# M031 Bootloader經由BLE模塊更新APROM

NuMicro® 32位系列微控制器範例代碼介紹

## 文件資訊

| | |
|---|---|
| 應用簡述 | 本範例代碼使用帶 IAP 功能的 LDROM ISP_UART bootloader 程序經由 ESP32 BLE 模塊更新 APROM 中的韌體 |
| BSP 版本 | M031_Series_BSP_CMSIS_V3.05.000 |
| 開發平台 | NuMaker-M032KI V1.0 |

*The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.*

*Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro microcontroller and microprocessor based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.*

*All data and specifications are subject to change without notice.*

*For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.*

www.nuvoton.com

# 1. 概述

本範例代碼使用 M031 系列的 ISP_UART bootloader 程序經由 ESP32 BLE 模塊更新 APROM 中的韌體。

IAP (In-Application Programming) bootloader 允許 M031 更新韌體到其他 Flash 地址。當完成 IAP 流程後，更新流程會將新韌體的起始地址重新映射到 Vector Page Address，然後用戶可以使用手機 APP 調用系統重置功能來運行新韌體。

ESP32 BLE 模塊可以通過其 UART 接口與其他系統連接，以便提供 Wi-Fi 和藍牙功能。 本範例代碼需要將 ESP32 BLE 模塊連接到 NuMaker-M032KI 板子，以實現 BLE 到 UART 透傳。 ThirdParty 資料夾中的 ESP32_BLE_UART.ino 是支持 ISP 命令的 ESP32 韌體，用戶可以使用 ESP32 Arduino IDE 來更新 ESP32 BLE 模塊。

用戶可以安裝從 https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nuvoton.nuisptool_android&hl=zh-hk 下載的 ISPTooL Android v1.1.1.apk APP，並選擇 BLE 接口來連接 ISP_UART bootloader 程序以便更新 APROM 中的韌體。

本範例代碼提供了兩個測試程序，一個燒寫資料到偏移地址為 0x10000 的 APROM 並打印地址的內容，另一個燒寫資料到偏移地址為 0x50000 的 APROM 並打印地址的內容。 用戶可以將 bin 檔複製到手機中，以測試 IAP 程序。

## 1.1 原理

對於 OTA (Over-The-Air) 應用程序，內存空間概念在 FMC 命令和 CPU 觀點略有不同。 從 FMC 命令的角度來看，採用了物理地址的概念。 除了 “重新映射” 命令外，所有 FMC 命令都將 APROM 內存視為物理地址。 從 CPU 的角度來看，採用了虛擬地址的概念。 APROM 存儲空間分為兩個存儲區。 在運行階段，虛擬地址取決於地址操作模式（OP0，OP1）如圖 1-1 所示。

