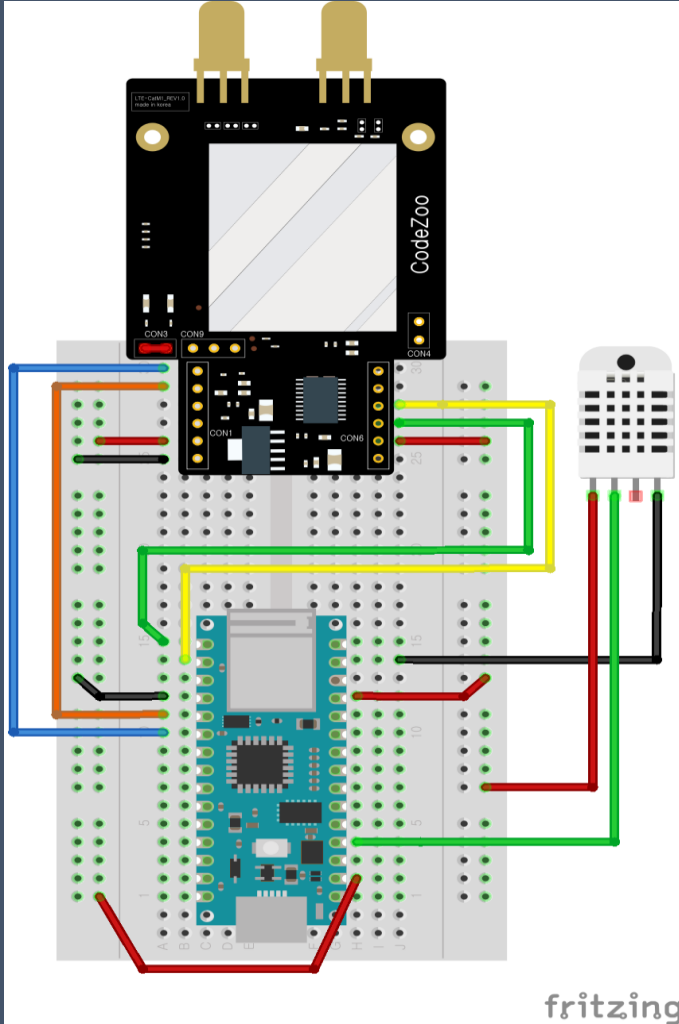
- **huart**: UART handle.
- **pData**: pointer to data buffer.
- **Size**: amount of data to be received.

Return values

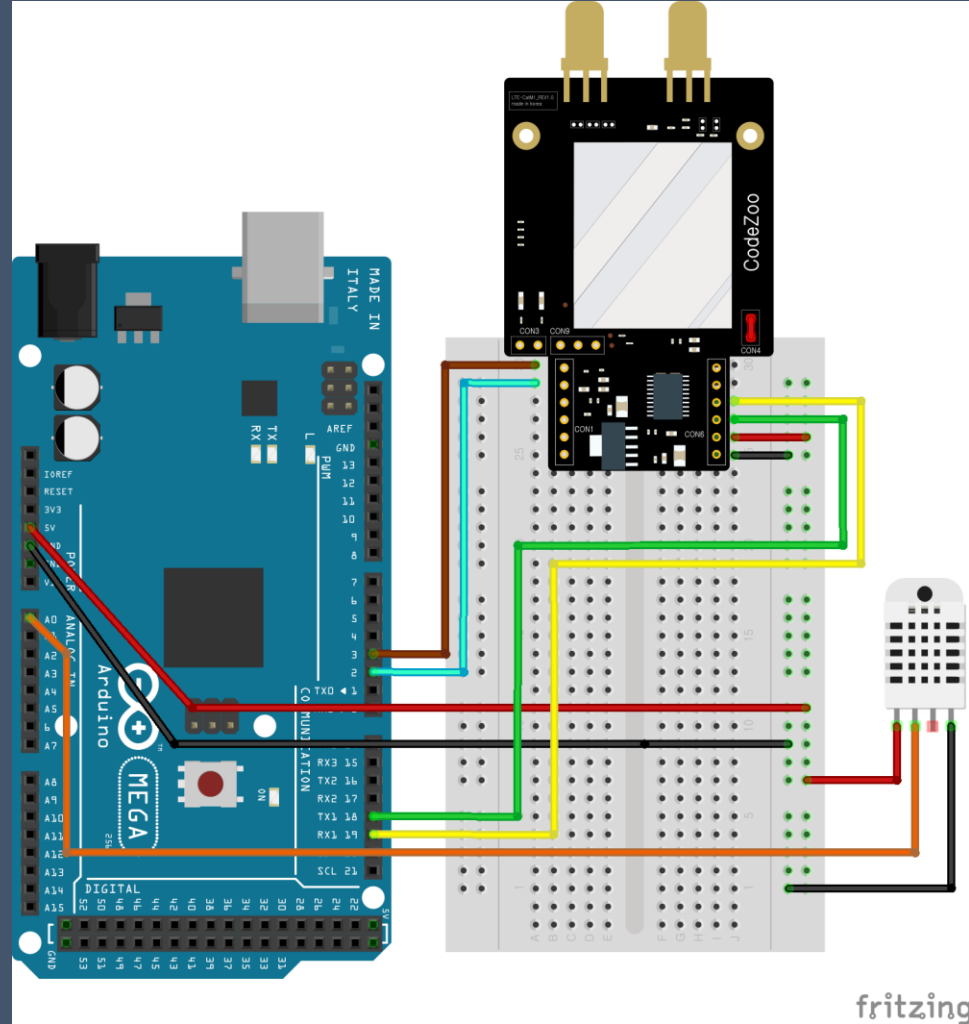
- **HAL**: status

Notes

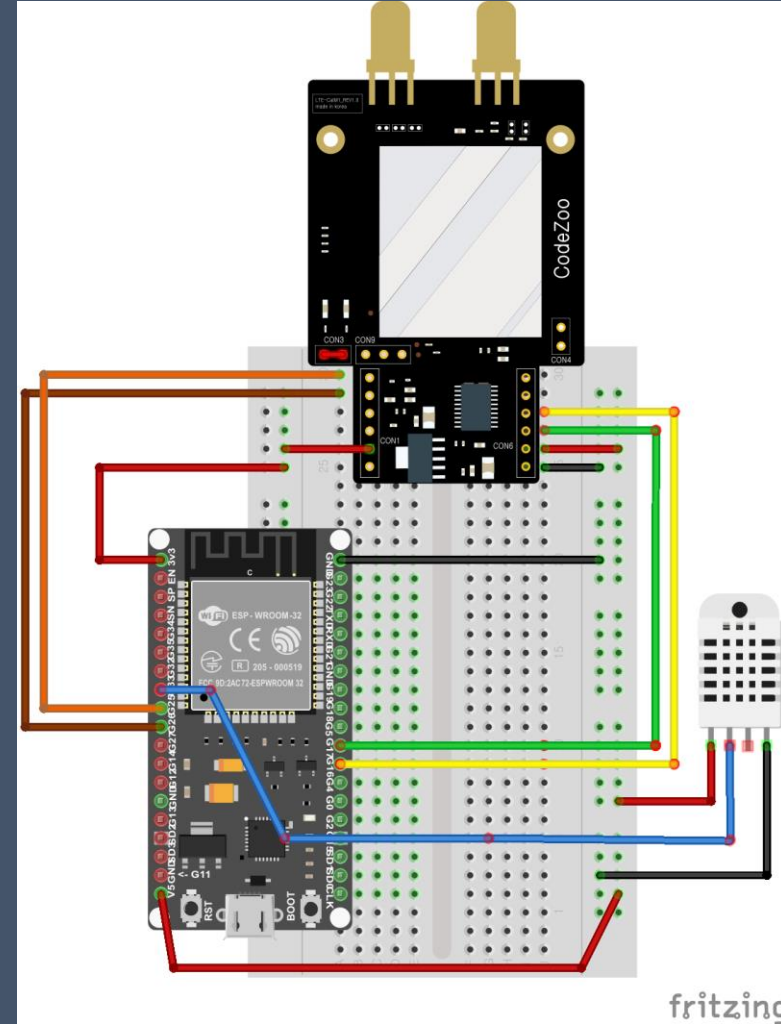
- When UART parity is not enabled (PCE = 0), and Word Length is configured to 9 bits (M1-M0 = 01), address of user data buffer for storing data to be received, should be aligned on a half word frontier (16 bits) (as received data will be handled using u16 pointer cast). Depending on compilation chain, use of specific alignment compilation directives or pragmas might be required to ensure proper alignment for pData.



