

ARM Coretex-M

펌웨어 설계



UART 제어 SW 설계



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

학습목표

- STM32F429의 UART 구조와 관련 레지스터를 설명할 수 있다.
- STM32F429의 UART 제어 소프트웨어를 설계하고 테스트할 수 있다.

학습내용

- STM32F429의 UART
- STM32F429의 UART 제어 SW 설계하기

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 소개

UART란?

Universal Asynchronous Receiver / Transmitter



UART

UART

범용 비동기식 직렬 통신 컨트롤러

- ... PC와 타겟 보드가 통신할 때 가장 기본으로 사용하는 통신 포트
- ... RS-232, RS-422, RS-485와 같은 통신 표준과 함께 사용
- ... 윈도우 컴퓨터의 제어판에 COM1, COM2, COM3, COM4라는 이름의 통신 포트

STM32F429의 UART



⚙️ STM32F429의 UART 소개

🌈 UART란?

장점

많은 CPU와 PC등에 기본 장착
되어 있어 호환성이 좋음

단점

1대1 통신등의 제한이 있어 확
장성이 떨어짐

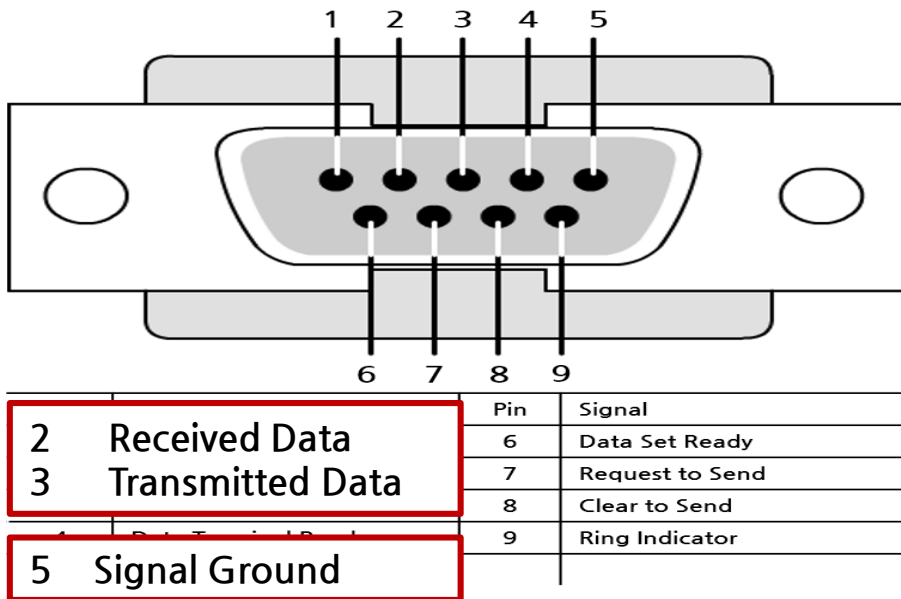
STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 소개

UART의 신호선

UART의 신호선



UART는 RS-232 형식을 따라 총 9개의 신호선으로 구성

그 중 TXD, RXD, GND 3핀만 연결하면 통신

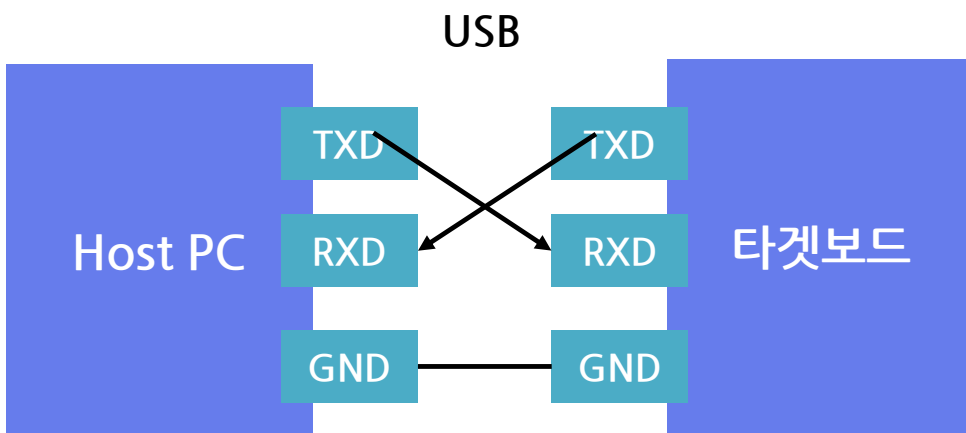
STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 소개