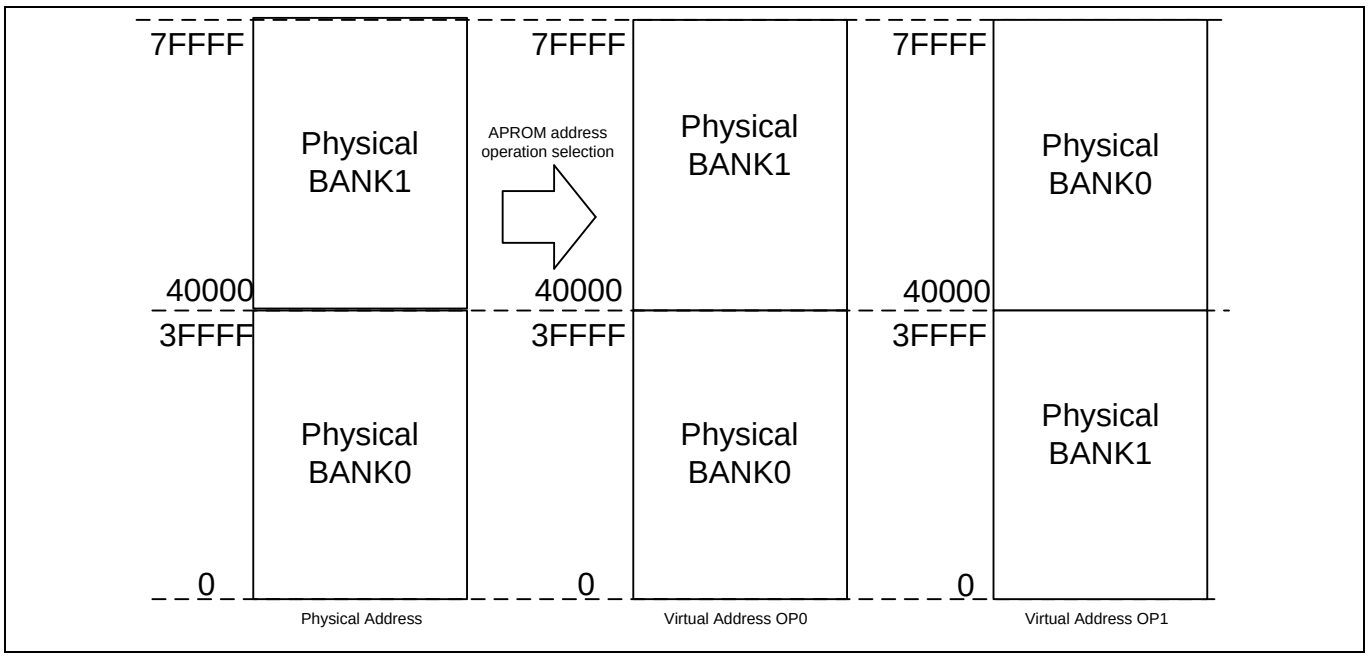



圖 1-1 地址操作模式

為了使 APROM 從不同的地址操作模式重啟，請使用地址操作模式選擇命令 0x2C 與 FMC_ISPDAT “0x5AA5_5AA5” 和 FMC_ISPADDR “0x0”（地址 OP0）或“0x1”（地址 OP1）來選擇地址操作模式。

編譯本範例代碼的測試程序並生成二進制檔案後，在二進制文件的偏移地址 0x100 處有版本信息。 bootloader 程序將判斷哪個 APROM bank 的韌體版本是最新的，並將其設置為活動 bank。例如，如果 APROM bank0 的韌體版本是最新的，則 bootloader 程序會將 APROM bank0 設置為活動 bank。 APROM Bank0 中的韌體將被執行。 當用戶使用 ISPTooL Android v1.1.1.apk 通過 BLE 模塊連接 bootloader 程序時，bootloader 程序將擦除 APROM bank1 以更新新的韌體。bootloader 程序流程圖如圖 1-2 所示。

