



GR551x Fault Trace Module应用说明

版本： 1.6

发布日期： 2020-06-30

版权所有 © 2020 深圳市汇顶科技股份有限公司。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得对本手册内的任何部分擅自摘抄、复制、修改、翻译、传播，或将其全部或部分用于商业用途。

商标声明

GOODIX 和其他汇顶商标均为深圳市汇顶科技股份有限公司的商标。本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人持有。

免责声明

本文档中所述的器件应用信息及其他类似内容仅为您提供便利，它们可能由更新之信息所替代。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。

深圳市汇顶科技股份有限公司（以下简称“GOODIX”）对这些信息不作任何明示或暗示、书面或口头、法定或其他形式的声明或担保，包括但不限于针对其使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。GOODIX对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。

未经GOODIX书面批准，不得将GOODIX的产品用作生命维持系统中的关键组件。在GOODIX知识产权保护下，不得暗或以其他方式转让任何许可证。

深圳市汇顶科技股份有限公司

总部地址：深圳市福田区腾飞工业大厦B座2层、13层

电话：+86-755-33338828 传真：+86-755-33338830

网址：www.goodix.com

前言

编写目的

本文档描述GR551x Fault Trace Module应用的作用、原理和使用方法，旨在帮助用户快速使用该模块。

读者对象

本文适用于以下读者：

- GR551x用户
- GR551x开发人员
- GR551x测试人员
- 文档工程师

版本说明

本文档为第3次发布，对应的产品系列为GR551x。

修订记录

版本	日期	修订内容
1.3	2020-03-16	首次发布
1.5	2020-05-30	更新了“3 使用Fault Trace Module”章节中cortex_backtrace.c源文件、初始化模块、使用GProgrammer读取Fault Trace Data描述
1.6	2020-06-30	基于SDK刷新版本

目录

前言.....	1
1 简介.....	1
2 环境搭建.....	2
2.1 准备工作.....	2
2.2 硬件连接.....	2
2.3 串口设置.....	3
3 使用Fault Trace Module.....	4
3.1 导入Fault Trace Module.....	4
3.1.1 添加模块.....	4
3.1.2 使能模块.....	4
3.1.3 初始化模块.....	5
3.2 读取Fault Trace Data.....	5
3.2.1 蓝牙连接读取.....	5
3.2.2 GProgrammer读取.....	8
3.2.3 工程中调用API读取.....	9
3.3 实例展示.....	10
4 模块详解.....	14
4.1 HardFault Data Trace.....	14
4.2 Assert Fault Data Trace.....	15
4.3 蓝牙控制实现.....	17
5 常见问题.....	20
5.1 使用GProgrammer读取Fault Trace Data失败.....	20
5.2 工程中调用API读取Fault Trace Data失败.....	20

1 简介

GR551x Fault Trace Module是一个用于开发阶段辅助定位问题的应用模块。在GR551x的固件运行失常时它可以将某些现场信息（Fault Trace Data）写入到Flash中的NVDS区域，之后通过特定方法从NVDS中导出Fault Trace Data，从而还原现场，帮助定位问题。

GR551X Fault Trace Module支持以下两种场景将Fault Trace Data写入NVDS:

- 当发生HardFault时，将芯片内部寄存器的现场值写入NVDS中。
- 当使用Assert模块断言失败（Assert Fault）时，将现场的函数名、行数、参数名等信息写入NVDS中。

使用Fault Trae Module之前建议阅读表 1-1 所示文档。

表 1-1 文档参考

名称	描述
GR551x开发者指南	GR551x软硬件介绍、快速使用及资源总览
GR551x BLE Stack用户指南	GR551x介绍协议栈各层的基本功能以及Application如何使用协议栈提供的API与协议栈进行交互。
J-Link用户指南	J-Link的使用说明： www.segger.com/downloads/jlink/UM08001_JLink.pdf
Keil用户指南	Keil的详细操作： www.keil.com/support/man/docs/uv4/
Bluetooth Core Spec v5.1	Bluetooth官方标准核心规范5.1： https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification/
Bluetooth GATT Spec	Bluetooth Profile和服务的详细信息： www.bluetooth.com/specifications/gatt
GProgrammer用户手册	GProgrammer软件的操作使用说明

2 环境搭建

本章介绍如何快速搭建GR551x Fault Trace Module应用的运行环境。

2.1 准备工作

- 硬件准备

表 2-1 硬件准备

名称	描述
J-Link工具	SEGGER公司推出的JTAG仿真器，如需更多了解，请访问 www.segger.com/products/debug-probes/j-link/
开发板	GR5515 Starter Kit开发板，简称GR5515 SK板，作为运行了Fault Trace Module的目标设备
连接线	Micro USB 2.0串口连接线
Android Phone	操作系统Android 4.4（KitKat）及以上版本的手机

