M031 Bootloader经由BLE模块更新APROM

NuMicro® 32位系列微控制器范例代码介绍

文件信息

应用简述	本范例代码使用带 IAP 功能的 LDROM ISP_UART bootloader 经由 ESP32 BLE 模块更新 APROM 中的固件
BSP 版本	M031_Series_BSP_CMSIS_V3.05.000
开发平台	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

本范例代码使用 M031 系列的 ISP_UART bootloader 程序经由 ESP32 BLE 模块更新 APROM 中的固件。

IAP (In-Application Programming) bootloader 允许 M031 更新固件到其他 Flash 地址。当完成 IAP 流程后，更新流程会将新固件的起始地址重新映射到 Vector Page Address，然后用户可以使用手机 APP 调用系统重置功能来运行新固件。

ESP32 BLE 模块可以通过其 UART 接口与其他系统连接，以便提供 Wi-Fi 和蓝牙功能。本范例代码需要将 ESP32 BEL 模块连接到 NuMaker-M032KI 板子，以实现 BLE 到 UART 透传。ThirdParty 文件夹中的 ESP32_BLE_UART.ino 是支持 ISP 命令的 ESP32 固件，用户可以使用 ESP32 Arduino IDE 来更新 ESP32 BEL 模块。

用户可以安装从 https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nuvoton.nuisptool_android&hl=zh-hk 下载的 ISPTooL Android v1.1.1.apk APP，并选择 BLE 接口来连接 ISP_UART bootloader 程序以便更新 APROM 中的固件。

本范例代码提供了两个测试程序，一个烧写资料到偏移地址为 0x10000 的 APROM 并打印地址的内容，另一个烧写资料到偏移地址为 0x50000 的 APROM 并打印地址的内容。用户可以将 bin 文件复制到手机中，以测试 IAP 程序。

1.1 原理

对于 OTA (Over-The-Air) 应用程序，内存空间概念在 FMC 命令和 CPU 观点略有不同。从 FMC 命令的角度来看，采用了物理地址的概念。除了 “重新映射” 命令外，所有 FMC 命令都将 APROM 内存视为物理地址。从 CPU 的角度来看，采用了虚拟地址的概念。 APROM 存储空间分为两个存储区。在运行阶段，虚拟地址取决于地址操作模式（OP0，OP1）如图 1-1 所示。