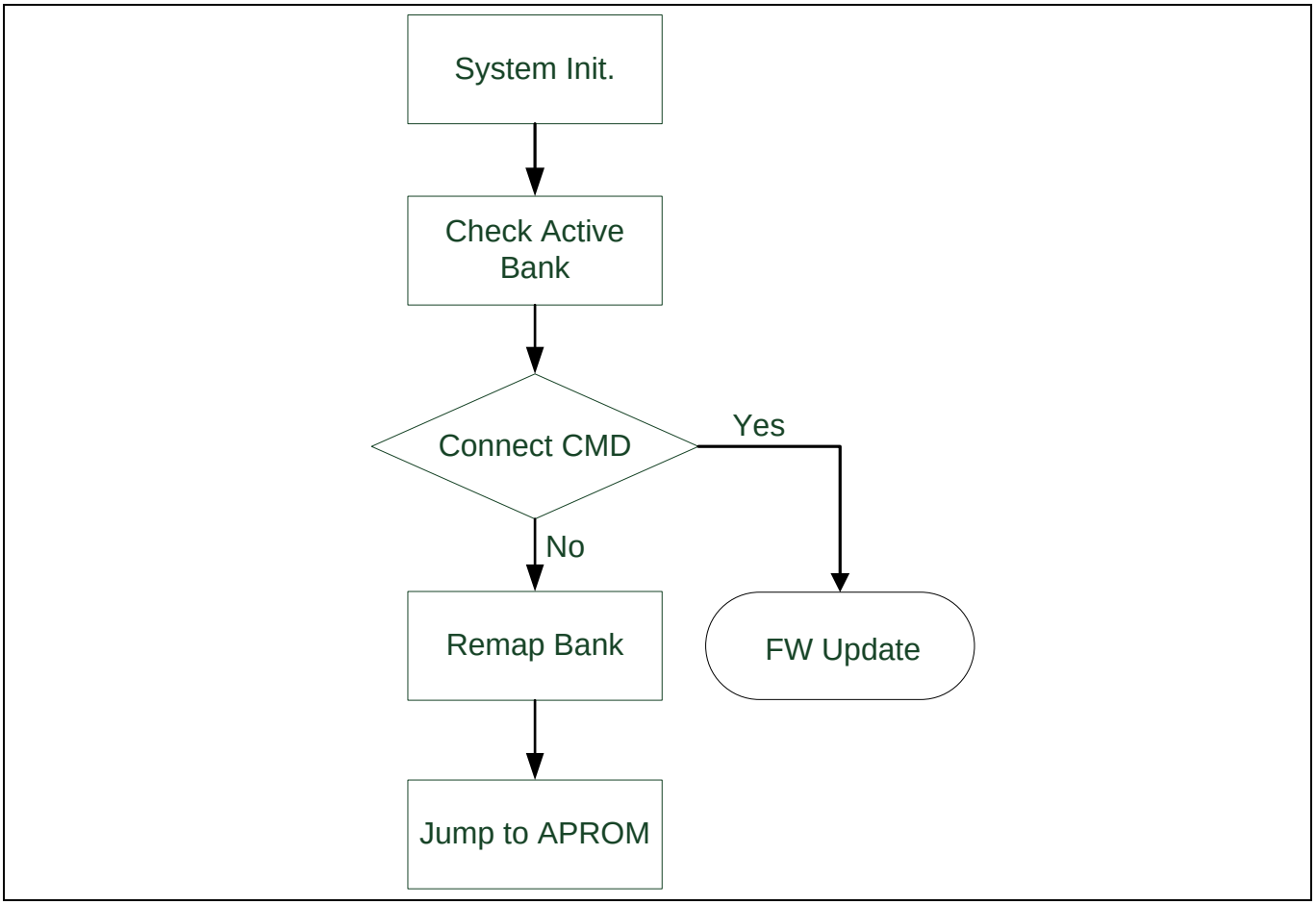



圖 1-2 Bootloader 程序流程圖

本範例需要設定從 LDROM 的 IAP 模式啟動芯片並將代碼燒寫到 LDROM。 接著需要將 APP0 代碼寫入 APROM bank0 和 bank1。為避免 UART 訊號干擾，必須將 NuMaker-M032KI 板的 VCOM 功能設置為禁用。 首先打開手機藍牙功能，然後開啟 ISPTooL APP，用戶可以選擇 BLE 接口，點擊 FIND DEVICE 圖標以便掃描 BLE 設備。 選擇 UART Service 設備，然後按下 NuMaker-M032KI 板子的 reset 按鈕，即可通過 ESP32 BLE 模塊連接 ISP_UART bootloader 程序，如圖 1-3 所示。 當 ISPTooL APP 連接上 bootloader 程序，用戶可以點擊 OPEN 圖標來設置要更新到 APROM 韌體的路徑。 如果 Reset and Run 框有勾選，當 APROM 的韌體更新後，bootloader 程序將調用系統復位來切換並執行新的韌體，如圖 1-4 所示。