with Arduino Nano 33 IoT
(3.3V I/O)



with Arduino MEGA2560
(5V I/O)



with Arduino ESP32
(3.3V I/O)



Permissions

- ✓ Commercial use
- ✓ Modification
- ✓ Distribution
- ✓ Private use

Limitations

- ✗ Liability
- ✗ Warranty

with Arduino Nano 33 IoT
(3.3V I/O)

with Arduino MEGA2560
(5V I/O)

with Arduino ESP32
(3.3V I/O)

examples

BG96_Basic_test
BG96_Socket_test
BG96_ThingSpeak

examples

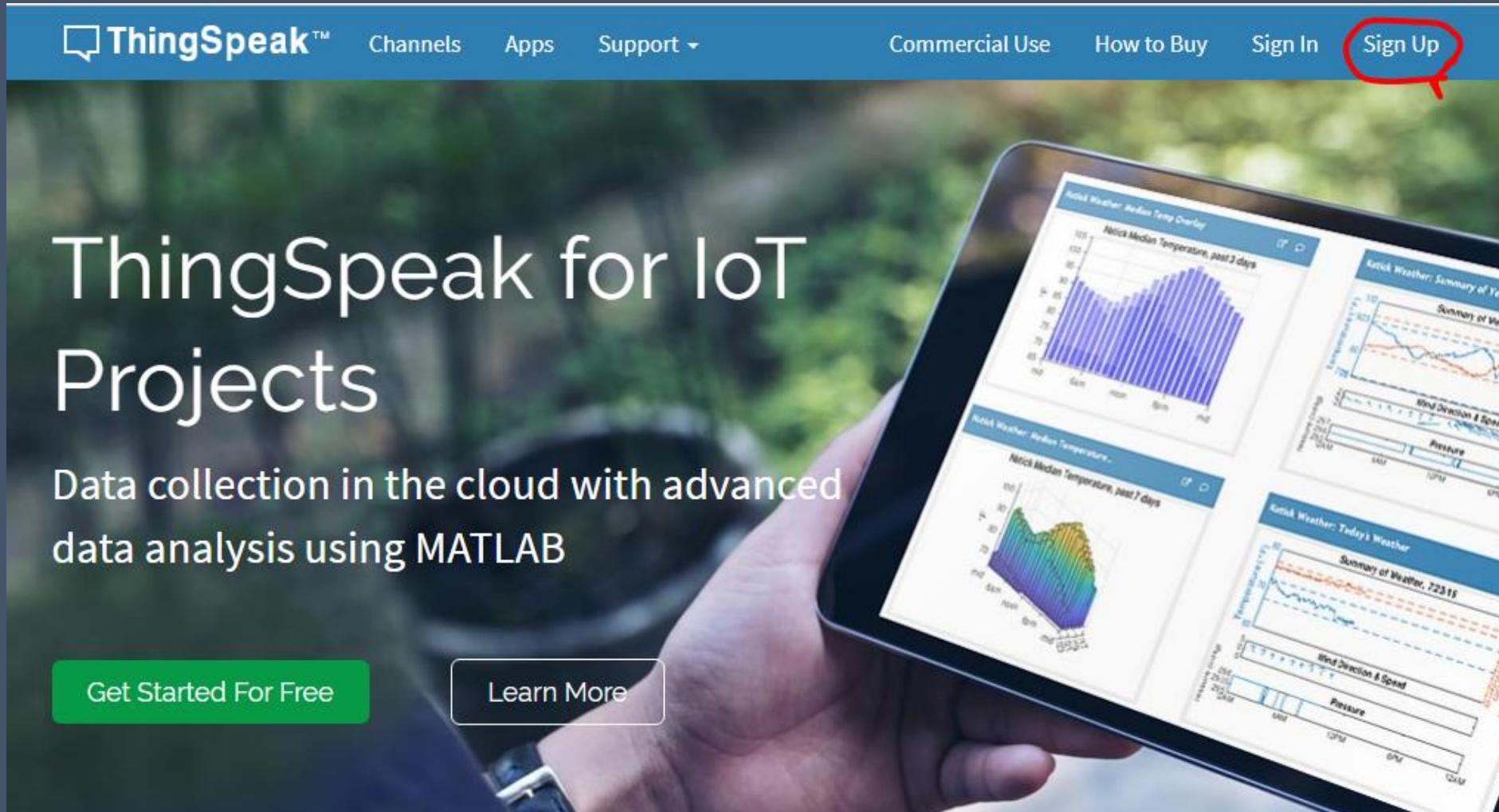
ESP32_BG96_Basic_test
ESP32_BG96_Socket_test
ESP32_BG96_ThingSpeak

- 📄 BG96.cpp
- 📄 BG96.h
- 📄 Countdown.h
- 📄 LICENSE
- 📄 README.md

- 📄 BG96.cpp
- 📄 BG96.h
- 📄 Countdown.h
- 📄 LICENSE
- 📄 README.md

```
20 #define SWIR_TRACE(...)    BG96_trace(__VA_ARGS__);
21 #define TRACE_BUFFER_SIZE  256
22 #define BG_LINE 30        //Limit 30 Line
23
24 // #define __BG_96_DEBUG      //Debug mode
25
```

Cat.M1 라이브러리를 디버그 모드로 동작
모든 데이터 In/Out 상태 확인 가능



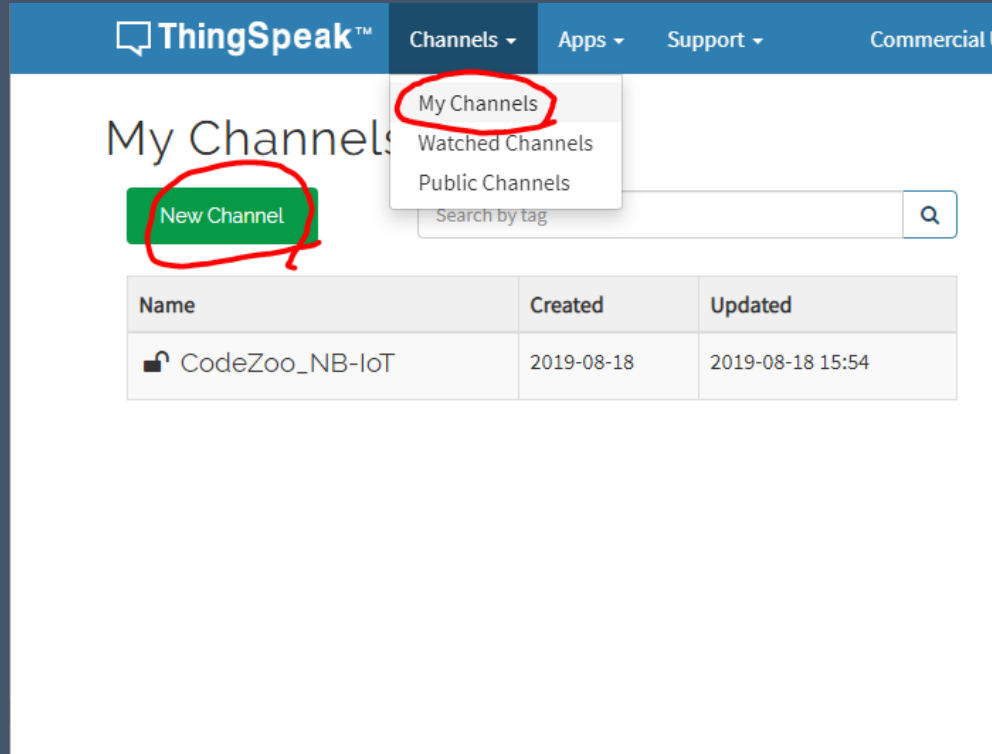
ThingSpeak™ Channels Apps Support ▾ Commercial Use How to Buy Sign In **Sign Up**