- 软件准备

表 2-2 软件准备

名称	描述
Windows	Windows 7/Windows 10操作系统
J-Link Driver	J-Link驱动程序，下载网址： www.segger.com/downloads/jlink/
Keil MDK-ARM IDE（Keil）	集成开发环境（IDE），GR551x SDK支持Keil V5.20及以上的版本。 下载网址： https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm
GProgrammer（Windows）	GR551x Programming工具，位于SDK_Folder\tools\GProgrammer
GRUart（Windows）	GR551x串口调试工具，位于SDK_Folder\tools\GRUart
GRTtoolbox（Android）	GR551x BLE调试工具，位于SDK_Folder\tools\GRTtoolbox

说明:

SDK_Folder为GR551x SDK的根目录。

2.2 硬件连接

使用Micro USB 2.0数据线连接GR5515 Starter Kit开发板与计算机。

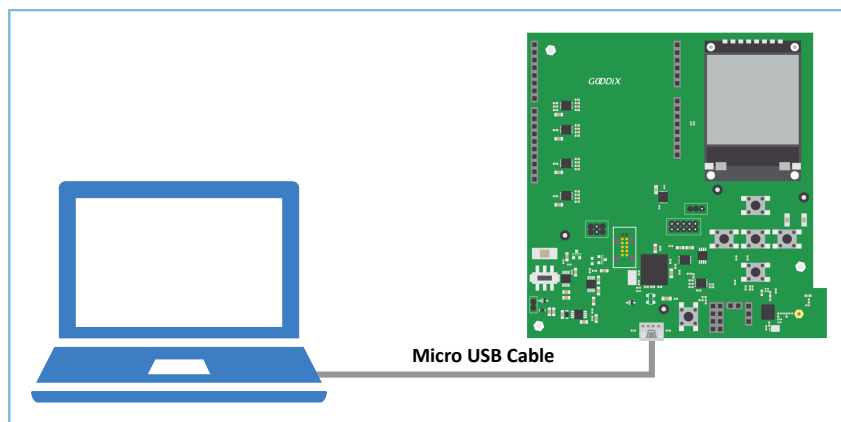


图 2-1 硬件连接示意图

2.3 串口设置

打开GRUart工具后，参照如表 2-3 参数设置串口。

表 2-3 GRUart串口配置参数

PortName	BaudRate	DataBits	Parity	StopBits	Flow Control
需根据实际选择	115200	8	None	1	不勾选

3 使用Fault Trace Module

本章主要介绍GR551x Fault Trace Module的导入以及使用方式，将以ble_app_hrs工程为例。

3.1 导入Fault Trace Module

Fault Trace Module是一个独立的功能模块，在使用前需要在ble_app_hrs工程中添加Fault Trace Module的文件且打开该模块的宏开关。

3.1.1 添加模块

1. 打开ble_app_hrs心率示例工程。

心率示例工程的源代码和工程文件位于SDK_Folder\projects\ble\ble_peripheral\ble_app_hrs，其中工程文件位于Keil_5文件夹。

2. 在ble_app_hrs工程目录添加Fault Trace Module的源文件。

Fault Trace Module源文件位于SDK_Folder\components\libraries\fault_trace和SDK_Folder\components\libraries\app_error。

选中gr_libraries目录点击鼠标右键，选择“Add Existing Files to Group gr_libraries”将fault_trace.c以及cortex_backtrace.c文件手动添加至gr_libraries目录下。添加成功后如图3-1所示：

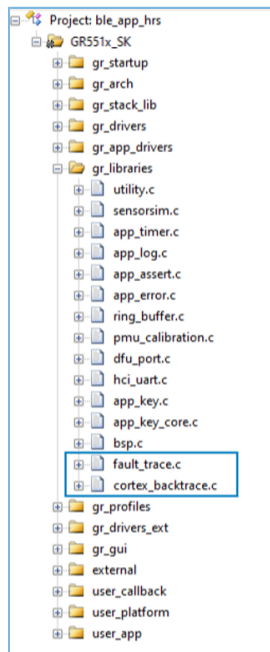


图 3-1 将Fault Trace Module文件添加到工程目录

3.1.2 使能模块

在工程目录中打开user_app/custom_config.h文件，找到关于该模块的宏开关SYS_FAULT_TRACE_ENABLE，将宏SYS_FAULT_TRACE_ENABLE设置为1。

3.1.3 初始化模块

在`user_periph_setup.c`的`app_log_assert_init()`中调用函数`fault_trace_db_init()`完成初始化。

```
static void app_log_assert_init(void)
{
    app_log_init_t log_init;

    log_init.filter.level           = APP_LOG_LVL_DEBUG;
    log_init.fmt_set[APP_LOG_LVL_ERROR] = APP_LOG_FMT_ALL & (~APP_LOG_FMT_TAG);
    log_init.fmt_set[APP_LOG_LVL_WARNING] = APP_LOG_FMT_LVL;
    log_init.fmt_set[APP_LOG_LVL_INFO]   = APP_LOG_FMT_LVL;
    log_init.fmt_set[APP_LOG_LVL_DEBUG]  = APP_LOG_FMT_LVL;

    app_log_init(&log_init, bsp_uart_send, bsp_uart_flush);

    fault_trace_db_init();
}
```