UART의 신호선

UART의 신호 연결



3개의 핀만을 연결하여 사용

- ... TXD는 상대방 RXD에 연결
- ... RXD는 상대방 TXD에 연결
- ... GND는 상대방 GND에 연결

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 소개

STM32F429ZI의 UART

STM32F429ZI의 UART 포트



총 8개의 UART 포트

- ... USART1
- ... USART2
- ... USART3
- ... UART4
- ... UART5
- ... USART6
- ... UART7
- ... UART8

STM32F429의 UART



⚙️ STM32F429의 UART 소개

🌈 STM32F429ZI의 UART

Universal **Synchronous** Asynchronous Receiver Transmitter



USART

! 비동기방식은 물론 동기식 방식도 가능하다는 의미

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 소개

STM32F429ZI의 UART

STM32F429ZI의 UART 포트



UART포트 사용 핀

- ... 8개의 UART포트를 사용할 때 선택할 수 있는 핀을 녹색으로 표시함

STM32F429의 UART



⚙️ Nucleo-F429 보드의 UART 분석

🌈 Nucleo-F429 보드의 UART 연결

Nucleo-F429 보드

ST-Link 파트

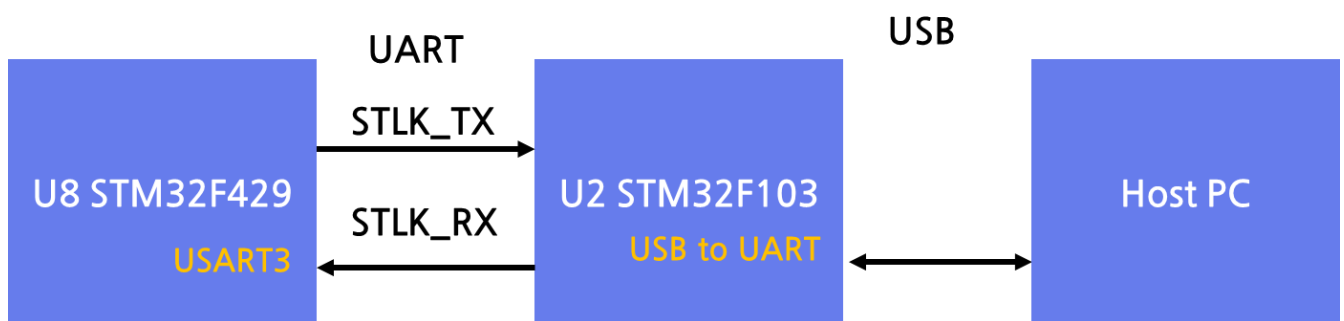
- STM32F103은 USB 인터페이스로 PC와 연결됨

MCU 파트

- STM32F429는 USART3 인터페이스를 사용하여 STLK_TX, STLK_RX라는 이름의 라인으로 ST-Link 파트의 STM32F103과 UART 인터페이스로 연결