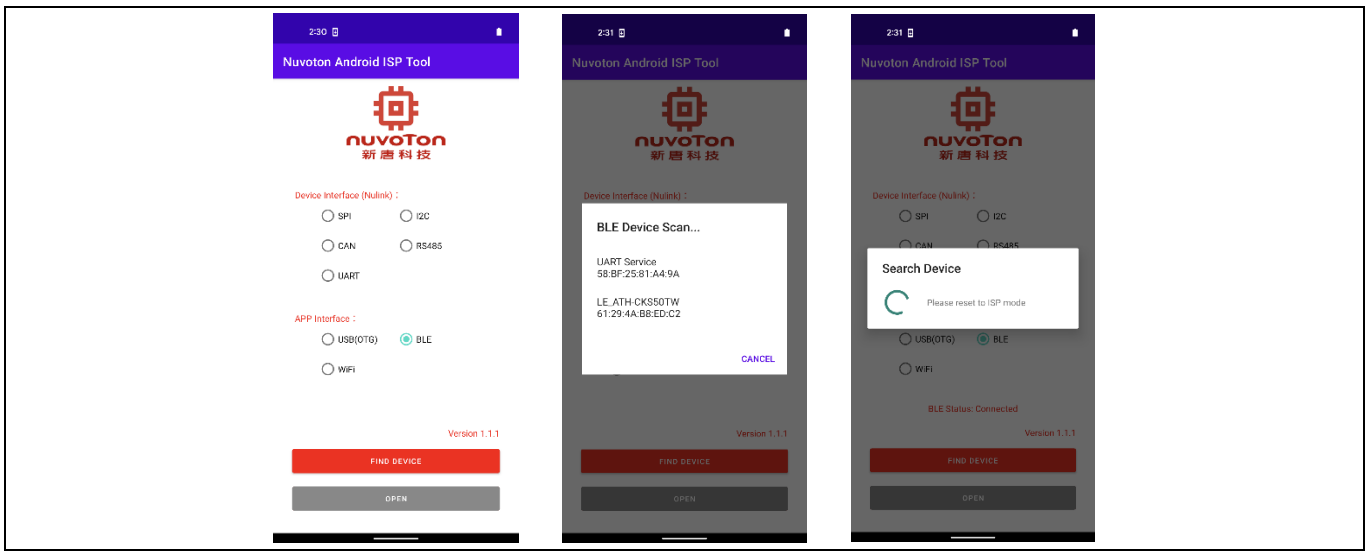



圖 1-3 ISPTool APP 連接 M031

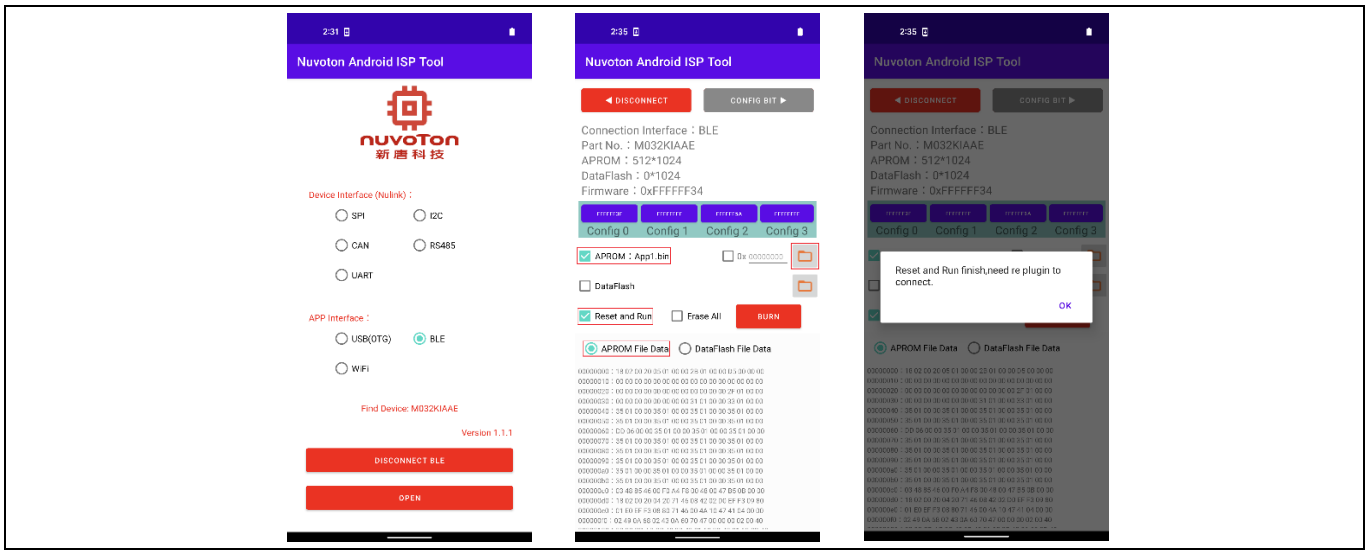
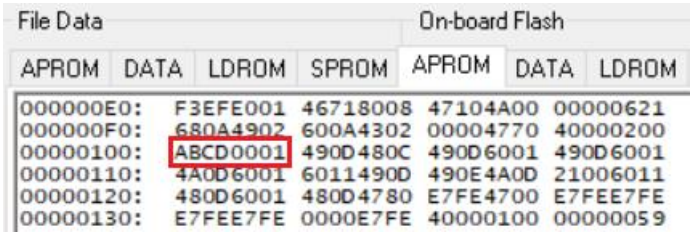