添加、使能、初始化模块，完成对工程的修改后，参考《GR551x开发者指南》将编译好的程序烧录到GR5515 SK板中。

当运行该工程的GR5515 SK板发生HardFault或Assert Fault时，相关现场信息就会被存入到GR551x SoC的NVDS中。除非对Flash进行整片擦除，否则该信息会一直存在。

3.2 读取Fault Trace Data

支持三种方式读取存储在NVDS中的Fault Trace Data:

1. 在手机端使用GRToolbox工具，通过蓝牙连接读取GR5515 SK板的Fault Trace Data。
2. 利用GProgrammer读取GR5515 SK板NVDS中的Fault Trace Data。
3. 在工程中直接调用相关API来读取Fault Trace Data。

说明:

蓝牙连接读取和工程中直接调用API读取的方式，要依赖Fault Trace Module，使用这两种方式读取时，需要确保GR5515 SK板运行的固件中添加并使能了该模块。GProgrammer读取则不需要。

3.2.1 蓝牙连接读取

使用蓝牙连接读取的方式，除了对Fault Trace Module的依赖之外，还必须确保目标设备运行了LNS服务（Log Notification Service）。

若目标设备无LNS服务，则需要在设备运行的`ble_app_hrs`工程中添加LNS服务。

LNS服务源文件位于`SDK_Folder\components\profile\lns`。

在`ble_app_hrs`工程目录中选中`gr_profiles`目录点击鼠标右键，选择“Add Existing Files to Group `gr_profiles`”将`lns.c`文件手动添加至`gr_profiles`目录下。添加成功后如图 3-2所示:

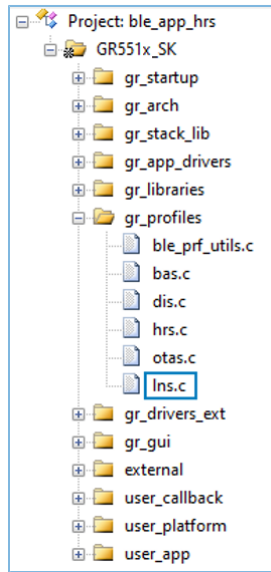


图 3-2 将LNS文件添加到工程目录

将`lns.c`添加到`gr_profiles`目录下后，还需调用初始化函数（`lns_service_init`函数）完成LNS服务的初始化。

说明:

下方代码在SDK中的路径为：`SDK_Folder\projects\ble\ble_peripheral\ble_app_hrs\Src\user\user_app.c`；在示例工程目录中的路径为：`GR5515_SK\user_app\user_app.c`。

```
static void services_init(void)
{
    ...
    lns_service_init(NULL);

#ifdef DFU_ENABLE
    dfu_service_init(NULL);
#endif
}
```

说明:

加粗的代码为`services_init`函数中新添加的的LNS服务初始化函数。

配置好工程后，使用GR5515 Starter Kit开发板运行该工程生成的固件。

1. 在手机端使用GRToolbox连接该开发板之后，可以发现LNS服务“Log Notification Service”，如图 3-3所示。

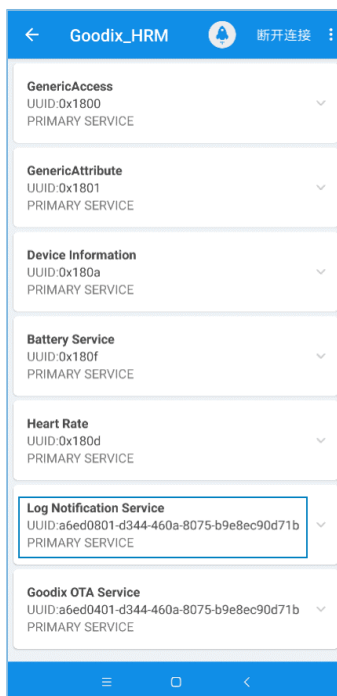



图 3-3 GRToolbox连接开发板后发现LNS服务

2. 点击右上角的  按钮，选择“读取设备日志”，如图 3-4所示：

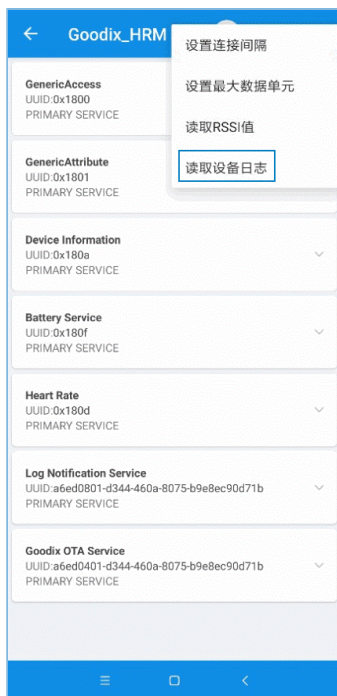


图 3-4 读取设备日志

3. 在弹出的“读取设备日志”弹框中，点击“READ”按钮，即可读取开发板存储的Fault Trace Data。



图 3-5 设备日志读取成功

3.2.2 GProgrammer读取

将PC连接需要读取Fault Trace Data的GR5515 SK板后，运行GProgrammer工具。

在GProgrammer主界面点击  按钮进入“Device Log”界面。

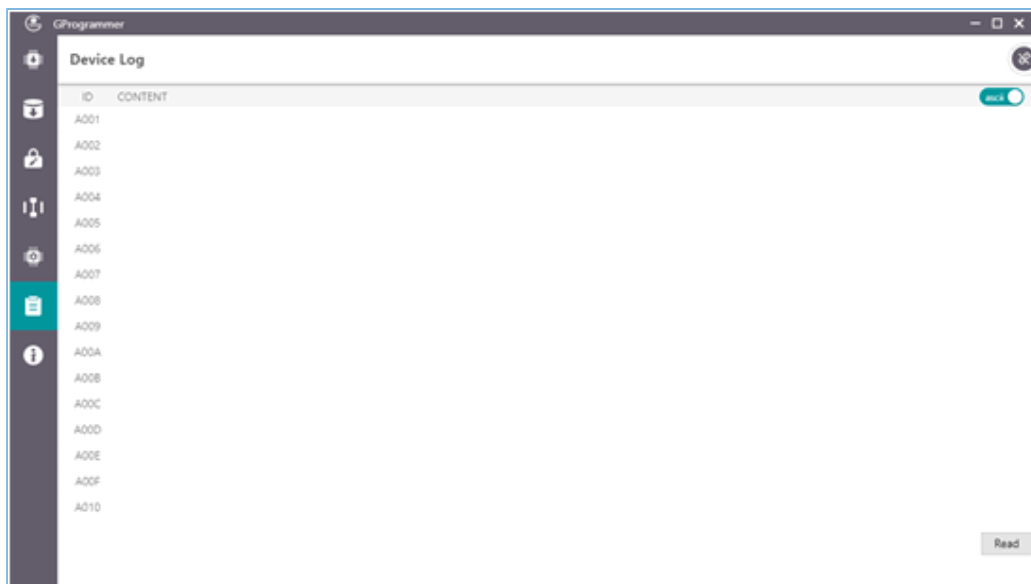


图 3-6 GProgrammer工具Device Log界面

点击芯片配置界面面上的“Read”按钮，就可以读取GR5515 Starter Kit开发板NVDS中的Fault Trace Data。如图 3-7所示：

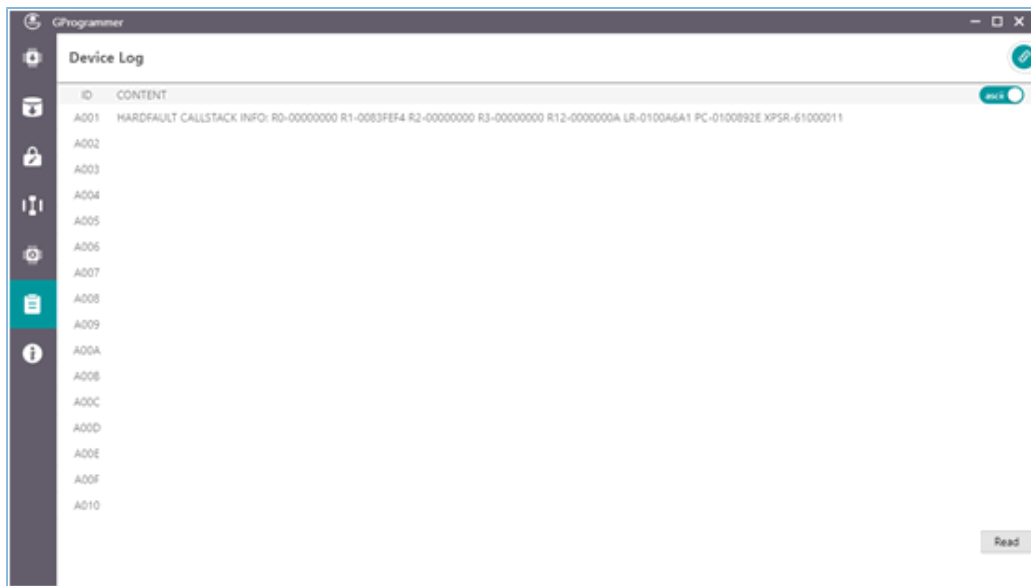


图 3-7 Device Log中的Fault Trace Data

3.2.3 工程中调用API读取

Fault Trace Module提供了读取数据的API，只要在工程中调用相关API，再使用串口输出等方式，就可以得到Fault Trace Data。

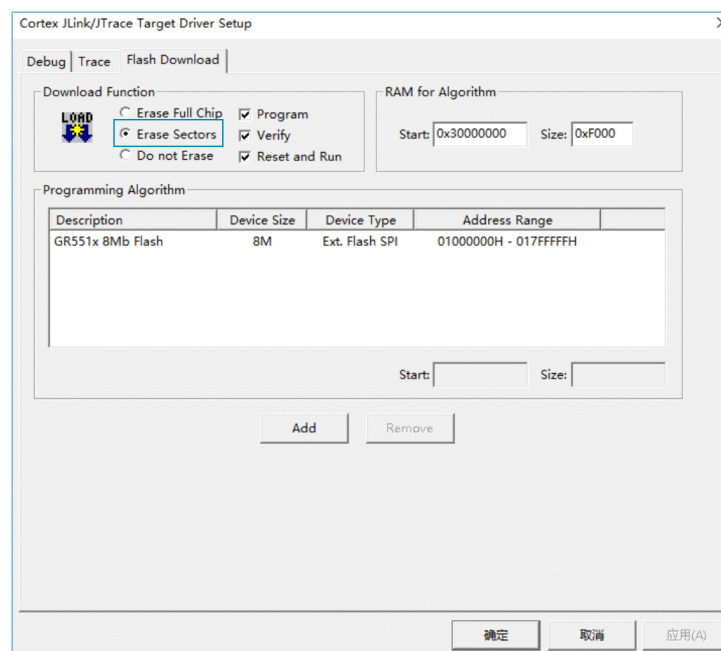


图 3-8 Erase选项设置界面

说明:

如果使用Keil集成环境烧录工程生成的固件，需要将Erase选项设置为“Erase Sectors”，如图3-8所示。如果选择的是“Erase Full Chip”，将会把Flash中NVDS区域里的Fault Trace Data也一并擦除掉。

在工程中调用API读取Fault Trace Data的实现可参考如下代码。

```

sdk_err_t error_code;
uint8_t fault_trace_data[1000] = {0};
uint32_t data_len = 1000;
error_code = fault_db_records_dump(fault_trace_data, &data_len);
