

OPL1000

ULTRA-LOW POWER 2.4GHZ WI-FI + BLUETOOTH SMART SOC

SDK Development Guide



OPULINKS

<http://www.opulinks.com/>

Copyright © 2017-2018, Opulinks. All Rights Reserved.

OPL1000-SDK-development-guide-R01 | Version V01

Date	Version	Contents Updated
2018-05-11	0.1	Initial Release

TABLE OF CONTENTS

1. 介绍 1

1.1. 文档应用范围 1

1.2. 缩略语 1

1.3. 参考文献 1

2. OPL1000 SDK 软件包 2

2.1. 目录结构 2

2.2. SDK 发布包使用 5

3. 应用程序开发流程 7

3.1. IDE 在线调试开发模式 7

3.2. 串口调试开发模式 8

4. 嵌入式操作系统 9

5. 外设参数配置 11

6. 应用开发基本配置 14

6.1. Keil uVision 工程配置 14

6.2. 工程预览 15

6.3. Main 函数入口 16

7. 应用举例 – WIFI+外设配置应用 17

7.1. 开发目标 17

7.2. 基于已有例程创建工程 17

7.3. 完善工程配置 18

7.4. 代码实现 19

7.5. 测试执行结果 20

LIST OF FIGURES

Figure 1:OPL1000 SDK _____ 2

Figure 2: IDE 在线开发模式 _____ 7

Figure 3: 串口调试开发模式 _____ 8

Figure 4: CMSIS RTOS 架构 _____ 9

Figure 5: 外设配置 _____ 11

Figure 6: IO 关系 _____ 12

Figure 7: Device 选择 _____ 14

Figure 8: Scatter File _____ 15

Figure 9: debug 标签 _____ 15

Figure 10: hello world 工程源码结构 _____ 16

Figure 11: 工程结构 _____ 18

LIST OF TABLES

Table 1: OPL1000 SDK 软件第一级目录文件及其功能_____ 3

Table 2: Fw_Binary 目录下文件列表 _____ 3

Table 3: SDK 目录下模块功能 _____ 4

Table 4: Example 目录下示例工程实现的功能_____ 5

Table 5: IO 关系 _____ 11

Table 6: 地址表 _____ 14

Table 7: UART0 参数配置 _____ 17

1. 介绍

1.1. 文档应用范围

本文档介绍如何在 OPL1000 SDK 软件上基于内嵌 M3 MCU 开发应用程序。内容包括：SDK 软件模块的功能介绍，如何基于 SDK 提供的例程移植并开发应用程序。

1.2. 缩略语

Abbr.	Explanation
APP	APPLication 应用程序
CMSIS	Cortex Microcontroller Interface Standard Cortex 微控制器接口规范
DEVKIT	DEvelopment Kit 开发板
EVB	Evaluation Board 评估板
FW	FirmWare 固件，处理器上运行的嵌入式软件

1.3. 参考文献

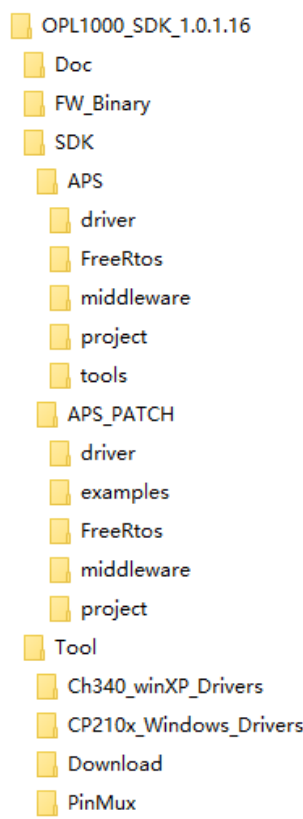
- [1] OPL1000-DEVKIT-getting-start-guide-R01.pdf
- [2] CMSIS-RTOS 介绍 <http://www.keil.com/pack/doc/CMSIS/RTOS/html/index.html>
- [3] OPL1000-patch-download-tool-user-guide-R01.pdf
- [4] OPL1000-pinmux-tool-user-guide-R01.pdf
- [5] OPL1000-SDK-getting-start-guide-R01.pdf
- [6] OPL1000-WIFI-BLE-API-guide-R01.pdf
- [7] OPL1000-AT-instruction-set-R01.pdf