圖 1-4 燒錄代碼並執行新韌體

## 1.2 執行結果

韌體 APP0 和 APP1 的地址 0x100 處有韌體的版本信息如圖 1-5 所示。

韌體APP0的版本




韌體APP1的版本

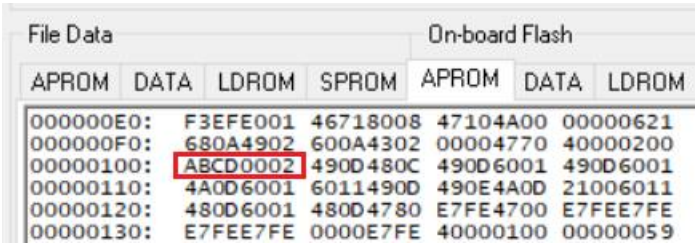



圖 1-5 韌體版本

如果用戶不更新韌體，本範例代碼將執行 Bank0 韌體。 結果如圖 1-6 所示。

```
Application 0 on bank 0
    Flash Test Passed.

[CPU DUMP: 0x10000 ~ 0x10800]

0x00010000 0x00010004 0x00010008 0x0001000c 0x00010010 0x00010014 0x00010018 0x0001001c
0x00010020 0x00010024 0x00010028 0x0001002c 0x00010030 0x00010034 0x00010038 0x0001003c
0x00010040 0x00010044 0x00010048 0x0001004c 0x00010050 0x00010054 0x00010058 0x0001005c
0x00010060 0x00010064 0x00010068 0x0001006c 0x00010070 0x00010074 0x00010078 0x0001007c
0x00010080 0x00010084 0x00010088 0x0001008c 0x00010090 0x00010094 0x00010098 0x0001009c
0x000100a0 0x000100a4 0x000100a8 0x000100ac 0x000100b0 0x000100b4 0x000100b8 0x000100bc
```

圖 1-6 Bank0 韌體執行結果

更新新韌體後，PC UART 會打印出 Bank1 韌體的執行結果，如圖 1-7 所示。

```
Application 1 on bank 1
    Flash Test Passed.

[CPU DUMP: 0x50000 ~ 0x50800]

0x00050000 0x00050004 0x00050008 0x0005000c 0x00050010 0x00050014 0x00050018 0x0005001c
0x00050020 0x00050024 0x00050028 0x0005002c 0x00050030 0x00050034 0x00050038 0x0005003c
0x00050040 0x00050044 0x00050048 0x0005004c 0x00050050 0x00050054 0x00050058 0x0005005c
0x00050060 0x00050064 0x00050068 0x0005006c 0x00050070 0x00050074 0x00050078 0x0005007c
0x00050080 0x00050084 0x00050088 0x0005008c 0x00050090 0x00050094 0x00050098 0x0005009c
0x000500a0 0x000500a4 0x000500a8 0x000500ac 0x000500b0 0x000500b4 0x000500b8 0x000500bc
```