APP_ERROR_CHECK(error_code);
for (uint32_t i = 0; i < data_len; i++)
{
    APP_LOG_RAW_INFO("%c", fault_trace_data[i]);
}

```

说明:

需要确保UART模块和APP LOG模块在这读取Fault Trace Data之前已经完成初始化。示例工程中，UART模块和APP LOG模块的初始化一般在app_periph_init()函数中进行，详情可参考《GR551x开发者指南》“4.3.3.1修改主函数”。

使用GRUart串口输出工具得到的Fault Trace Data形式如图3-9所示。

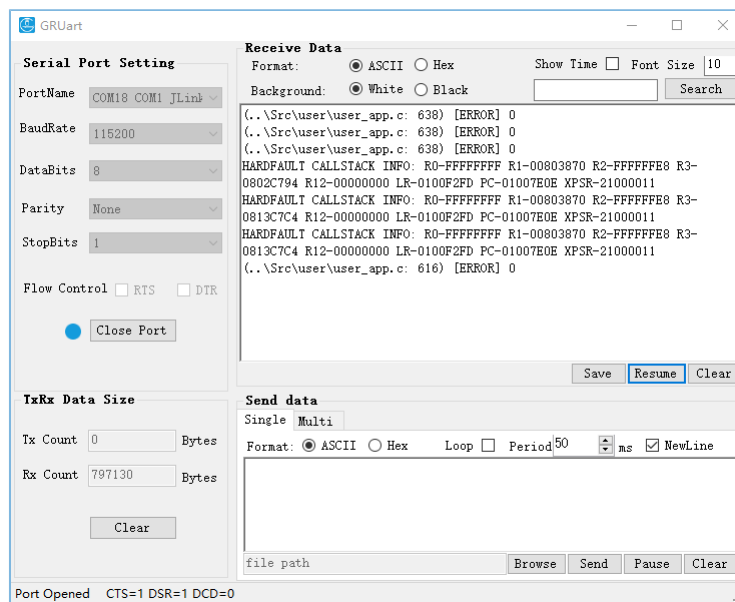


图 3-9 Fault Trace Data串口输出界面

3.3 实例展示

本节以比较常见的HardFault场景为例来展示该模块的作用及有效性。

1. 在ble_app_hrs示例工程代码中添加引起HardFault的代码。

```
static void heartrate_service_process_event(hrs_evt_t *p_hrs_evt)
```

```
{
    sdk_err_t error_code;
    switch (p_hrs_evt->evt_type)
    {
        case HRS_EVT_NOTIFICATION_ENABLED:
            error_code = app_timer_start(s_heart_rate_meas_timer_id,
                                         HEART_RATE_MEAS_INTERVAL, NULL);
            APP_ERROR_CHECK(error_code);

            error_code = app_timer_start(s_rr_interval_meas_timer_id,
                                         RR_INTERVAL_INTERVAL, NULL);
            APP_ERROR_CHECK(error_code);
            APP_LOG_DEBUG("Heart Rate Notification Enabled.");

            //Access illegal address
            *(volatile uint32_t*)(0xFFFFFFFF) |= (1 << 0);

            break;


        ...
    }
}
```