2. OPL1000 SDK 软件包

2.1. 目录结构

OPL1000 SDK 软件包含若干层级目录，在本章节中仅介绍三个层级目录，显示了 SDK 发布包的三级目录层级结构。

Figure 1:OPL1000 SDK



第一层目录下包含的文件以及其功能如表 Table 1 所示。

Table 1: OPL1000 SDK 软件第一级目录文件及其功能

编号	目录名	说明
1	FW_Binary	存放 M0 和 M3 Patch 固件，以及固件合并使用的脚本文件。
2	SDK	存放 SDK 的 include 文件，部分源码，Patch lib 文件和示例代码。
3	Tool	存放管脚复用(Pin-Mux) 设置工具和固件下载工具。串口驱动程序。
4	Doc	存放 SDK API 使用说明文档，用户应用程序编译和开发指南文档等。
5	Release_Notes.md	SDK 软件发布说明文件，列出更新事项和本发布包支持的功能、特性等。

Fw_Binary 目录下包含本发布包所包含的 M3，M0 固件补丁 Bin 文件和合并脚本文件。注意随 SDK 软件版本不同，M0 的固件补丁 Bin 文件个数会有所变化。合并脚本文件 PatchData.txt 和发布的 Bin 文件有对应关系。用户在使用 download tool 下载固件时，一定要使用同一版本发布的合并脚本文件。

Table 2: Fw_Binary 目录下文件列表

编号	文件名	说明
1	opl1000_app_m3.bin	OPL1000_M3_Patch.Bin 文件。其中包含 WIFI/BLE AT Command。用户如果在 M3 上开发应用程序，产生的 M3 bin 文件会覆盖该文件。
2	opl1000_m0_IRAM1.bin	OPL1000 M0 在 IRAM1 位置区域的 Patch Bin 文件。如果要使用 opl1000_app_m3.bin 所提供的功能或者自己开发的 M3 应用程序，需要将 M0 的三个 Patch Bin 文件连同 opl1000_app_m3.bin 一起合并下载到外部 Flash 中，OPL1000 复位后从 Flash 中载入合并的 Bin 文件。
3	opl1000_m0_IRAM2.bin	OPL1000 M0 在 IRAM2 位置区域的 Patch Bin 文件。
4	opl1000_m0_IRAM3.bin	OPL1000 M0 在 IRAM3 位置区域的 Patch Bin 文件。
5	PatchData.txt	M3,M0 Bin 文件合并脚本文件。它用于定义如何将 M3，M0 的若干 Bin 文件合并到一个固件文件。它被 Download Tool 的 Pack 功能所调用。

SDK 目录下的两级子目录包含的功能模块如表 Table 3 所述。

Table 3: SDK 目录下模块功能

编号	第一级目录名	第二级目录名	说明
1	APS	driver	OPL1000 外设驱动
2		FreeRtos	FreeRTOS 移植源码
3		middleware	包括旺凌和第三方（如 Lwip,fatfs,tinycrypt 等）提供的中间件，例如 WIFI、BLE 的协议、AT 指令、控制层等。
4		project	包含用于产生 M3 固件补丁库的工程文件
5		tools	保存两个文件：（1）将 bin 文件转成 Hex 的 srec_cat.exe 工具（2）用于自动生成工程文件中头文件定义的 SVN 版本号 subwcrev.exe 工具。
1	APS_PATCH	driver	OPL1000 外设驱动的补丁程序，当 ROM_CODE 中的外设驱动不需要打补丁时，则其对应的目录是空的。
2		examples	包含各种示例代码，包括 WIFI、BLE、外设、AT 指令等应用举例。
3		FreeRtos	FreeRTOS 应用的补丁程序
4		middleware	中间件的补丁程序
5		Project	与 APS 目录下的 Project 相对应，工程文件的补丁程序