圖 1-7 Bank1 韌體執行結果

## 2. 代碼介紹

IAP bootloader 主程式設置系統頻率和 UART 功能，並使用 UART 接口與 ESP32 BLE 模塊的通信以便更新韌體。程序判斷哪個 APROM bank 的韌體版本是最新的，並將其設置為活動 bank。 當 ISPTooL APP 通過 BLE 模塊連接到 bootloader 程序時，bootloader 程序將擦除 APROM 的非活動 bank 來更新新的韌體。如果用戶不需要更新韌體，M031 將根據活動 bank 調用 RemapBank() 函數來切換 APROM bank0 或 bank1 地址中的韌體。

```
int32_t main(void)
{
    /* Init System, peripheral clock and multi-function I/O */
    SYS_Init();
    /* Init UART to 115200-8n1 */
    UART_Init();

    /* Checking if flash page size matches with target chip's */
    if( (GET_CHIP_SERIES_NUM == CHIP_SERIES_NUM_I) || (GET_CHIP_SERIES_NUM ==
CHIP_SERIES_NUM_G) )
    {
        if(FMC_FLASH_PAGE_SIZE != 2048)
        {
            /* FMC_FLASH_PAGE_SIZE is different from target device */
            /* Please enable the compiler option PAGE_SIZE_2048 in fmc.h */
            while(SYS->PDID);
        }
    }
    else
    {
        if(FMC_FLASH_PAGE_SIZE != 512)
        {
            /* FMC_FLASH_PAGE_SIZE is different from target device */
            /* Please disable the compiler option PAGE_SIZE_2048 in fmc.h */
            while(SYS->PDID);
        }
    }

    CLK->AHBCLK |= CLK_AHBCLK_ISPCKEN_Msk;
    FMC->ISPCTL |= (FMC_ISPCTL_ISPEN_Msk | FMC_ISPCTL_APUEN_Msk);
    g_apromSize = GetApromSize() >> 1;
    GetDataFlashInfo(&g_dataFlashAddr, &g_dataFlashSize);

    CheckActiveBank();

    SysTick->LOAD = 300000 * CyclesPerUs;
    SysTick->VAL   = (0x00);
    SysTick->CTRL = SysTick->CTRL | SysTick_CTRL_CLKSOURCE_Msk | SysTick_CTRL_ENABLE_Msk;

    while (1)
    {
        if ((bufhead >= 4) || (bUartDataReady == TRUE))
```

```
        {
            uint32_t lcmd;
            lcmd = inpw(uart_rcvbuf);

            if (lcmd == CMD_CONNECT)
            {
                goto _ISP;
            }
            else
            {
                bUartDataReady = FALSE;
                bufhead = 0;
            }
        }

        if (SysTick->CTRL & SysTick_CTRL_COUNTFLAG_Msk)
        {
            goto _APROM;
        }
    }

_ISP:

    while (1)
    {
        if (bUartDataReady == TRUE)
        {
            bUartDataReady = FALSE;
            ParseCmd(uart_rcvbuf, 64);
            PutString();
        }
    }

_APROM:

    /* All ISP commands are relative to physical address except FMC_ISPCMD_VECMAP */
    SetVectorPageAddr(0x0000);

    if(g_u8ActiveBank == 0)
    {
        /* After bank swap command, Bank0 virtual address 0 will remap to 0 */
        RemapBank(0);
    }
    else
    {
        /* After bank swap command, Bank1 virtual address 0 will remap to 0 */
        RemapBank(1);
    }

    SYS->RSTSTS = (SYS_RSTSTS_PORF_Msk | SYS_RSTSTS_PINRF_Msk);
    FMC->ISPCTL &= ~(FMC_ISPCTL_ISPEN_Msk | FMC_ISPCTL_BS_Msk);
    SCB->AIRCR = (V6M_AIRCR_VECTKEY_DATA | V6M_AIRCR_SYSRESETREQ);

    /* Trap the CPU */
    while (1);
}
```

以下程式判斷哪個 APROM bank 的韌體版本是最新的，並將其設置為活動 bank。

```
void CheckActiveBank(void)
{
    int32_t i32Version;

    ReadData(BANK0_VER_BASE, BANK0_VER_BASE + 4, (uint32_t *)g_u32VerAddr0);
    ReadData(BANK1_VER_BASE, BANK1_VER_BASE + 4, (uint32_t *)g_u32VerAddr1);
    i32Version = g_u32VerAddr0[0] - g_u32VerAddr1[0];

    if(i32Version >= 0)
        g_u8ActiveBank = 0;
    else
        g_u8ActiveBank = 1;
}
```

# 3. 軟體與硬體需求

## 3.1 軟體需求

- BSP 版本
  - M031_Series_BSP_CMSIS_V3.05.000
- IDE 版本
  - Keil uVersion 5.28
- ISP 版本
  - ISPTool Android v1.1.1.apk