📖 说明:

上方代码在SDK中的路径为: SDK_Folder\components\profiles\hrs\hrs.h; 在示例工程中的路径为: GR5515_SK\gr_profiles\hrs.c。

其中, 加粗部分为添加的引起HardFault的代码。

在打开特征Heart Rate通知的处理模块中增加了一行访问非法地址的代码, 一旦特征Heart Rate通知被Client端打开, 就会引起HardFault异常。

2. 将工程编译生成固件, 下载到GR5515 Starter Kit开发板中。以Debug模式运行该工程, 在添加的引起HardFault的代码位置打上断点, 再在手机端使用GRToolbox连接该开发板, 点击“Heart Rate Measurement”右边的  按钮打开Heart Rate通知。

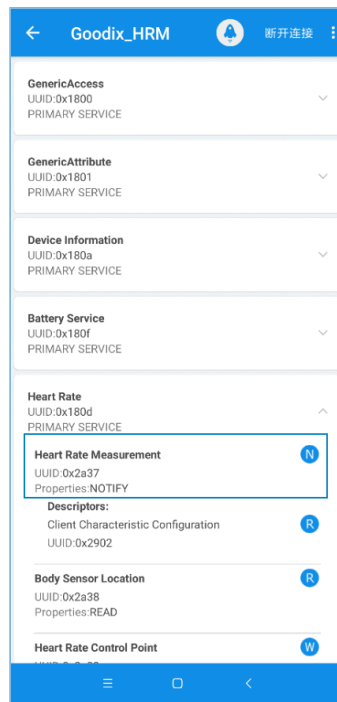


图 3-10 打开Heart Rate通知

如图 3-11所示，工程会在该行代码处停止运行，可以从左侧Register栏观察现场的寄存器值。

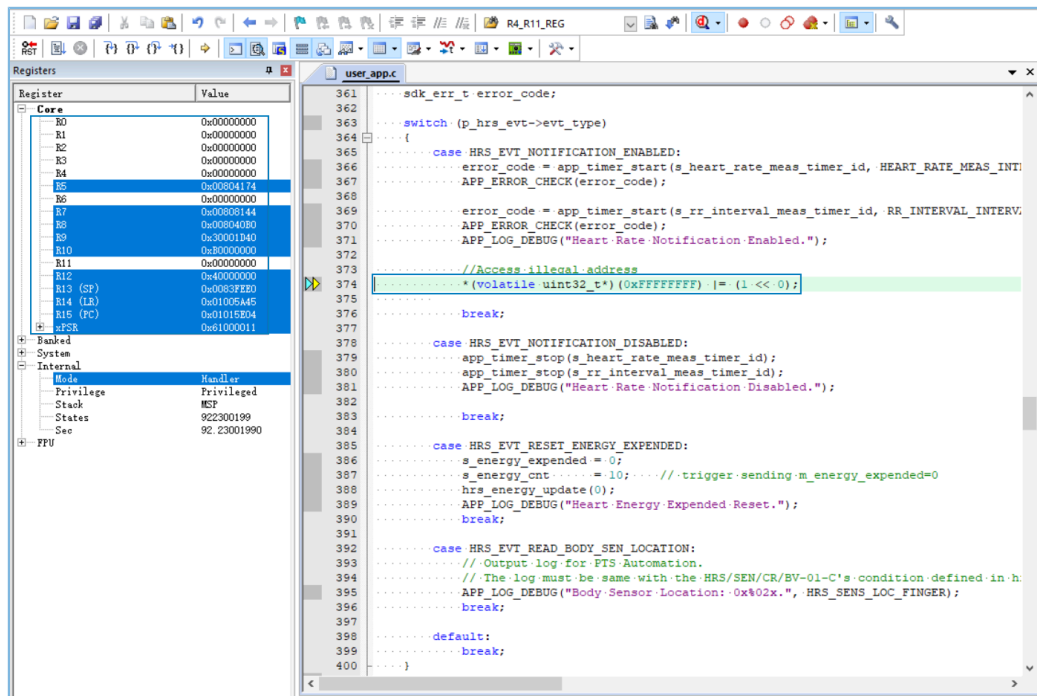


图 3-11 即将发生HardFault的调试界面

3. 按下快捷键F11单步运行，工程进入HardFault异常函数。HardFault前的现场数据将存入NVDS中。

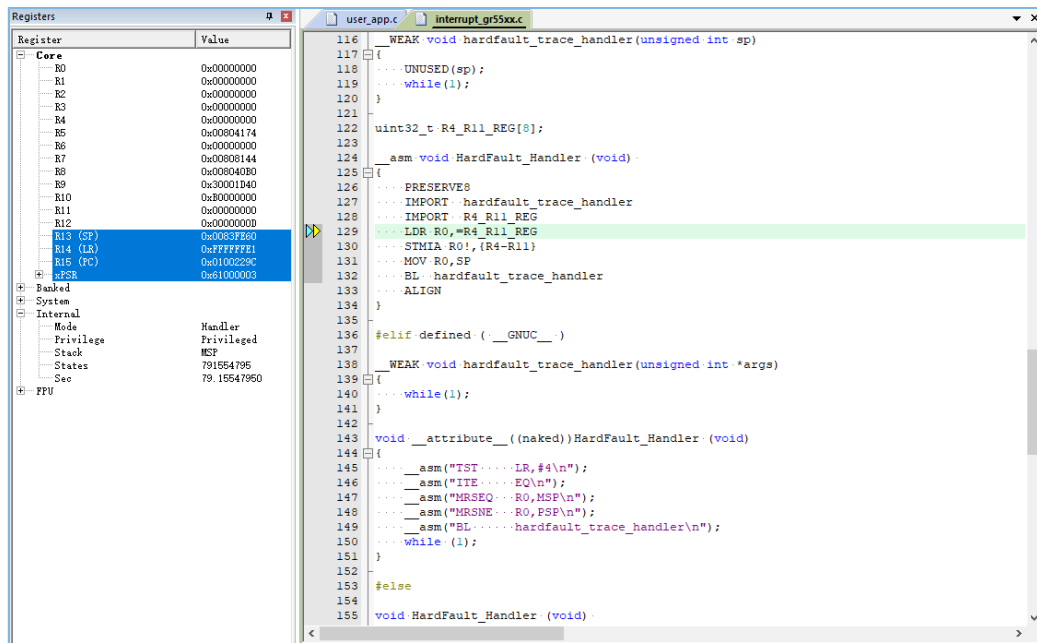


图 3-12 进入HardFault异常函数

- 退出调试模式后重置GR5515 Starter Kit开发板。按照3.2.1 蓝牙连接读取中的方法使用蓝牙连接读取该开发板的Fault Trace Data，得到如下结果：



图 3-13 蓝牙连接读取Fault Trace Data