! STM32F429의 UART 데이터를 STM32F103이 USB 데이터로 변환하여 PC에 넘겨주는 구조

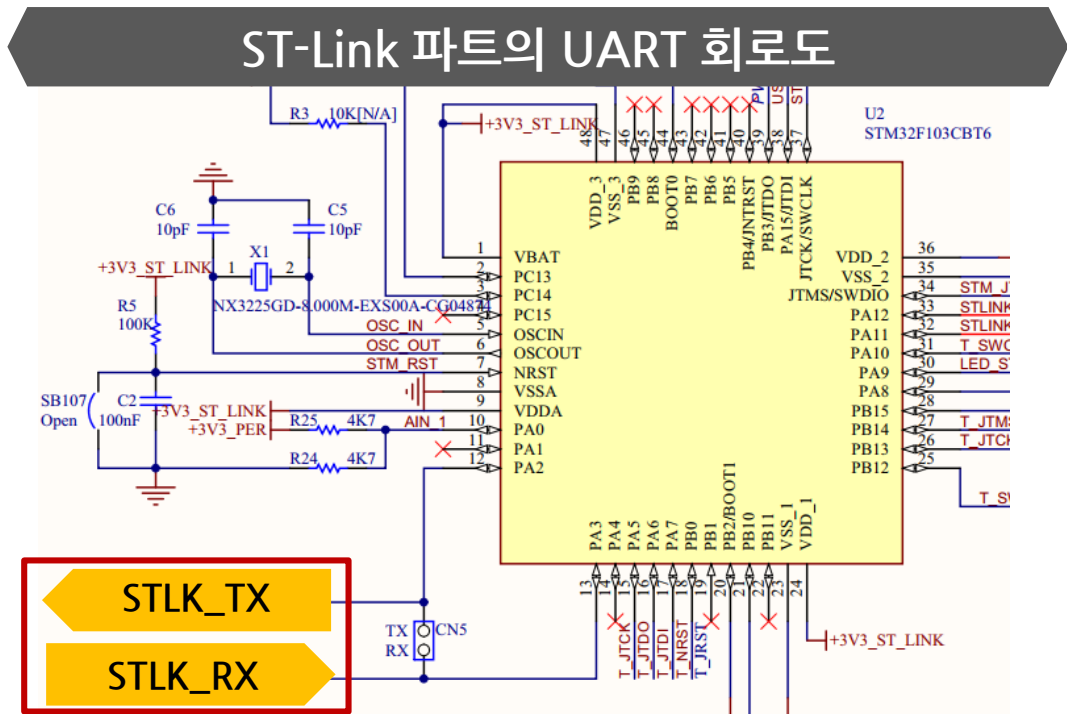
Nucleo-F429 보드의 UART 연결



STM32F429의 UART

⚙️ Nucleo-F429 보드의 UART 분석

🌈 Nucleo-F429 보드의 UART 회로도



ST-Link 파트

- U2 STM32F103CBT6가 STLK_RX, STLK_TX라는 이름으로 연결되어 있음

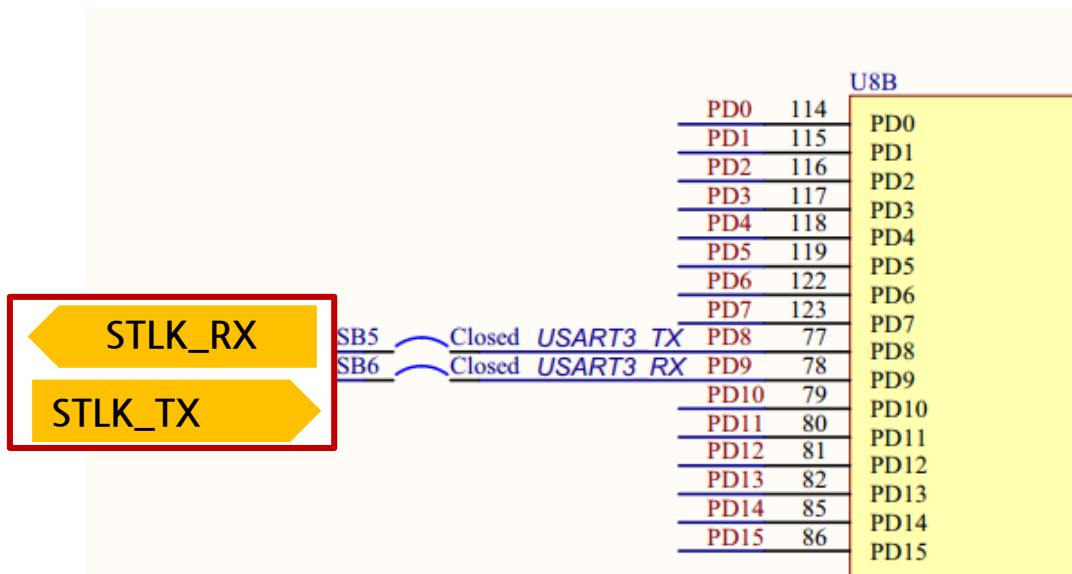
STM32F429의 UART



⚙️ Nucleo-F429 보드의 UART 분석

🌈 Nucleo-F429 보드의 UART 회로도

MCU파트의 UART 회로도



MCU 파트

... U8 STM32F429ZI가
STLK_RX, SLTK_TX라는 이름으로