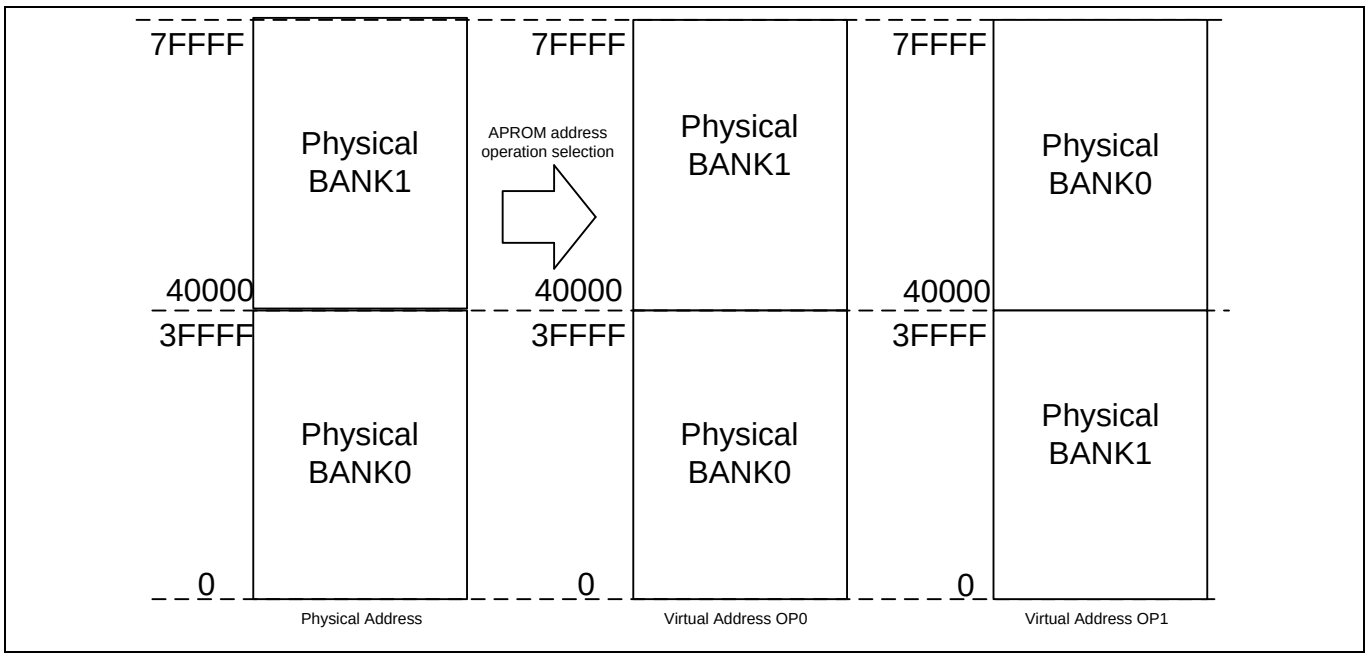


图 1-1 地址操作模式

为了使 APROM 从不同的地址操作模式重启，请使用地址操作模式选择命令 0x2C 与 FMC_ISPDAT “0x5AA5_5AA5”和 FMC_ISPADDR “0x0”（地址 OP0）或 “0x1”（地址 OP1）来选择地址操作模式。

编译本范例代码的测试程序并生成二进制文件后，在二进制文件的偏移地址 0x100 处有版本信息。 bootloader 程序将判断哪个 APROM bank 的固件版本是最新的，并将其设置为活动 bank。例如，如果 APROM bank0 的固件版本是最新的，则 bootloader 程序会将 APROM bank0 设置为活动 bank。 APROM Bank0 中的固件将被执行。当用户使用 ISPTooL Android v1.1.1.apk 通过 BLE 模块连接 bootloader 程序时，bootloader 程序将擦除 APROM bank1 以更新新的固件。bootloader 程序流程图如图 1-2 所示。