由于 APS 和 APS_PATCH 存在同名的目录，这里需要表明的是，APS 目录下源码已经被编译和烧录到 OPL1000 的 rom，提供 APS 源码只供用户参考，不可修改。APS_PATCH 目录下对应 APS 同名目录为 SDK 提供的 ROM 补丁代码。

在 SDK\APS_PATCH\examples 目录下提供的示例文件，用户可以根据提供的示例工程根据自己的需要移植开发自己的应用程序。

这些示例工程所实现的功能如表 Table 4。

Table 4: Example 目录下示例工程实现的功能

编号	第一级目录	第二级目录	说明
1	bluetooth	ble_adv	BLE Slave 设备发广播
2		blewifi	使用 BLE 完成 SSID 获取和 WIFI 连接功能
3		gatt_client	GATT Client 功能演示
4		gatt_server	GATT Server 功能演示
5		gatt_server_service_table	GATT Server 服务表功能演示
6	get_started	blink	控制 LED 灯闪烁功能演示
7		hello_world	打印 Hello World 字符串输出
8	wifi	Wpa2_station	AP 为 WPA2 加密模式，OPL1000 作为 WIFI Station 连接 AP 功能演示
9		Wpa2_station_gpio	在 wpa2_station 示例基础上添加 GPIO 外设的使用

2.2. SDK 发布包使用

用户在拿到 SDK 发布包后，可以通过如下步骤了解 OPL1000 功能，并在 SDK 提供的示例工程上根据需
要选择合适的例程开发自己的应用程序。

Step 1: 了解 DevKit 使用和用户 APP 开发过程

首先建议用户阅读和两篇文档，了解以下两点：

- (1) 在 DEVKIT 板上开发和编译应用程序的流程，知道如何将最新发布的固件下载更新 OPL1000
DEVKIT 板上。
- (2) OPL1000 SDK 包的目录结构、提供的功能，用户 APP 工程文件设置，以及如何基于已有示例工
程开发自己的应用。

Step 2: 使用 Pin-Mux 和 Download 工具软件

一般地 IOT 应用都会使用到 OPL1000 的外设资源。OPL1000 提供 SPI，I2C, UART, PWM, GPIO 和 AUX
ADC 等外设。这些外设可以在 OPL1000 开放的 16 根 GPIO 管脚上进行分配和定义。用户可以根据自己
的需要使用 Pin-Mux 工具分配管脚功能并定义外设工作模式。

用户开发的应用程序最终编译为 M3 上执行的固件程序，它需要和厂商提供的 M0 Bin 文件合并为一个固件补丁程序，然后下载到 Flash 中，上电后载入到 RAM 中执行。因此用户需要掌握 Download tool 使用。

这两个工具的使用手册可以通过点击软件界面提供的“use manual”按钮打开。同时在 Doc 目录下也提供 PDF 版本的帮助文件。

Step 3: 运行 AT 命令或者编译执行示例工程评估使用 OPL1000

通过 DEVLKIT 的 AT 串口可以发出 AT 命令，控制 OPL1000 完成特定的 WIFI，BLE 功能。具体可以参考参考文献[7]文档。用户也可以直接编译 SDK 提供的示例代码，下载到 OPL1000 中执行。第二种评估方法便于用户了解底层提供的 API 功能，如何调用 API 实现特定功能。API 函数的介绍可参考文献[6]。

Step 4：基于示例工程移植并开发应用程序

如 2.1 章节所述 SDK 提供了若干示例工程，用户可以根据自己的需要选择其一或者若干，进行裁剪、合并等移植开发自己的应用程序。具体流程可参考本文档第 4 章、第 5 章介绍。

3. 应用程序开发流程

有两种应用开发模式，一个是使用 SWD 调试口的 IDE 在线调试模式，另一种是离线的通过串口打印调试模式。前者适用于开发初期应用程序尚不成熟阶段，后者适用于应用程序相对成熟，执行流程相对复杂的情况。