ThingSpeak for IoT Projects

Data collection in the cloud with advanced data analysis using MATLAB

[Get Started For Free](#) [Learn More](#)

ThingSpeak.com (TCP & HTTP Protocol)




ThingSpeak™ Channels Apps Support Commercial

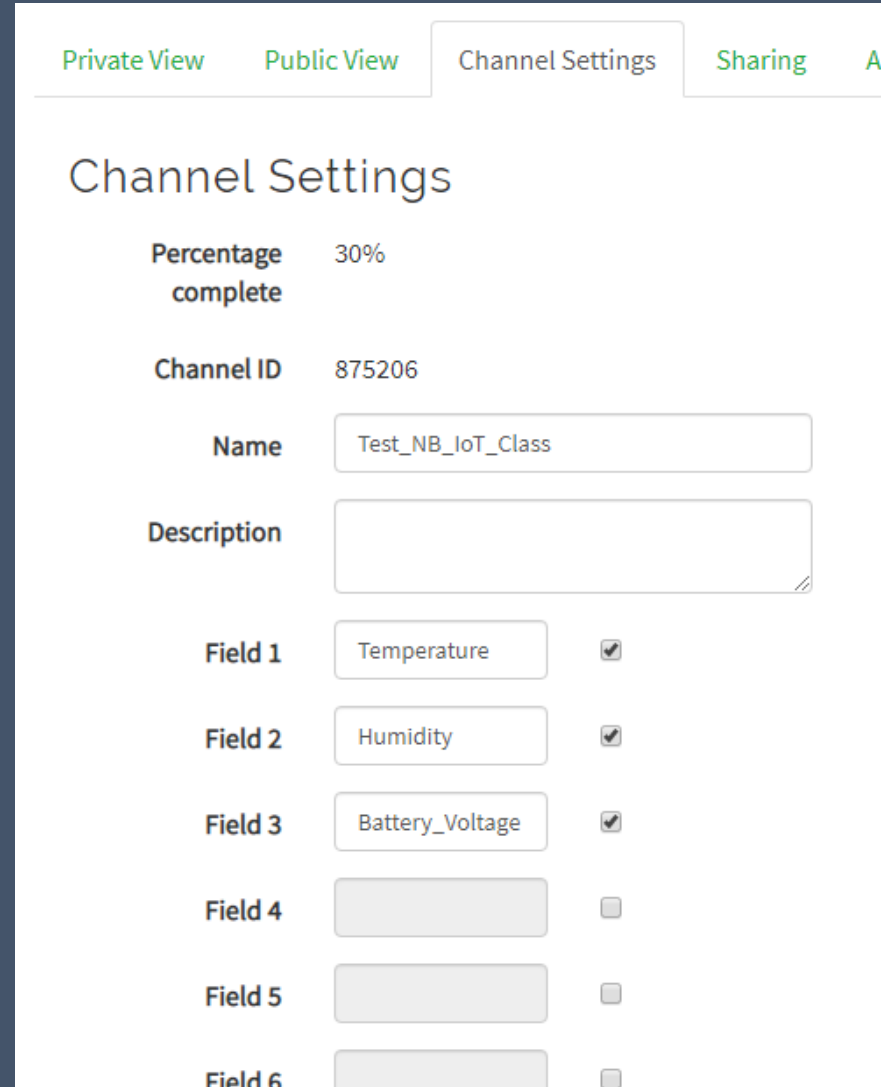
My Channels

New Channel

My Channels
Watched Channels
Public Channels

Search by tag

Name	Created	Updated
 CodeZoo_NB-IoT	2019-08-18	2019-08-18 15:54



Private View Public View Channel Settings Sharing AP

Channel Settings

Percentage complete 30%

Channel ID 875206

Name Test_NB_IoT_Class

Description

Field 1 Temperature

Field 2 Humidity

Field 3 Battery_Voltage

Field 4

Field 5

Field 6

Thing Speak.com (TCP & HTTP Protocol)

Private View Public View Channel Settings Sharing **API Keys** Data Import / Export

Write API Key

Key

[Generate New Write API Key](#)

Read API Keys

Key

Note

[Save Note](#) [Delete API Key](#)

[Generate New Read API Key](#)

Help

API keys enable you to write data to a channel or read data from a private channel. API keys are auto-generated when you create a new channel.

API Keys Settings

- **Write API Key:** Use this key to write data to a channel. If you feel your key has been compromised, click **Generate New Write API Key**.
- **Read API Keys:** Use this key to allow other people to view your private channel feeds and charts. Click **Generate New Read API Key** to generate an additional read key for the channel.
- **Note:** Use this field to enter information about channel read keys. For example, add notes to keep track of users with access to your channel.

API Requests

Write a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/update?api_key=HF05E3...E2FKQ9M
```

Read a Channel Feed