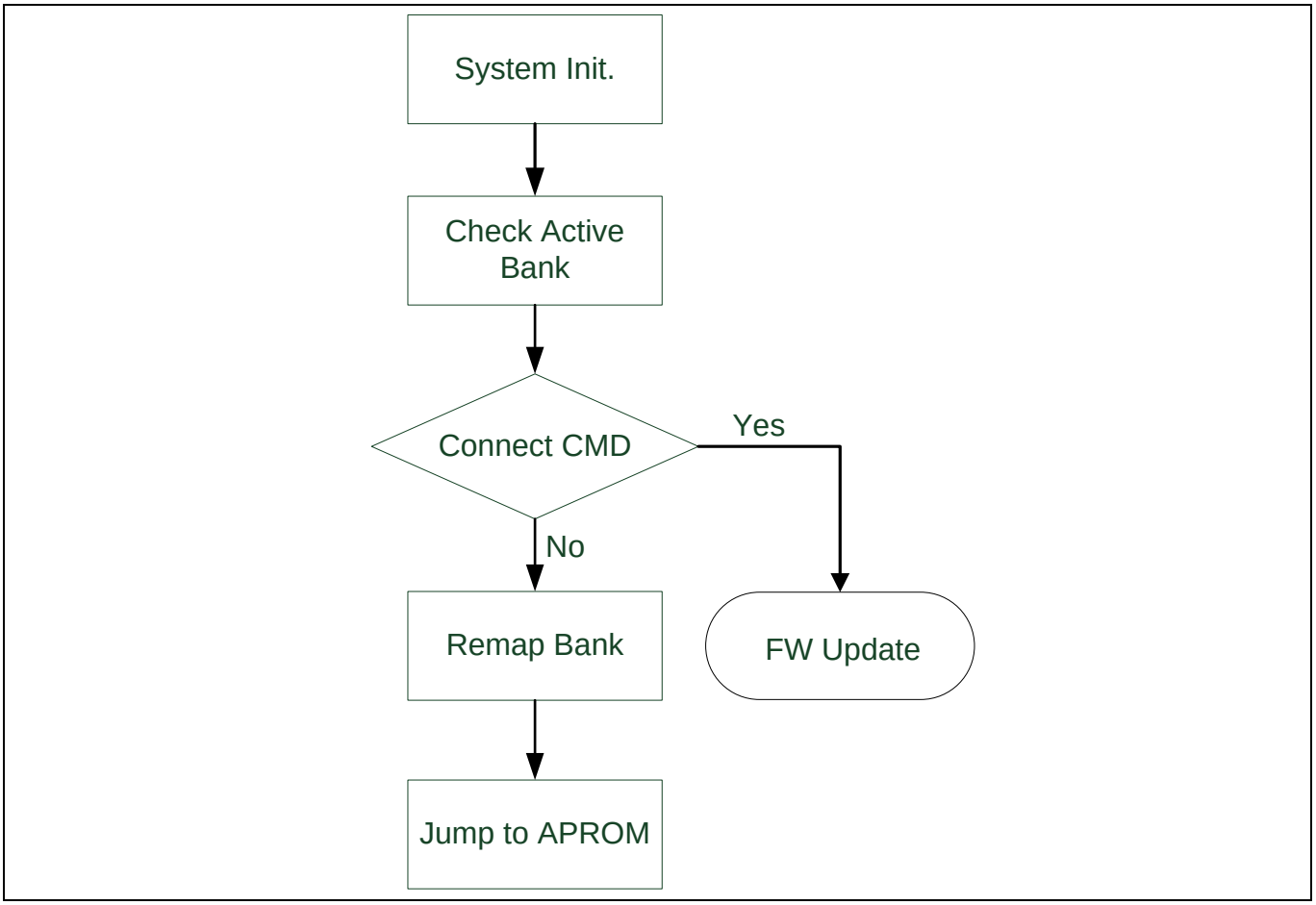


图 1-2 Bootloader 程序流程图

本范例需要设定从 LDROM 的 IAP 模式启动芯片并将代码烧写到 LDROM。接着需要将 APP0 代码写入 APROM bank0 和 bank1。为避免 UART 信号干扰，必须将 NuMaker-M032KI 板的 VCOM 功能设置为禁用。首先打开手机蓝牙功能，然后开启 ISPTooL APP，用户可以选择 BLE 接口，点击 FIND DEVICE 按钮以便扫描 BLE 设备。选择 UART Service 设备，然后按下 NuMaker-M032KI 板子的 reset 按钮，即可通过 ESP32 BEL 模块连接 ISP_UART bootloader 程序，如图 1-3 所示。 当 ISPTooL APP 连接上 bootloader 程序，用户可以点击 OPEN 按钮来设置要更新到 APROM 固件的路径。如果 Reset and Run 框有勾选，当 APROM 的固件更新后，bootloader 程序将调用系统复位来切换并执行新的固件，如图 1-4 所示。