3.1. IDE 在线调试开发模式

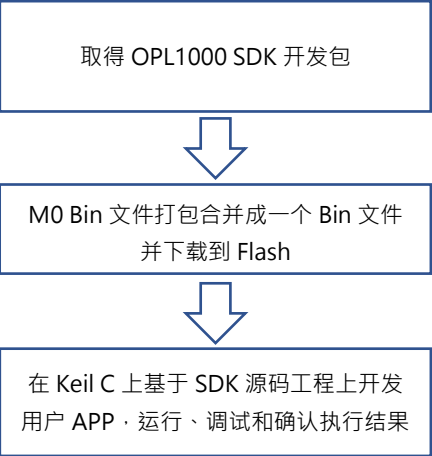
IDE 在线调试开发模式包括以下 4 个步骤：

- 1. 从原厂拿到 OPL1000 SDK。
- 2. 将 SDK FWBinary 目录下 M0 Bin 文件 (opl1000_m0_IRAM1.bin , opl1000_m0_IRAM2.bin , opl1000_m0_IRAM3.bin) 按照参考文献[3]说明打包成一个 Bin 文件并下载到 Flash 中。
- 3. 在 Keil C 环境基于 SDK 开发用户 APP。
- 4. 在 Keil C 环境下，在线仿真运行、调试，通过 IDE 检查变量值或者 APS 串口打印确认执行结果。注意此时 M3 固件并没有下载到 flash 中，代码仅仅在 RAM 中执行，掉电后会丢失。

这四个步骤可以用

Figure 2 表示。

Figure 2: IDE 在线开发模式





OPL1000 执行用户 APP，通过 APS 串口打印或者检查参数值确认执行结果

3.2. 串口调试开发模式

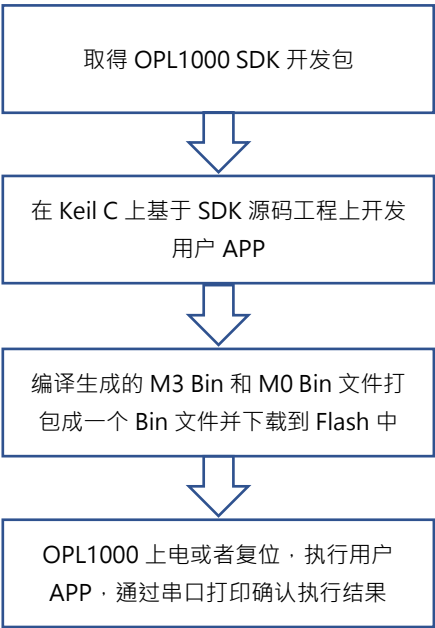
串口调试开发模式也包含 5 个步骤。

- 1. 从原厂拿到 OPL1000 SDK。
- 2. 在 Keil uvision 上开发用户 APP，开发过程可以完全独立于 DEVKIT 板。
- 3. 源码开发完成，编译获得 M3 Bin 文件。
- 4. 将 SDK 软件包的 FWBinary 目录下 M0 Bin 文件（如 opl1000_m0_IRAM1.bin、opl1000_m0_IRAM2.bin、opl1000_m0_IRAM1.bin）和用户开发的 M3 bin 文件按照参考文献[3]说明打包成一个 Bin 文件并下载到 Flash 中。
- 5. OPL1000 上电或者复位，执行用户 APP，通过串口 log 信息确认执行结果。