```
GET https://api.thingspeak.com/channels/875206/feeds.j
```

(Demo2) TCP, UDP 소켓통신,
에코서버에 Hex Data, Char Data 를 각각 전송하고 동일한 값이 들어오는지 확인하는 예제

ThingSpeak.com 클라우드 통신
DHT22에서 수집한 온습도 데이터를 ThingSpeak.com에 업로드하고 웹, 앱으로 모니터링

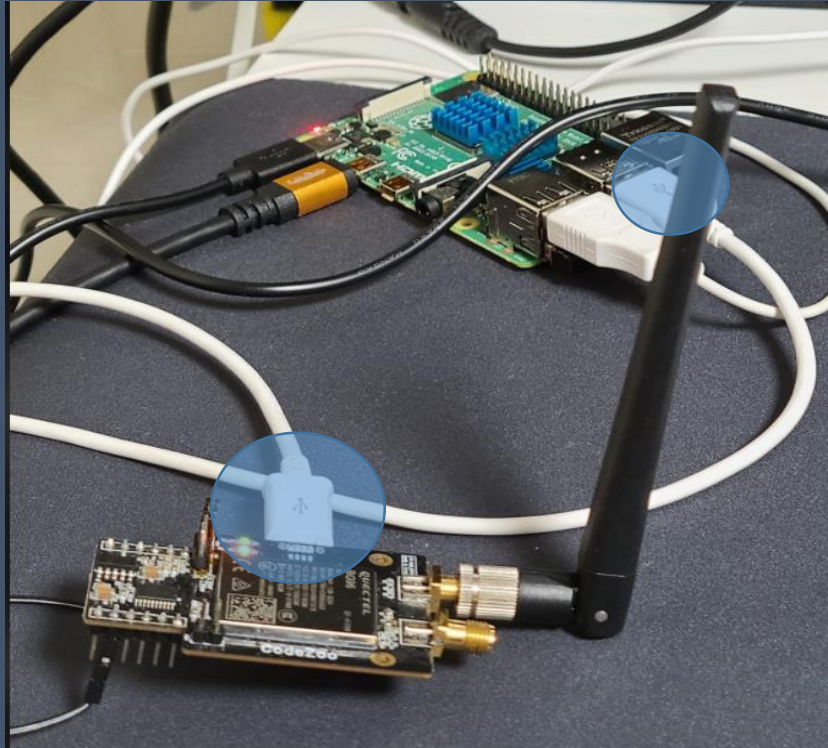
[https://github.com/codezoo-ltd/
CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/examples/BG96_Socket_test/BG96_Socket_test.ino](https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/examples/BG96_Socket_test/BG96_Socket_test.ino)

[https://github.com/codezoo-
ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/examples/BG96_ThingSpeak/BG96_ThingSpeak.ino](https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/examples/BG96_ThingSpeak/BG96_ThingSpeak.ino)

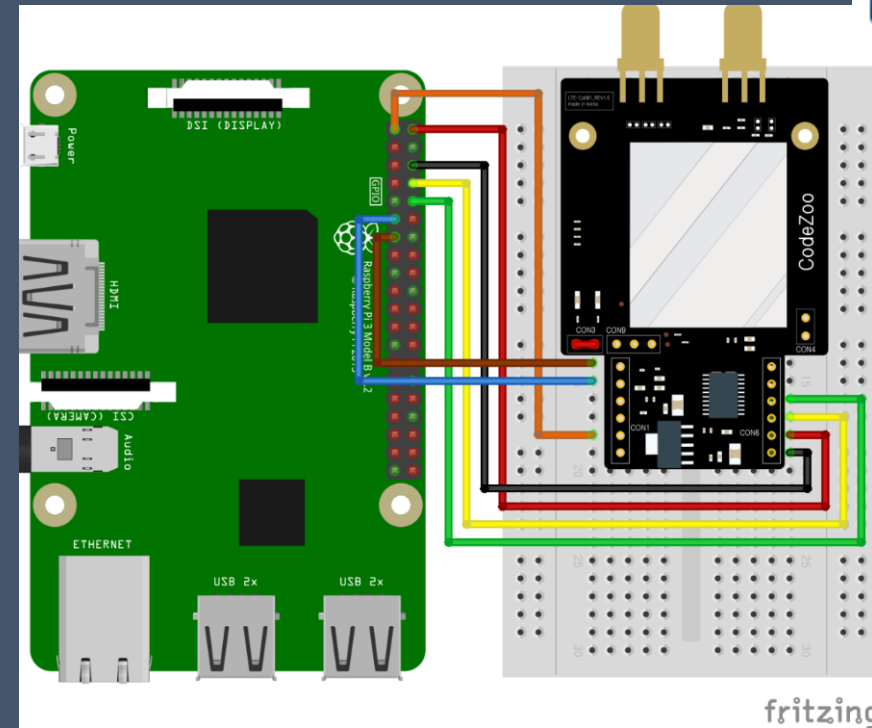
자세한 내용은 아래 Cat.M1 아두이노 핸드즈온 문서를 참고하시기 바랍니다.

[https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/
Hands-ON/Cat.M1_Arduino_HandsON.pdf](https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/Hands-ON/Cat.M1_Arduino_HandsON.pdf)

6. 라즈베리파이 실습



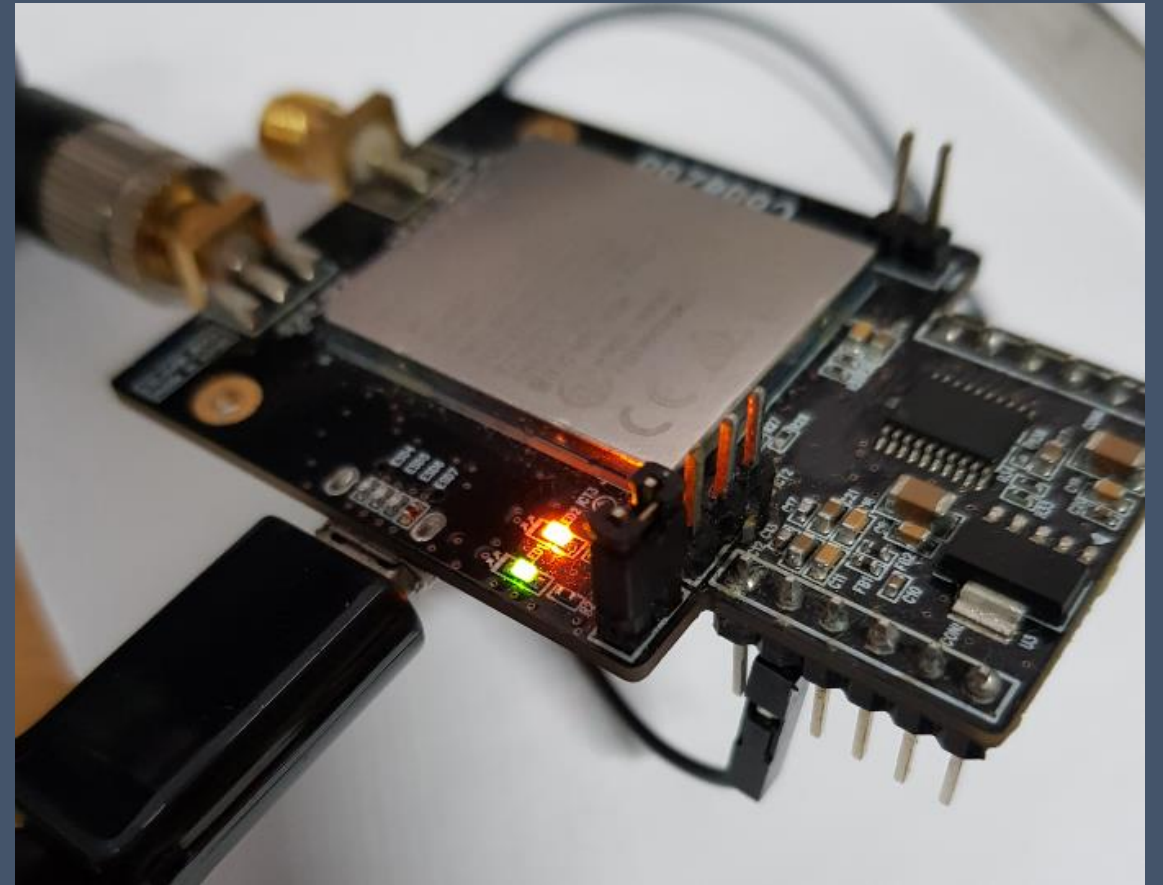
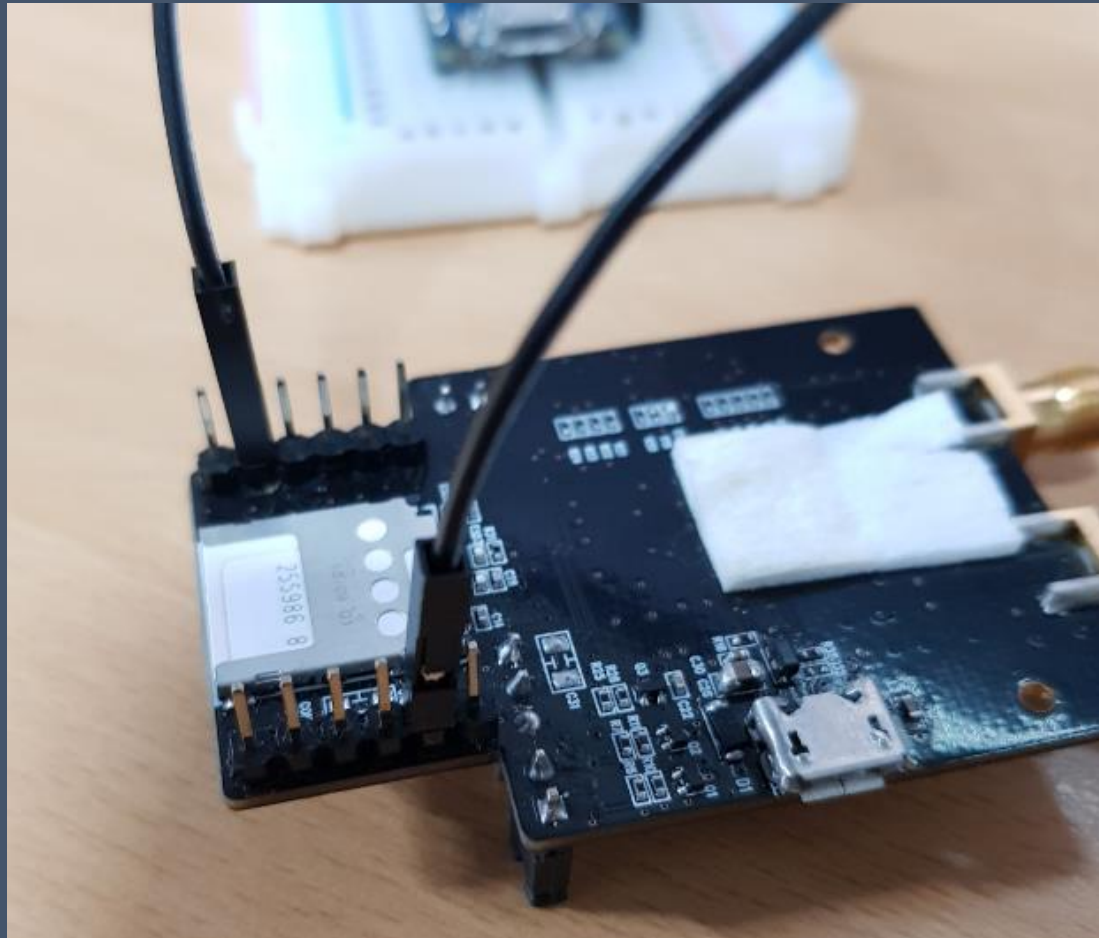
USB + PPP Service



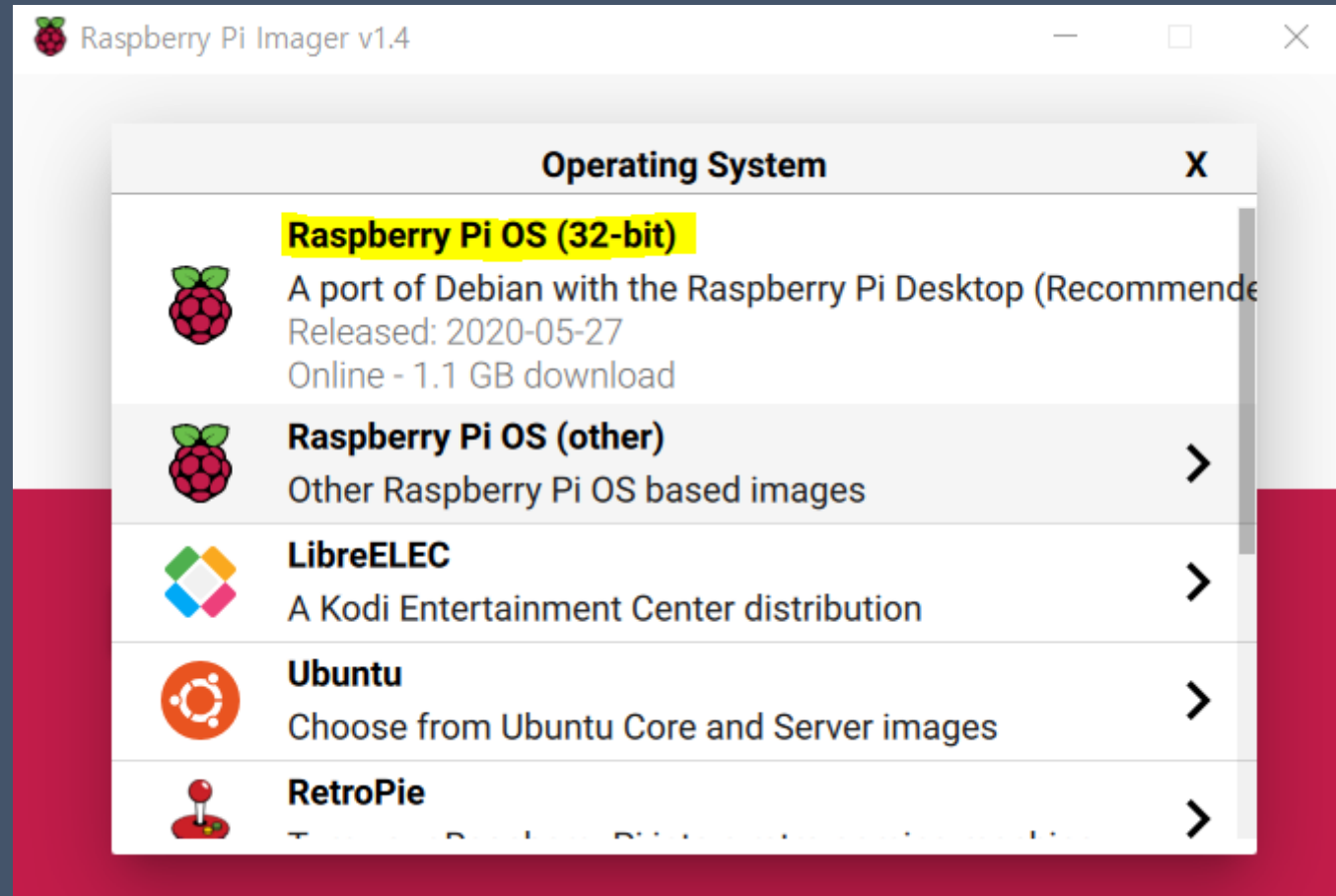
파이썬 라이브러리로 Cat.M1을 사용하는 방법은 아래 핸드온 문서를 참고하시기 바랍니다.