## 3.2 硬體需求

- 電路元件
  - NuMaker-M032KI V1.0
- 示意圖
  - 將 UART0 TX (PB.13) pin 腳連接到 ESP32 RX pin 腳，UART0 RX (PB.12) pin 腳連接到 ESP32 TX pin 腳。

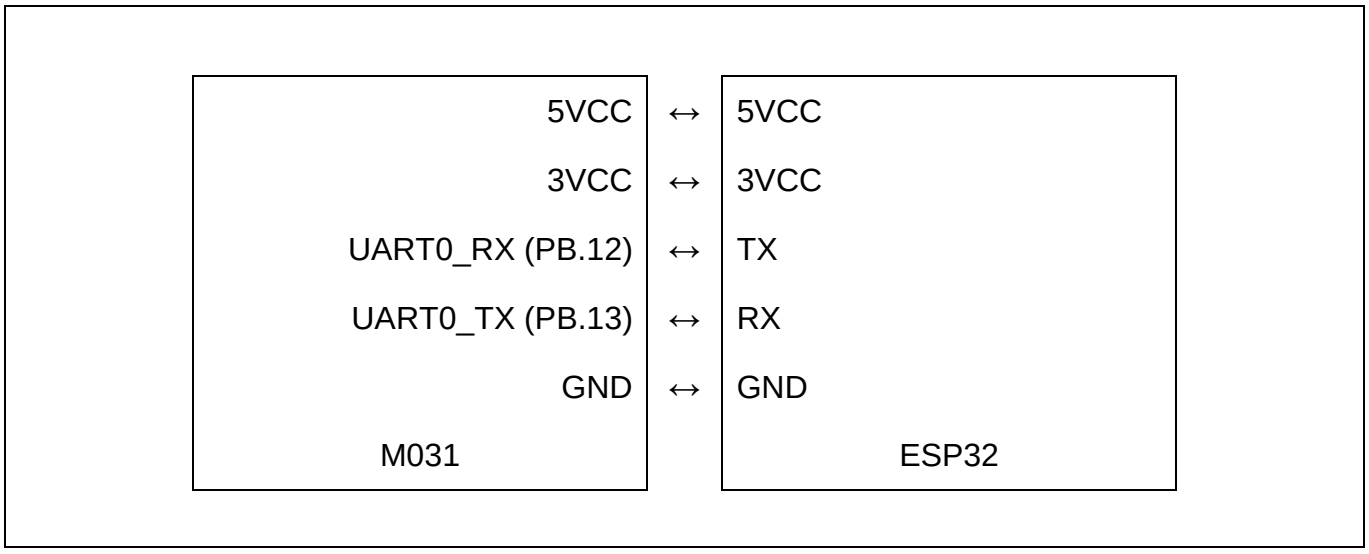



圖 3-1 系統連接圖

# 4. 目錄資訊

| | |
|---|---|
| EC_M031_Bootloader_to_Upgrade_APROM_through_BLE_Module_V1.00 | |
| Library | Sample code header and source files |
| CMSIS | Cortex® Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS) by Arm® Corp. |
| Device | CMSIS compliant device header file |
| StdDriver | All peripheral driver header and source files |
| SampleCode | |
| ExampleCode | Source file of example code |
| ThirdParty | |
| ESP32Code | ESP32 firmware supports ISP command |

圖 4-1 目錄資訊

# 5. 範例程式執行

1. 根據目錄資訊章節進入 ExampleCode 路徑中的 KEIL 資料夾，雙擊 *M031_Bootloader_to_Upgrade_APROM_through_BLE_Module.uvproj*。
2. 進入編譯模式介面
   - 編譯
   - 下載代碼至記憶體
   - 進入 / 離開除錯模式
3. 進入除錯模式介面
   - 執行代碼

# 6. 修訂紀錄

| Date | Revision | Description |
|---|---|---|
| 2022.12.08 | 1.00 | 初始發布。 |

## Important Notice

**Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".**

**Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.**

**All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.**

*Please note that all data and specifications are subject to change without notice.*
*All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.*