整个过程如

Figure 3 所示。

Figure 3: 串口调试开发模式

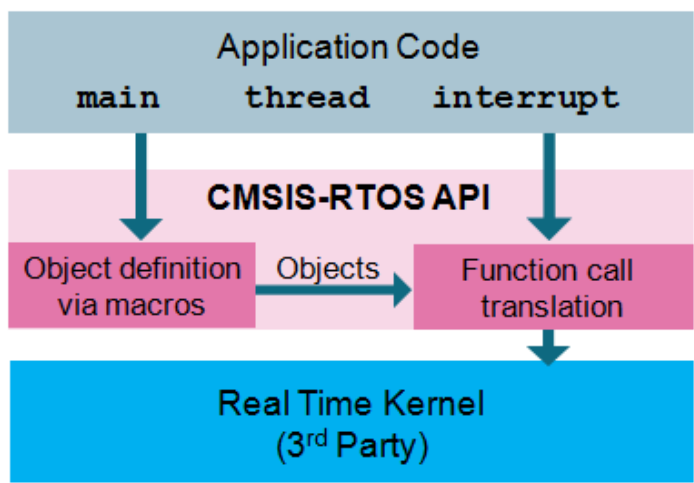


4. 嵌入式操作系统

OPL1000 软件的多任务操作系统底层采用 FreeRTOS 嵌入式操作系统，上层使用 CMSIS-RTOS API 对 FreeRTOS 封装，CMSIS 定义了基于 Cortex-M 构架的微控制器标准的 RTOS API。CMSIS RTOS API 提供基于 RTOS 开发的接口，CMSIS RTOS API 不依赖于硬件层的标准接口，支持代码重复使用，降低开发者在不同实时嵌入式操作系统之间的学习成本，其设计理念如图

Figure 3 所示。

Figure 4: CMSIS RTOS 架构



SDK 目前提供的 CMSIS RTOS 接口有以下部分：

- Thread
- Timer
- Mutex
- Semaphore
- Memory Pool
- Message Queue

如果需要更详细的了解 CMSIS-RTOS，请参考参考文献[\[2\]](#)查询 CMSIS-RTOS API Version 1 相关内容。

注意虽然 Keil PACK 已经集成了 CMSIS RTOS 的功能，但我们不需要从 Keil PACK 里面导入 CMSIS RTOS，因为 OPL1000 SDK 已经包含了 CMSIS RTOS 相关源码，如果从 Keil PACK 导入 CMSIS RTOS，可能会因为版本不同引起冲突。

5. 外设参数配置

OPL1000 的 GPIO 可以根据用户的使用场景灵活复用，在使用 GPIO 时，首先需要使用 PinMux 工具配置 OPL1000 外设的对应的 GPIO。以 UART 为例，首先使用 SDK 提供的 PinMux 工具在 UART 选项里使能 UART0 和 UART1，配置波特率、停止位等参数。

Figure 5: 外设配置

IO

UART

SPI

I2C

PWM

AUX/ADC

GPIO

☒ Enable UART0

☒ Normal

☐ Flow Control

Baud Rate

115200

Data Bits

DATA_BIT_8

Stop Bit

STOP_BIT_1

Parity

PARITY_NONE

☒ Enable UART1

☒ Normal

☐ Flow Control

Baud Rate

115200

Data Bits

DATA_BIT_8

Stop Bit

STOP_BIT_1

Parity

PARITY_NONE

设置完参数以后，切换到 IO 选项，配置 IO 为下列对应关系


Table 5: IO 关系

外设	IO
UART0_TX	IO2
UART0_RX	IO3
UART1_TX	IO4
UART1_RX	IO5

配置完成以后状态如下图：

Figure 6: IO 关系

IO		UART	SPI	I2C	PWM	AUX/ADC	GPIO										
	pin	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7	IO8	IO9	IO10	IO11	IO18	IO19	IO20	IO21	IO22	IO23
1	UART0_TX	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			
2	UART0_RX		<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
3	UART1_TX			<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	UART1_RX				<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
5																	
6																	