[https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/Hands-ON/Cat.M1_RaspberryPi\(with%20Python\)_HandsON.pdf](https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino/blob/master/Hands-ON/Cat.M1_RaspberryPi(with%20Python)_HandsON.pdf)

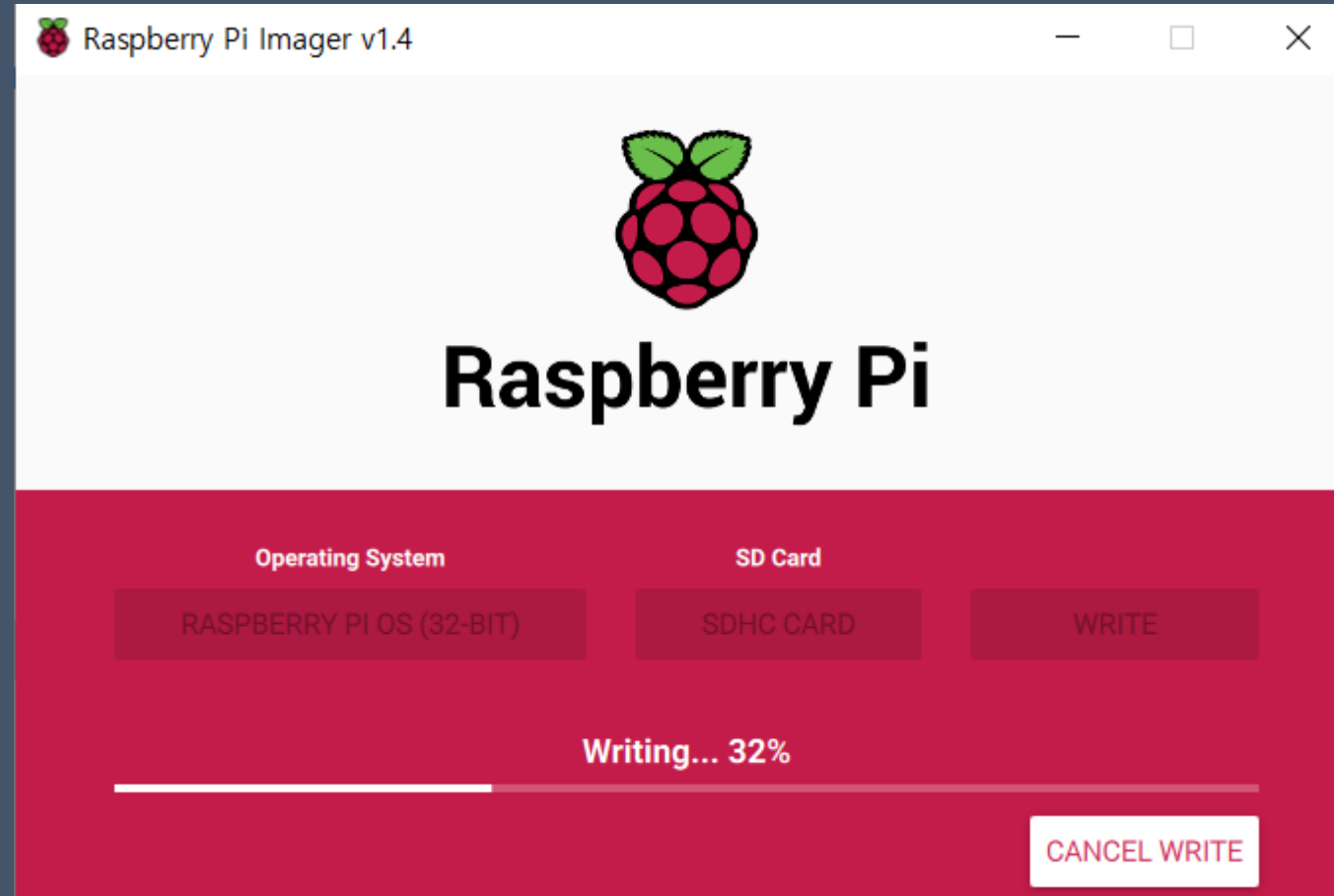
1. Cat.M1 모듈에 USB전원 인가시 바로 동작하도록 설정
 - 1) 후면 좌측 5번과 우측 2번을 점퍼선으로 연결
 - 2) Micro USB 케이블을 라즈베리파이 USB 포트에 연결



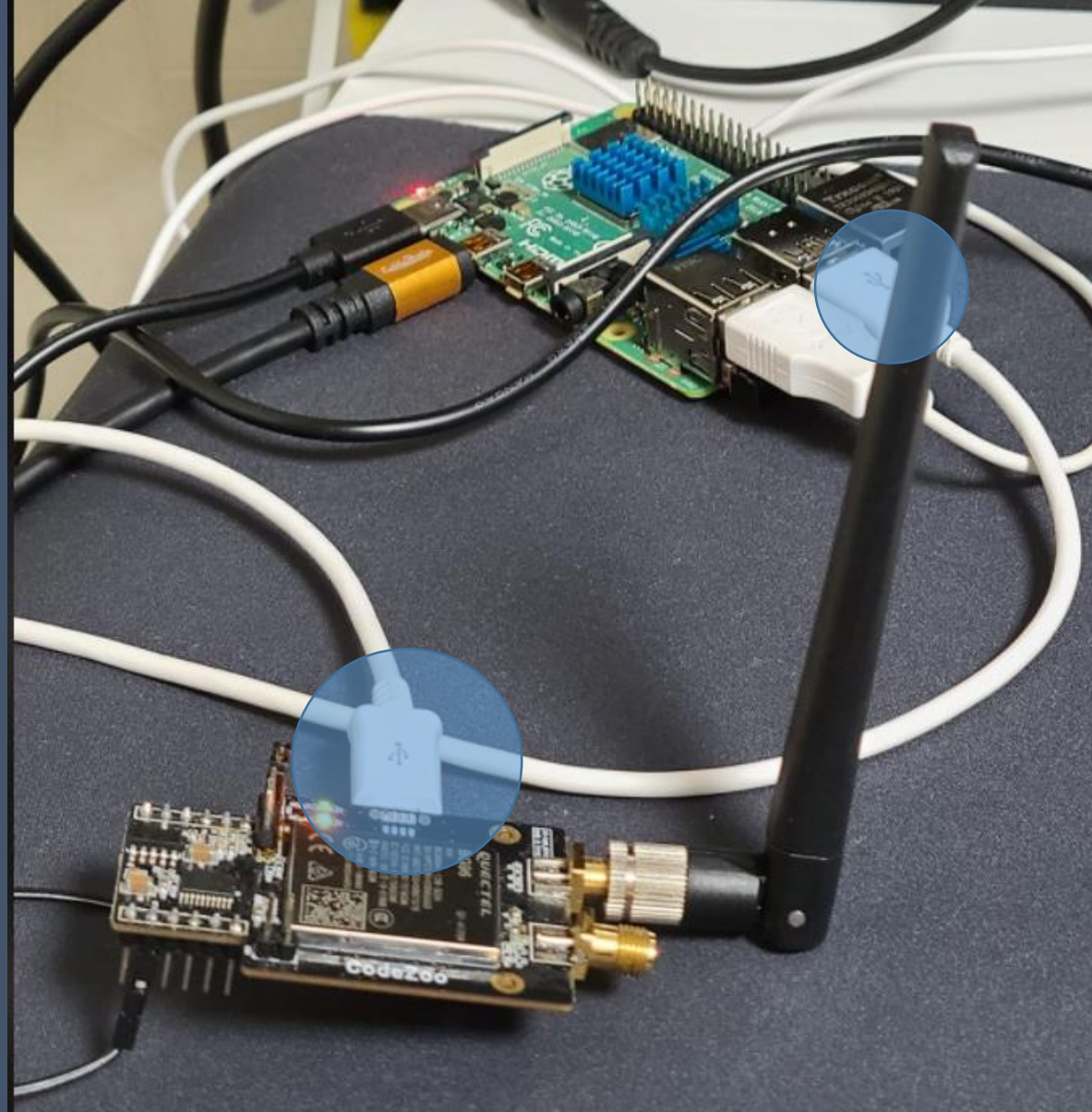
2. Raspberry Pi OS install







3. 마이크로 USB 케이블로 Raspberry Pi 와 Cat.M1 연결



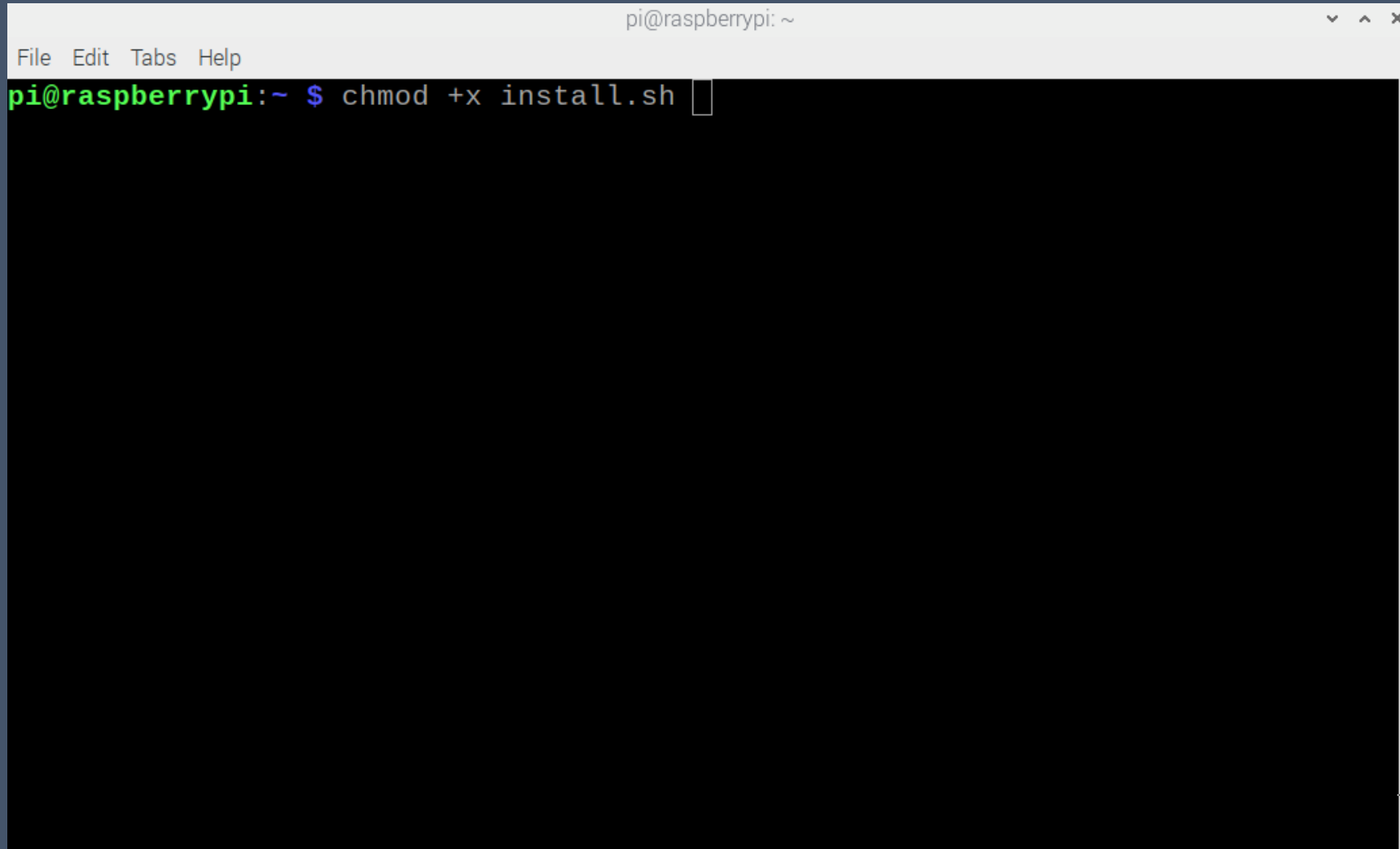
4. 라즈베리파이 터미널을 실행해서 installer file 을 다운로드 받습니다.