연결되어 있음



STM32F429ZI의 PD8핀은 USART3의 TXD핀으로
PD9핀은 USART3의 RXD핀으로 사용됨

STM32F429의 UART



⚙️ Nucleo-F429 보드의 UART 분석

🌈 Nucleo-F429 보드와 PC의 연결

- ... Nucleo-F429 보드를 USB 커넥터로 PC와 연결하면 등록정보에 다음과 같은 인터페이스가 추가됨
- ... 포트에 STMicroelectronics STLink Virtual COM Port라는 이름의 UART 포트가 생성됨
- ... COM의 번호는 자동으로 할당됨

Nucleo-F429 보드의 COM포트



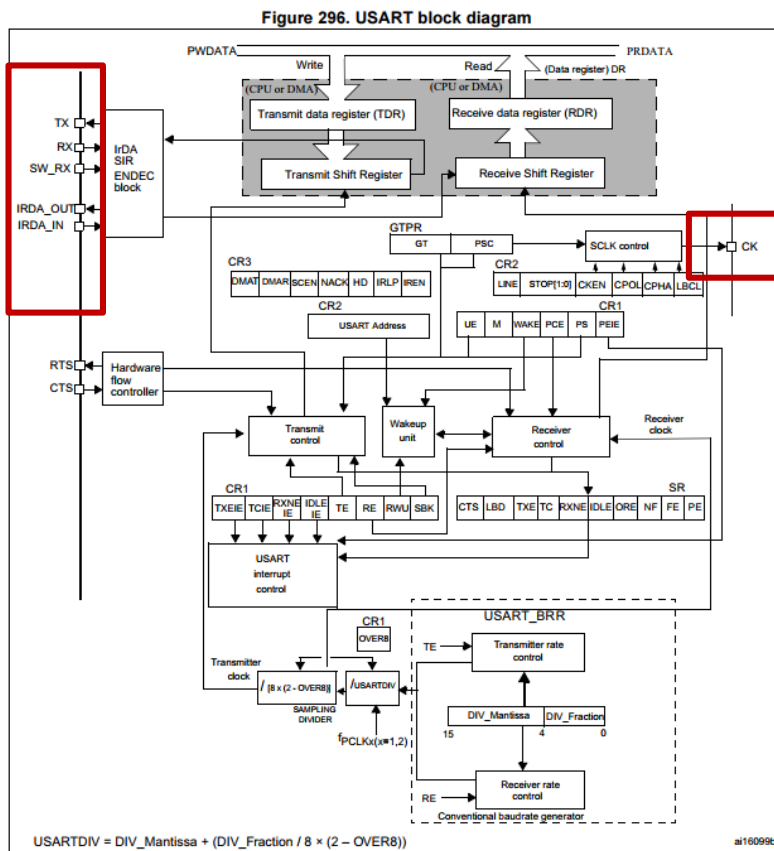
이와 같은 연결은 ST-Link 파트의 STM32F103에 USB CDC device 프로토콜이 올라가 있기 때문임