点击 ，便在 PinMux GUI 当前目录下生成 **OPL1000_pin_mux_define.c**，c 源文件中结构体 **OPL1000_periph** 对应 UART 部分已经填充刚才设置的 UART0 和 UART1 的管脚参数和属性参数。

```
T_OPL1000_Periph OPL1000_periph = {
2,{
    {UART_IDX_0,
      OPL1000_IO2_PIN,
      OPL1000_IO3_PIN,
      BLANK_PIN,
      BLANK_PIN,
      115200,
      DATA_BIT_8,
      PARITY_NONE,
      STOP_BIT_1,
      UART_SIMPLE},

    {UART_IDX_1,
      OPL1000_IO4_PIN,
      OPL1000_IO5_PIN,
      BLANK_PIN,
      BLANK_PIN,
      115200,
      DATA_BIT_8,
      PARITY_NONE,
      STOP_BIT_1,
      UART_SIMPLE}
},
};
```

生成映射的源文件 **OPL1000_pin_mux_define.c** 后，将该文件添加进 Keil 工程，在外设初始化代码中调用 **Hal_PinMux_Uart_Init** 函数，传入 UART 结构体参数。

```
void App_Pin_InitConfig(void)
{
    /*UART0 Init*/
    Hal_PinMux_Uart_Init(&OPL1000_periph.uart[0]);
    /*UART1 Init*/
    Hal_PinMux_Uart_Init(&OPL1000_periph.uart[1]);
}
```


该函数从结构体 **OPL1000_periph** 获取配置参数后，便完成 GPIO 的 PinMux 设置和属性参数设置操作。
用户需要配置其它外设与设置 UART 操作步骤相同。

6. 应用开发基本配置

推荐用户开发 APP 基于 Keil uVision 5 IDE 工具开发。本章节介绍基于 Keil uVision 工程配置方法，并结合 Hello_World 示例工程简要说明端口配置，工程文件结构，RTOS 使用等事项。

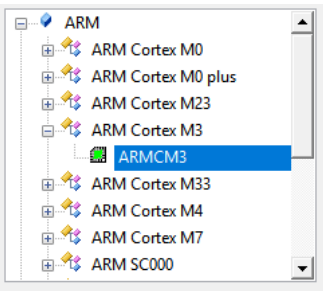
6.1. Keil uVision 工程配置

打开 **hello_world** 示例工程。路径：SDK\APS_PATCH\examples\get_started\hello_world

点击  按钮，配置如下几项。

- 1. Device 默认选择选择 ARMCM3，用户如果新建工程需要注意此处的选择。

Figure 7: Device 选择



- 2. Target 标签设置 OPL1000 的 ROM 地址及大小和 RAM 地址及大小。

Table 6: 地址表

类型	起始地址	SIZE
IROM1	0x0	0xC0000
IRAM1	0x400000	0x50000

- 3. Linker 该标签内不需要选择 **use Memory layout From Target Dialog** 选项。


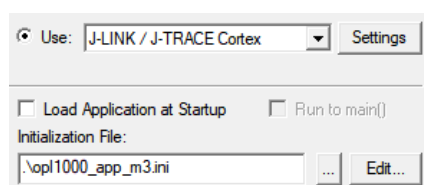
需要设置 Scatter File 文件，如图 Figure 8。点击  按钮可打开该 Scatter File。

Figure 8: Scatter File



4. Debug 标签不选择 **Load Application at Startup** 选项，但是需要设置 **initialization File** 的内容，如图 Figure 9 所示。如果需要了解 ini 内容，点击  打开 ini 文件。

Figure 9: debug 标签



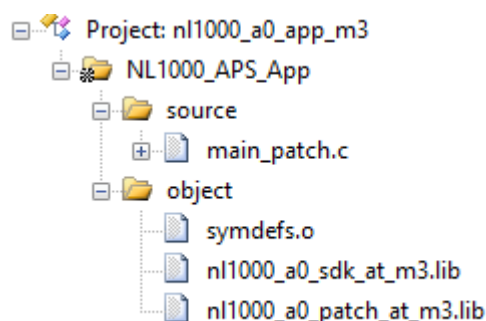
注意：鉴于该 ini 在 patch 代码 和 ROM 代码之间的重要性，不建议修改该文档内容，否则会引起代码无法正常运行的情况。