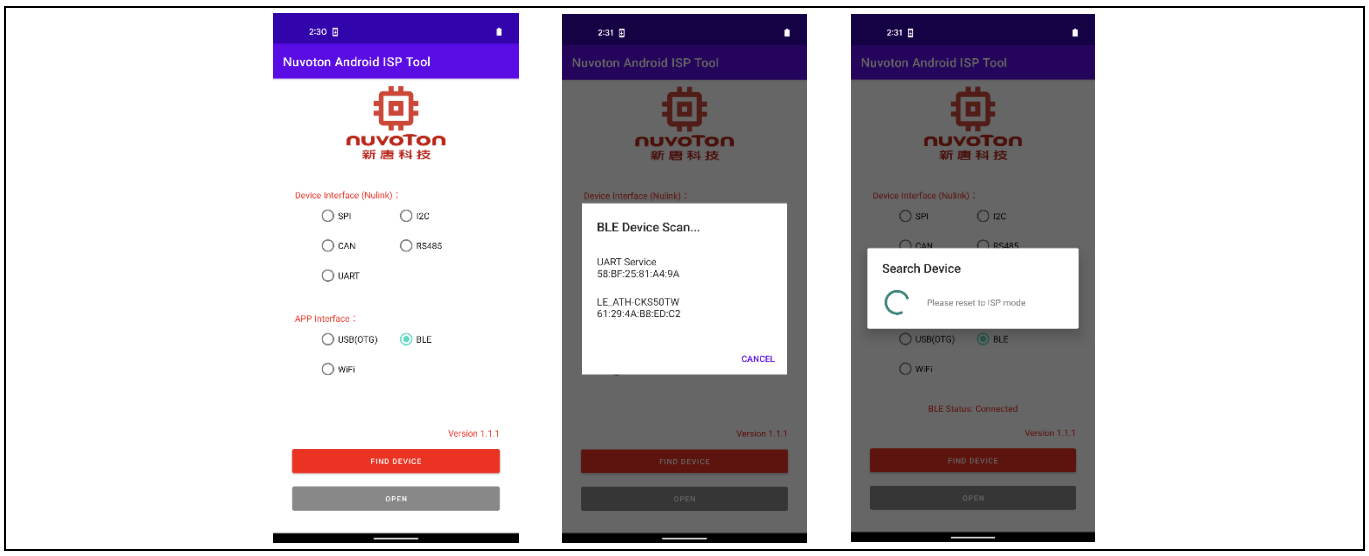


图 1-3 ISPTool APP 连接 M031

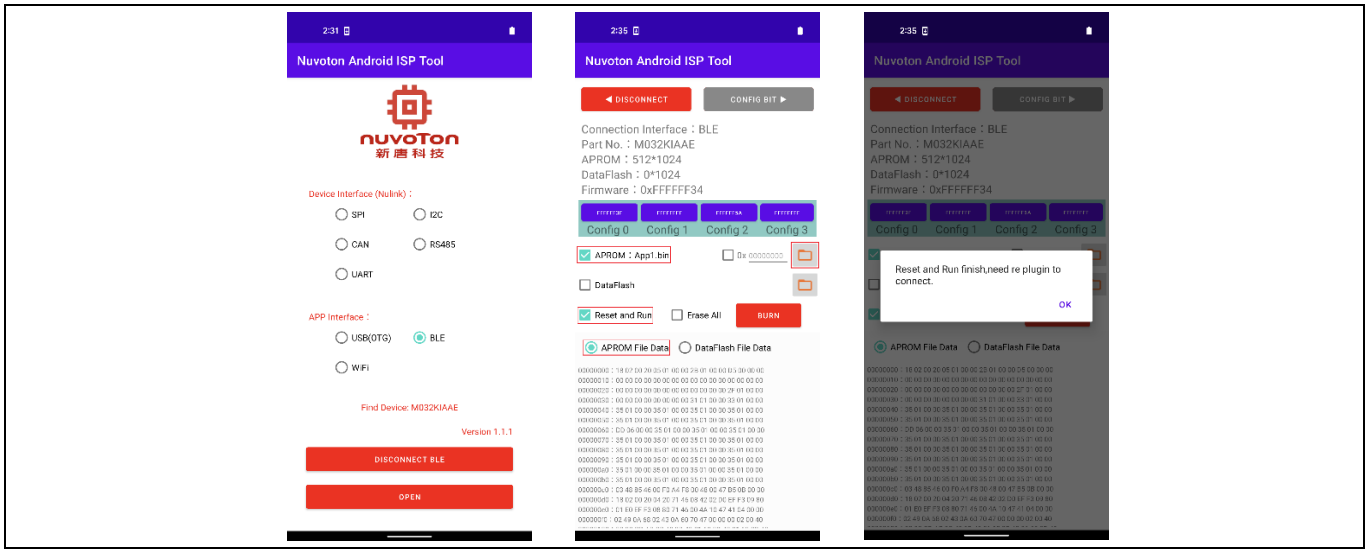
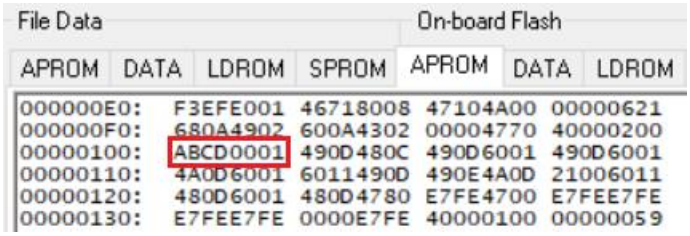


图 1-4 烧录代码并执行新固件

1.2 执行结果

固件 APP0 和 APP1 的地址 0x100 处有固件的版本信息如图 1-5 所示。

固件APP0的版本



固件APP1的版本

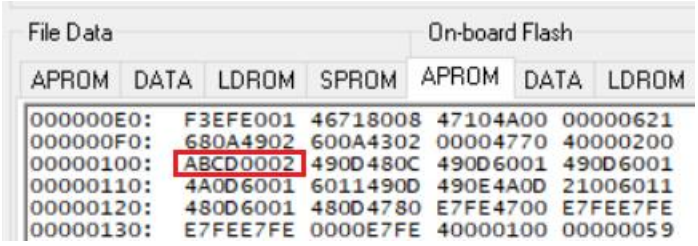


图 1-5 固件版本

如果用户不更新固件，本范例代码将执行 Bank0 固件。结果如图 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
```

图 1-6 Bank0 固件执行结果

更新新固件后，PC UART 会打印出 Bank1 固件的执行结果，如图 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
```