STM32F429의 UART

STM32F429의 UART 레지스터

STM32F429의 UART 블록

STM32F429의 UART 블록



외부핀

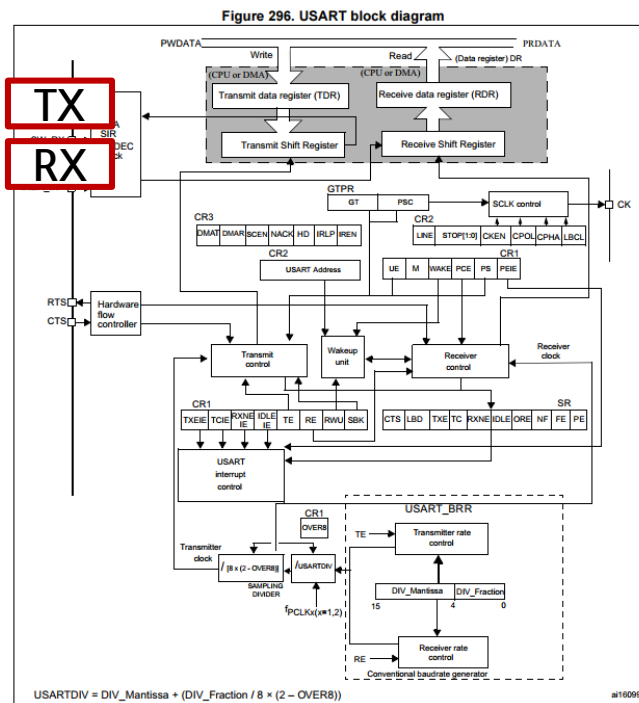
- ... TX
- ... RX
- ... SW_RX
- ... IRDA_OUT
- ... IRDA_IN
- ... RTS
- ... CTS
- ... CK

STM32F429의 UART

STM32F429의 UART 레지스터

STM32F429의 UART 블록

STM32F429의 UART 블록



TX

송신핀

RX

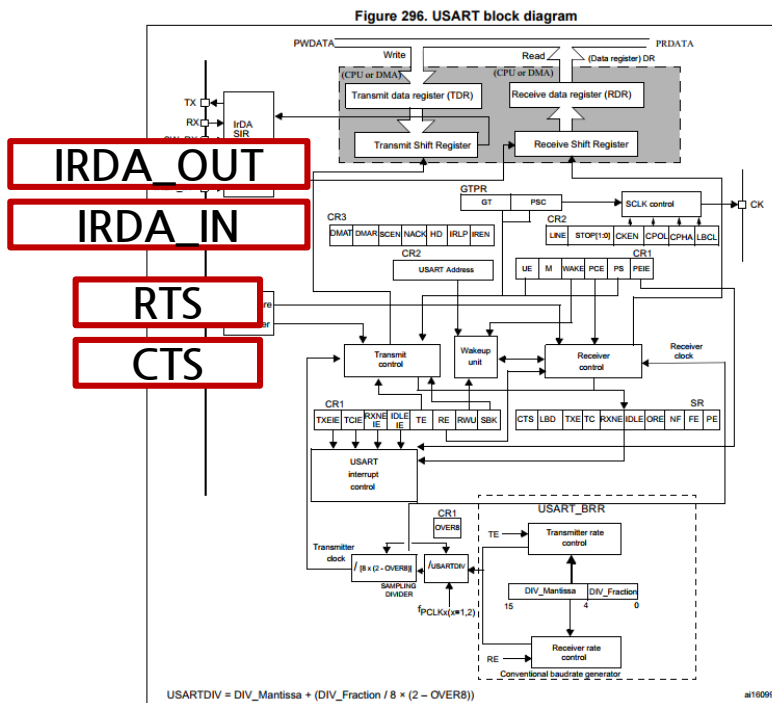
수신핀

STM32F429의 UART

STM32F429의 UART 레지스터

STM32F429의 UART 블록

STM32F429의 UART 블록



IRDA_OUT & IRDA_IN

적외선 통신 입출력핀

RTS, CTS

통신 제어용 핀

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 레지스터

Data register

- ... USART_DR
- ... 송수신 데이터를 직접 저장하는 레지스터로 0번 비트부터 8번 비트까지 총 9비트(DR[8:0])를 사용
- ... 송신데이터와 수신데이터를 모두 한 레지스터에서 처리

USART_DR 레지스터

Address offset: 0x04

Reset value: 0xFFFF XXXX

Bits 31:9 Reserved, must be kept at reset value

Bits 8:0 **DR[8:0]**: Data value

Contains the Received or Transmitted data character, depending on whether it is read from or written to.

The Data register performs a double function (read and write) since it is composed of two registers, one for transmission (TDR) and one for reception (RDR)

The TDR register provides the parallel interface between the internal bus and the output shift register (see Figure 1).