6.2. 工程预览

前一小节以 **hello world** 为例介绍了 Keil 工程设置方法，本节大致介绍 **hello_world** 工程代码结构。

一个基本工程至少包含这些文件：**main_patch.c**、**sysdefs.o**、**nl1000_a0_patch_at_m3.lib**、**nl1000_a0_sdk_at_m3.lib**。

Figure 10: hello world 工程源码结构



其中 `main_patch.c` 为工程示例代码，`sysdefs.o` 和 `nl1000_a0_patch_at_m3.lib`、`nl1000_a0_sdk_at_m3.lib` 为库文件。

`sysdefs.o` 的目录地址：SDK\APS\project\nl1000\object

`nl1000_a0_patch_at_m3.lib` 和 `nl1000_a0_sdk_at_m3.lib` 的目录地址：

SDK\APS\project\nl1000\Output\Objects

如果用户需要新建自己的工程，请从上述地址添加文件。

6.3. Main 函数入口

打开 `main_patch.c` 文件，快速定位到 `__Patch_EntryPoint(void)` 函数

```
static void __Patch_EntryPoint(void)
{
    // don't remove this code
    SysInit_EntryPoint();
    // application init
    Main_AppInit = Main_AppInit_patch;
}
```

这里 `SysInit_EntryPoint()` 函数已在 ROM 中实现，此处仅调用该函数进行初始化操作，所以禁止修改或移动此函数。接着代码重定义 `Main_AppInit` 入口到 `Main_AppInit_patch` 函数，`Main_AppInit` 是 SDK 留给用户端开发软件的 `main` 函数入口，通过映射 `Main_AppInit` 的入口函数以后，所有的 APP 初始化如外设初始化、创建多任务等都在映射函数 `Main_AppInit_patch` 之内创建。

7. 应用举例 – WIFI+ 外设配置应用

本章节以实现 WIFI 加一个 GPIO 控制为例，说明用户如何基于 OPL1000 SDK 开发一个自己的应用程序。

7.1. 开发目标

假设需要实现如下应用场景：

- OPL1000 作为 STA 连接 AP，连接成功后使用串口 0 打印 字符“UART0:OPL1000 connected!”，拉高 IO4。
 - 断开 STA 和 AP 的连接，串口 0 打印字符“UART0:OPL1000 disconnect!”，拉低 IO4。
- 通过这个例子，用户可以了解如何基于已有的 WIFI 示例工程和外设控制范例实现一个简单应用。

7.2. 基于已有例程创建工程

SDK 已经提供了一个 WIFI STA 基本示例 `wpa2_station`，工程位于：
`SDK\APS_PATCH\examples\wifi` 目录下。在同一目录下复制 `wpa2_station` 文件夹并且重新命名为 `wpa2_station_gpio`。
使用 Pin-Mux Tool 配置 UART0 参数如 Table 所示。