图 1-7 Bank1 固件执行结果

2. 代码介绍

IAP bootloader 主程序设置系统频率和 UART 功能，并使用 UART 接口与 ESP32 BLE 模块的通信以便更新固件。程序判断哪个 APROM bank 的固件版本是最新的，并将其设置为活动 bank。当 ISPTooL APP 通过 BLE 模块连接到 bootloader 程序时，bootloader 程序将擦除 APROM 的非活动 bank 来更新新的固件。如果用户不需要更新固件，M031 将根据活动 bank 调用 RemapBank() 函数来切换 APROM bank0 或 bank1 地址中的固件。

```
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);
}
```

以下程序判断哪个 APROM bank 的固件版本是最新的，并将其设置为活动 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. 软件与硬件需求

3.1 软件需求

- 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 硬件需求

- 电路组件
  - NuMaker-M032KI V1.0
- 示意图
  - 将 UART0 TX (PB.13) pin 脚连接到 ESP32 RX pin 脚，UART0 RX (PB.12) pin 脚连接到 ESP32 TX pin 脚。

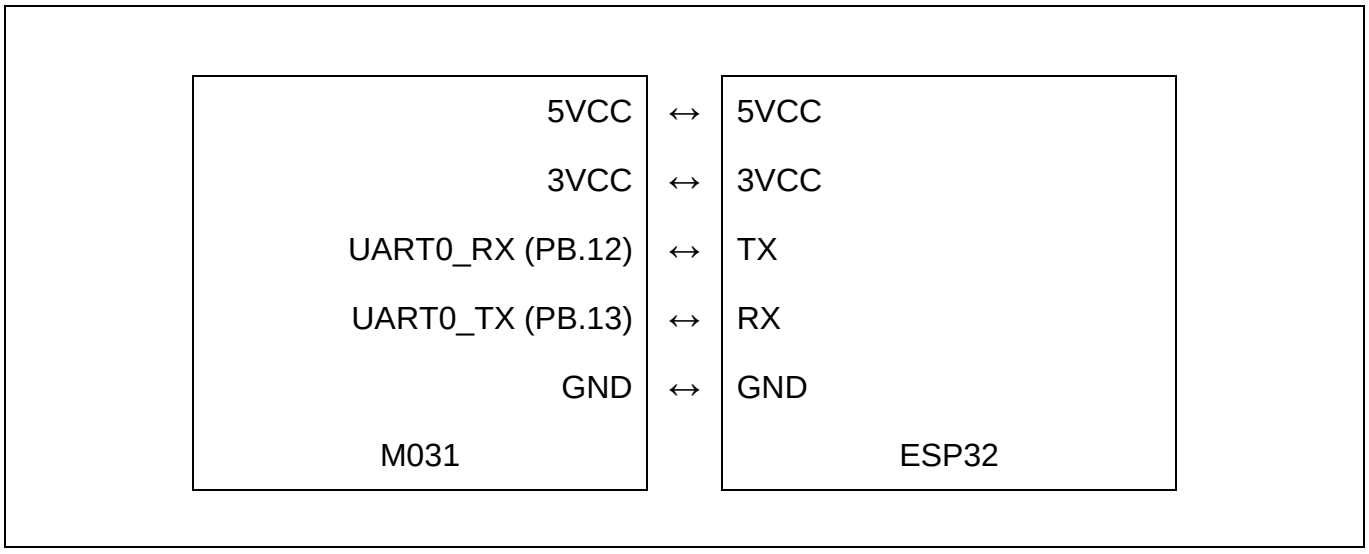


图 3-1 系统连接图

4. 目录信息

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

图 4-1 目录信息

5. 范例程序执行

1. 根据目录信息章节进入 ExampleCode 路径中的 KEIL 文件夹，双击 *M031_Bootloader_to_Upgrade_APROM_through_BLE_Module.uvproj*。
2. 进入编译模式界面
   - 编译
   - 下载代码至内存
   - 进入 / 离开仿真模式
3. 进入仿真模式界面
   - 执行代码

6. 修订纪录

Date	Revision	Description
2022.12.08	1.00	初始发布。

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.