```
wget https://raw.githubusercontent.com/sixfab/Sixfab_PPP_Installer/master/ppp_installer/install.sh
```

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ wget https://raw.githubusercontent.com/sixfab/Sixfab_PPP_Installer/master/ppp_installer/install.sh
```

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ wget https://raw.githubusercontent.com/sixfab/Sixfab_PPP_Installer/master/ppp_installer/install.sh  
--2020-09-01 05:30:45-- https://raw.githubusercontent.com/sixfab/Sixfab_PPP_Installer/master/ppp_installer/install.sh  
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 151.101.76.133  
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|151.101.76.133|:443... connected.  
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK  
Length: 6314 (6.2K) [text/plain]  
Saving to: 'install.sh'  
  
install.sh      100%[=====>]    6.17K  ---KB/s   in 0.001s  
  
2020-09-01 05:30:46 (6.83 MB/s) - 'install.sh' saved [6314/6314]  
  
pi@raspberrypi:~ $
```

5. install.sh 파일의 퍼미션을 변경합니다.
sudo chmod +x install.sh



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ chmod +x install.sh
```

6. install.sh 을 실행 합니다.
sudo ./install.sh

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ chmod +x install.sh  
pi@raspberrypi:~ $ sudo ./install.sh
```

7. 6: 3G/4G Base HAT 을 선택 합니다.
6 (Enter)

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberrypi:~ $ chmod +x install.sh  
pi@raspberrypi:~ $ sudo ./install.sh  
Please choose your Sixfab Shield/HAT:  
1: GSM/GPRS Shield  
2: 3G, 4G/LTE Base Shield  
3: Cellular IoT App Shield  
4: Cellular IoT HAT  
5: Tracker HAT  
6: 3G/4G Base HAT  
6 
```

8. APN 을 입력 합니다.

텔레노어 유심 사용시 : internet.lte.cxn

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
Need to get 436 kB of archives.  
After this operation, 1,107 kB of additional disk space will be used.  
Get:1 http://ftp.harukasan.org/raspbian/raspbian buster/main armhf libpcap0.8 a  
rmhf 1.8.1-6 [124 kB]  
Get:2 http://ftp.harukasan.org/raspbian/raspbian buster/main armhf ppp armhf 2.  
4.7-2+4.1+deb10u1 [312 kB]  
Fetched 436 kB in 7s (60.7 kB/s)  
Selecting previously unselected package libpcap0.8:armhf.  
(Reading database ... 95606 files and directories currently installed.)  
Preparing to unpack .../libpcap0.8_1.8.1-6_armhf.deb ...  
Unpacking libpcap0.8:armhf (1.8.1-6) ...  
Selecting previously unselected package ppp.  
Preparing to unpack .../ppp_2.4.7-2+4.1+deb10u1_armhf.deb ...  
Unpacking ppp (2.4.7-2+4.1+deb10u1) ...  
Setting up libpcap0.8:armhf (1.8.1-6) ...  
Setting up ppp (2.4.7-2+4.1+deb10u1) ...  
Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/pppd-dns.service →  
/lib/systemd/system/pppd-dns.service.  
Processing triggers for systemd (241-7~deb10u4+rpi1) ...  
Processing triggers for man-db (2.8.5-2) ...  
Processing triggers for libc-bin (2.28-10+rpi1) ...  
What is your carrier APN?  
internet.lte.cxn
```

What is your carrier APN?
internet.lte.cxn

What is your carrier APN?
[]

9. 기타 설정을 입력 합니다.

1) username and password : n

2) device communication port : ttyUSB3

3) activate auto connect/reconnect service at R.Pi boot up : y

```
Does your carrier need username and password? [Y/n]
```

```
n
```

```
What is your device communication PORT? (ttyS0/ttyUSB3/etc.)
```

```
ttyUSB3
```

```
Do you want to activate auto connect/reconnect service at R.Pi boot up? [Y/n]
```

```
y
```

10. ENTER key 를 누르고 라즈베리파이를 재실행 시키면 PPP 서비스가 적용됩니다.