Table 7: UART0 参数配置

属性	参数值
TX	IO2
RX	IO3
波特率	115200
数据位	8 BITS
停止位	1 STOP
奇偶校验	NONE

配置 IO4 参数为 IO4 MODE : GPIO_OUT_PULLUP。

配置完成以后，build 生成 OPL1000_pin_mux_define.c 文件，并把该文件复制到 wpa2_station_gpio 目录下。

注意：PinMux GUI 具体设置方法请参考 4.4“外设参数配置” 章节。

7.3. 完善工程配置




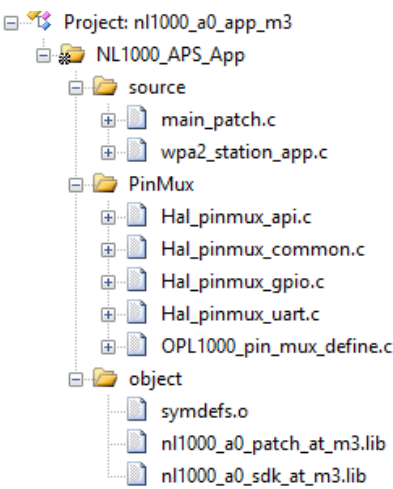



打开 wpa2_station_gpio 目录下的 Keil 工程，选择  按钮，在 Project Items -> Groups 容器中选择 ，新建一个名为 PinMux 的 Group。新建 Group 后，在 PinMux Group 被选中的状态下，点击 ，接着在弹出窗口中依次添加 SDK\APS_PATCH\driver\chip\hal_pinmux 文件夹中的 Hal_pinmux_api.c、Hal_pinmux_common.c、Hal_pinmux_uart.c、Hal_pinmux_gpio.c 以及 wpa2_station_gpio 目录下的 OPL1000_pin_mux_define.c 四个源文件到工程。添加完成以后工程文件树结构如图：

Figure 11: 工程结构



添加文件完成，还需要在设置新添加源码所依赖的头文件地址，选择  按钮，切换到 C/C++ 标签，对应 include paths 项目选择  按钮，并在弹出对话框中新建地址 ，添加 PinMux 所依赖的头文件在 SDK\APS_PATCH\driver\chip\hal_pinmux 到新建的目录中。

7.4. 代码实现

完成前面章节所述步骤后工程配置基本完成，接下来修改工程代码实现。包括 5 个步骤：

1. 在 `wpa2_station_app.h` 添加依赖的头文件

```
#include "Hal_pinmux_uart.h"
#include "Hal_pinmux_gpio.h"
```

在 `main_station_app.c` 新建函数 `App_Pin_InitConfig(void)`。

```
void App_Pin_InitConfig(void)
{
    /*UART0 Init*/
    Hal_PinMux_Uart_Init(&OPL1000_periph.uart[0]);

    /*IO4 Init*/
    Hal_PinMux_Gpio_Init(&OPL1000_periph.gpio[0]);
}
```

2. 把 `App_Pin_InitConfig(void)` 添加到 `Main_AppInit_patch(void)` 中。

```
static void Main_AppInit_patch(void)
{
    // init the pin assignment
    App_Pin_InitConfig();

    // wifi init
    WifiAppInit();
}
```

3. 接下来在 `wpa2_station_app.c` 里面添加如下代码，以便使用 UART0 发送字符串。

```
void uart_printf(E_UartIdx_t port,char data[])
{
    uint8_t index = 0;
    while(data[index] != 0)
    {
        Hal_Uart_DataSend(port,data[index]);
        index++;
    }
}
```

4. 因为需要在 OPL1000 连接到 AP 时用 UART0 打印 "UART0 OPL1000 connected!",并且拉高 IO4，因此需要在 `wifi_event_handler_cb` 函数的 `WIFI_EVENT_STA_CONNECTED` 分支中添加代码：

```
uart_printf(UART_IDX_0," UART0:OPL1000 connected! \r\n");
Hal_Vic_GpioOutput(GPIO_IDX_04,1);
```

并且在 `WIFI_EVENT_STA_DISCONNECTED` 分支中添加代码：


```
uart_printf(UART_IDX_0," UART0:OPL1000 disconnect! \r\n");  
Hal_Vic_GpioOutput(GPIO_IDX_04,0);
```

5. 最后修改 wpa2_station_app.h 里面修改 STA 将要连接的 AP 名称和密码

```
#define WIFI_SSID          "WifiName"  
#define WIFI_PASSWORD     "password"
```

注意:WIFI 相关 API 的头文件路径为：SDK\APS_PATCH\middleware\netlink\wifi_controller_layer

7.5. 测试执行结果

对工程编译并且使用 download tool 工具下载 M3 bin 到 DEVKIT 开发板。复位开发板，OPL1000 将反
复和 AP 连接并断开，同时打印相应的连接信息。使用串口调试工具可以在 UART0 端口看到如下 log：

```
UART0: OPL1000 connected!  
UART0: OPL1000 disconnected!  
UART0: OPL1000 connected!  
UART0: OPL1000 disconnected!  
...
```

至此一个基于 WIFI 示例工程的简单 wifi 应用程序就开发完成了。

CONTACT

sales@Opulinks.com