The RDR register provides the parallel interface between the input shift register and the internal bus.

When transmitting with the parity enabled (PCE bit set to 1 in the USART_CR1 register), the value written in the MSB (bit 7 or bit 8 depending on the data length) has no effect because it is replaced by the parity.

When receiving with the parity enabled, the value read in the MSB bit is the received parity bit.

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 레지스터

Status register

Status register

USART_SR, UART 통신의 상태를 알려주는 기능

TXE (bit7)

Transmit data
register empty

- 송신 데이터 레지스터가
비어 있는지 나타냄
- 1이면 데이터가 비어있음

TC (bit6)

Transmission complete

- 송신이 완료되었음을 나타냄

RXNE (bit 5)

Read data
register not empty

- 수신 데이터 레지스터의 상태
를 나타냄
- 1이면 수신할 준비가 되었음

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 레지스터

Status register

USART_SR 레지스터

Address offset: 0x00

Reset value: 0x0000 00C0

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved						CTS	LBD	TXE	TC	RXNE	IDLE	ORE	NF	FE	PE
Reserved						rc_w0	rc_w0	r	rc_w0	rc_w0	r	r	r	r	r

→ IDLE line detected

→ Overrun error

Address offset: 0x00

Reset value: 0x0000 00C0

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Reserved						CTS	LBD	TXE	TC	RXNE	IDLE	ORE	NF	FE	PE
Reserved						rc_w0	rc_w0	r	rc_w0	rc_w0	r	r	r	r	r

NF: Noise detected flag

FE: Framing error

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 레지스터

Baud rate register

Baud rate register

USART_BRR, 통신속도인 Baud rate을 설정하는 기능

USART_SR 레지스터

Address offset: 0x08
Reset value: 0x0000 0000

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
DIV_Mantissa								DIV_Fraction							
rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Mantissa

부동 소수점 표현의 기수부

Fraction

부동 소수점 표현의 지수부를 의미

9600, 115200 등의 Baudrate을 설정할 때
버스 클럭을 나누어 설정하는데
나누어 떨어지지 않기 때문에 가장 가까운 값을 만들기 위해
부동 소수점 값으로 나누기 때문

STM32F429의 UART



STM32F429의 UART 레지스터

Control register

- USART_CR1, USART_CR2, USART_CR3
- Start bit, data bit, stop bit, 송수신 시작 등의 제어에 사용되는 레지스터들

USART_CR1 레지스터

Address offset: 0x0C

Reset value: 0x0000 0000

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OVER8	Reserved	UE	M	WAKE	PCE	PS	PEIE	TXEIE	TCIE	RXNEIE	IDLEIE	TE	RE	RWU	SBK
rw	Res.	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

STM32F429의 UART 제어 SW 설계하기



UART 제어 SW 코딩 및 테스트

교수님 실습 영상

- 1 CubeMX를 사용하여 보드 선택
- 2 USART3를 선택하여 UART 설정
- 3 코드 생성
- 4 프로젝트를 열어 컴파일
- 5 Main.c의 main함수에 UART 제어 코드 작성
- 6 컴파일 후 펌웨어를 보드에 다운로드
- 7 Teraterm을 통해 UART 메시지 확인

요점노트

1. STM32F429의 UART



- STM32F429의 UART
 - STM32F429의 UA-UART는 범용 비동기식 직렬 통신 컨트롤러임
 - UART는 RS-232 형식을 따라 총 9개의 신호선으로 구성되나 그중 TXD, RXD, GND 3핀만 연결하면 통신이 가능함
 - STM32F429의 UART는 총 8개의 UART 포트를 가짐
 - ST-Link 파트의 STM32F103은 MCU 파트의 STM32F429의 UART 인터페이스를 USB 인터페이스로 PC와 연결함

요점노트

2. STM32F429의 UART 제어 SW 설계하기



- STM32F429의 UART 제어 SW 설계하기
 - CubeMX를 사용하여 Nucleo-F429 보드를 선택하여 프로젝트를 생성함
 - CubeMX를 사용하여 USART3를 선택한 후 UART 관련 설정 함
 - HAL_UART_Transmit_IT는 인터럽트 방식의 UART 송신 함수임