```
--2020-09-01 05:37:39-- https://raw.githubusercontent.com/sixfab/Sixfab_PPP_Installer/master/ppp_installer/reconnect_basehat
Resolving raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)... 151.101.76.133
Connecting to raw.githubusercontent.com (raw.githubusercontent.com)|151.101.76.133|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 314 [text/plain]
Saving to: 'reconnect.sh'

reconnect.sh      100%[=====>]          314  --.-KB/s   in 0s

2020-09-01 05:37:39 (4.50 MB/s) - 'reconnect.sh' saved [314/314]

Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/reconnect.service → /etc/systemd/system/reconnect.service.
Press ENTER key to reboot
```

11. 라즈베리파이 터미널에서 ifconfig 실행, PPP0 디바이스 확인, 전원 ON시 1~2분 정도 소요 됨

```

pi@raspberrypi: ~
File Edit Tabs Help
pi@raspberr... x pi@raspberr... x pi@raspberr... x
RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

ppp0: flags=4305<UP,POINTOPOINT,RUNNING,NOARP,MULTICAST> mtu 1500
inet 10.126.86.39 netmask 255.255.255.255 destination 10.64.64.64
ppp txqueuelen 3 (Point-to-Point Protocol)
RX packets 3127 bytes 2947765 (2.8 MiB)
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
TX packets 3199 bytes 288567 (281.8 KiB)
TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

wwan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
inet 169.254.84.213 netmask 255.255.0.0 broadcast 169.254.255.255
inet6 fe80::ba0a:2726:3666:a87 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
ether 9e:19:92:00:69:93 txqueuelen 1000 (Ethernet)
RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
TX errors 60 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

pi@raspberrypi:~ $

```

12. 라즈베리파이 터미널에서 route -n 실행, PPP0 디바이스 확인

```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
pi@raspberr... x pi@raspberr... x pi@raspberr... x  
pi@raspberrypi:~ $ route -n  
Kernel IP routing table  
Destination      Gateway          Genmask         Flags Metric Ref    Use Iface  
0.0.0.0          0.0.0.0         0.0.0.0         U        0      0      0 ppp0  
0.0.0.0          0.0.0.0         0.0.0.0         U        204    0      0 wwan0  
10.64.64.64     0.0.0.0         255.255.255.255 UH       0      0      0 ppp0  
169.254.0.0     0.0.0.0         255.255.0.0    U        204    0      0 wwan0  
pi@raspberrypi:~ $ ls  
Bookshelf Documents install.sh Pictures Templates work  
Desktop Downloads Music Public Videos  
pi@raspberrypi:~ $
```

13. 파이썬 테스트 코드로 통신 테스트

python3 python_echo_client.py

ppp0로 통신 인터페이스가 잡혀 있어서
AT Command를 사용하지 않고, 이더넷,
무선랜과 동일하게 사용할 수 있음

```
pi@raspberrypi: ~/work/python_echo_client
File Edit Tabs Help
pi@raspberr... x pi@raspberr... x pi@raspberr... x

import socket
import sys

#Create a TCP/IP socket
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)

#Connect the socket to the port where the server is listening
server_address = ('echo.mbedcloudtesting.com', 7)
print('connecting to {}port {}'.format(*server_address))
sock.connect(server_address)

try:

    #Send data
    message = b'This is the message. It will be repeated.'
    print('sending {!r}'.format(message))
    sock.sendall(message)

    #Look for the response
    amount_received = 0
    amount_expected = len(message)

    while amount_received < amount_expected:
        data = sock.recv(16)
        amount_received += len(data)
        print('received {!r}'.format(data))

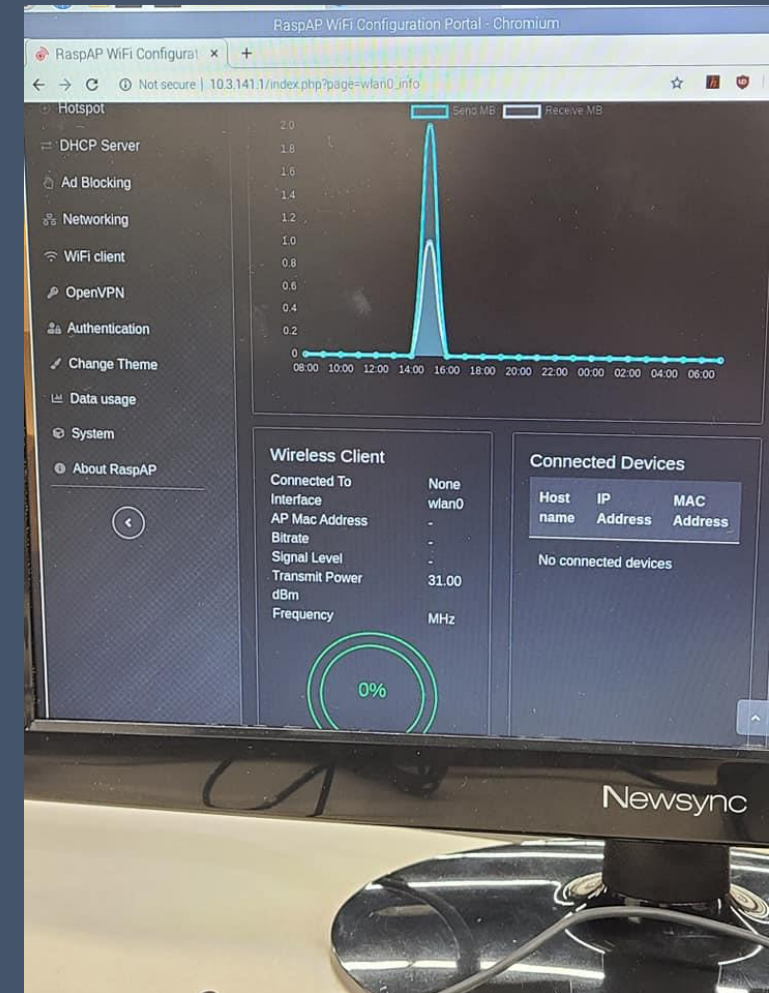
finally:
    print('closing socket')
    sock.close()

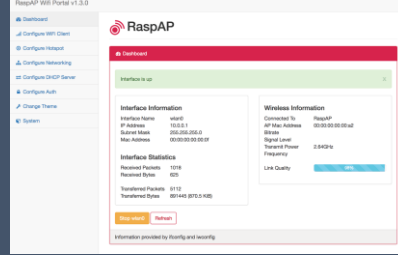
33,0-1 Bot
```

7. Cat.M1 IoT 게이트웨이

필요성

1. 저렴한 WiFi 기반의 센서노드와 액츄에이터를 통신 인프라가 갖추어지지 않은 곳이나 따로 전용망을 구성해야 하는 곳에서도 사용해야 할 경우
 2. 하루에 몇 번 정도 데이터를 수집해야 하는 경우인데, 월 기본요금이 몇만원인 LTE 공유기 도입하기 어려울 경우
- 1,2와 같은 요구사항에 맞춰서 라즈베리파이와 Cat.M1, 오픈소스를 활용하여 IoT 게이트웨이를 제작 하였습니다.





RaspAP Wifi Hotspot

<http://rasberry-valley.azurewebsites.net/RaspAp-Wifi-Hotspot/>

RasAP 설치 및 설정

- 설치 전에 Cat.M1 모듈을 제거하고 와이파이 또는 이더넷으로 설치해야 합니다. (용량이 작지 않음)

1) 설정 백업

```
> sudo cp /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf.sav
```

2) 설정을 null 로 채움

```
> sudo cp /dev/null /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

3) /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf 에 아래 내용을 입력

```
> sudo vi /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

```
ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev  
update_config=1
```

4) RaspAP 설치 (중간에 질문이 나오면 Y를 누그로 enter키 누름)

```
> wget -q https://git.io/voEUQ -O /tmp/raspap && bash /tmp/raspap
```

(Demo3) IoT 게이트웨이를 통한 ESP32 TCP소켓통신
ESP32 보드로 IoT 게이트웨이에 접속해서 IP 획득 후 에코서버에 데이터를 보내고
보낸 데이터를 수신

감사합니다.