对比调试界面中和Fault Trace Data中的寄存器值，可以发现两者是完全相同的。说明Fault Trace Module记录的是HardFault现场信息。

4 模块详解

Fault Trace Module的读写实现是基于NVDS系统的一系列API来实现的，本章主要介绍HardFault和Assert Fault的信息追踪实现，以及蓝牙控制模块的实现。

4.1 HardFault Data Trace

当HardFault异常发生时，现场的寄存器PSR、R15（PC）、R14（LR）、R3、R2、R1、R0由处理器硬件控制，被依次压入栈中，并进入异常处理函数HardFault_Handler。

📖 说明:

下方代码在SDK中的路径为：SDK_Folder\toolchain\gr551x\source\interrupt_gr55xx.c；在示例工程目录中的路径为：GR5515_SK\gr_arch\interrupt_gr55xx.c。

```
uint32_t R4_R11_REG[8];

__asm void HardFault_Handler (void)
{
    PRESERVE8
    IMPORT hardfault_trace_handler
    IMPORT R4_R11_REG
    LDR R0,=R4_R11_REG
    STMIA R0!,{R4-R11}
    MOV R0,SP
    BL hardfault_trace_handler
    ALIGN
}
```

在HardFault_Handler中，寄存器R4 ~ R11的HardFault现场值被保存在全局数组R4_R11_REG中。SP指针被赋给R0寄存器，使SP指针作为接下来被调用的函数hardfault_trace_handler的参数。

📖 说明:

下方代码在SDK中的路径为：SDK_Folder\app\components\libraries\fault_trace\fault_trace.c；在示例工程中的路径为：GR5515_SK\gr_libraries\fault_trace.c。

```
void hardfault_trace_handler(unsigned int sp)
{
    unsigned int stacked_r0;
    unsigned int stacked_r1;
    unsigned int stacked_r2;
    unsigned int stacked_r3;
    unsigned int stacked_r12;
    unsigned int stacked_lr;
    unsigned int stacked_pc;
    unsigned int stacked_psr;

    stacked_r0 = ((unsigned long *)sp)[0];
```

```

stacked_r1 = ((unsigned long *)sp)[1];
stacked_r2 = ((unsigned long *)sp)[2];
stacked_r3 = ((unsigned long *)sp)[3];
stacked_r12 = ((unsigned long *)sp)[4];
stacked_lr = ((unsigned long *)sp)[5];
stacked_pc = ((unsigned long *)sp)[6];
stacked_psr = ((unsigned long *)sp)[7];

memset(s_fault_info, 0, FAULT_INFO_LEN_MAX);

sprintf(s_fault_info,
        "HARDFault CALLSTACK INFO: R0-%08X R1-%08X R2-%08X R3-%08X R12-%08X LR-%08X
        PC-%08X XPSR-%08X\r\n",
        stacked_r0, stacked_r1, stacked_r2, stacked_r3, stacked_r12, stacked_lr,
        stacked_pc, stacked_psr);

fault_db_record_add((uint8_t *)s_fault_info, strlen(s_fault_info));

while(1);
}

```

`hardfault_trace_handler`函数根据其参数，即SP指针，从栈中取出存入的寄存器值。并将其写入数组`s_fault_info`中，再调用`fault_db_record_add`函数写入到NVDS中。

HardFault产生的Fault Trace Data形式如下所示：

```

HARDFault CALLSTACK INFO: R0-FFFFFFF R1-00803870 R2-FFFFFFE8 R3-0802C794 R12-00000000
LR-0100F2FD PC-01007E0E XPSR-21000011}

```

分别记录了HardFault现场的R0、R1、R2、R3、R12、R14（LR）、R15（PC）、PSR（XPSR）寄存器值。

说明:

在异常处理函数`HardFault_Handler`中，寄存器R4 ~ R11的HardFault现场值被保存在全局数组`R4_R11_REG`中。用户可根据自身需求，更改`hardfault_trace_handler()`函数，将其一起写入NVDS中。

4.2 Assert Fault Data Trace

断言（Assert）作为一种软件调试的方法，提供了一种在代码中进行正确性检查的机制。SDK中的Assert模块位于`SDK_Folder\components\libraries\app_assert`。

说明:

下方代码在SDK中的路径为：`SDK_Folder\components\libraries\ap_assert\app_assert.h`；在示例工程中的路径为：`GR5515_SK\gr_libraries\app_assert.h`。

```

#define APP_ASSERT_CHECK(EXPR) \
do \
{ \
    if (!(EXPR)) \

```

```

    {
        app_assert_handler(#EXPR, __FILE__, __LINE__);
    }
} while(0)

```

当调用APP_ASSERT_CHECK(EXPR)进行断言，且其参数EXPR值为0时，会调用处理函数app_assert_handler。

说明:

下方代码在SDK中的路径为：SDK_Folder\components\libraries\ap_assert\app_assert.c；在示例工程中的路径为：GR5515_SK\gr_libraries\app_assert.c。

```

void app_assert_handler(const char *expr, const char *file, int line)
{
    if (s_assert_cbs.assert_err_cb)
    {
        s_assert_cbs.assert_err_cb(expr, file, line);
    }
}

```

处理函数中会调用回调函数，将现场信息通过串口输出。

```

/**@brief Assert callbacks.*/
typedef struct
{
    assert_err_cb_t    assert_err_cb;    /**< Assert error type callback. */
    assert_param_cb_t assert_param_cb;   /**< Assert parameter error type callback. */
    assert_warn_cb_t  assert_warn_cb;    /**< Assert warning type callback. */
}sys_assert_cb_t;

```

Assert模块实现了三种回调函数，对应不同的Assert参数格式及现场信息，（具体请参考app_assert源码，位于app_assert.c文件中）。Assert处理函数app_assert_handler中默认设置为调用assert_err_cb函数。用户可根据自身需求更改app_assert_handler函数中的实现，调用其他回调函数。

Assert模块的回调函数都会将现场信息通过串口输出。Fault Trace Module重新实现了Assert模块的三种回调函数（原回调函数的实现为weak函数），将现场信息存储到NVDS区域中，其中回调函数assert_err_cb实现如下。

说明:

下方代码在SDK中的路径为：SDK_Folder\components\libraries\fault_trace\fault_trace.c；在示例工程中的路径为：GR5515_SK\gr_libraries\fault_trace.c。

```

static void assert_err_cb(const char *expr, const char *file, int line)
{
    __disable_irq();

    uint32_t    expre_len    = 0;
    uint32_t    file_name_len = 0;

    file_name_len=(ASSERT_FILE_NAME_LEN < strlen(file)) ?

```

```

        ASSERT_FILE_NAME_LEN:strlen(file);
    expre_len = (ASSERT_EXPR_NAME_LEN < strlen(expr)) ?
        ASSERT_EXPR_NAME_LEN : strlen(expr);

    memset(&s_assert_info, 0, sizeof(assert_info_t));
    memcpy(s_assert_info.file_name, file, file_name_len);
    memcpy(s_assert_info.expr, expr, expre_len);

    s_assert_info.assert_type = ASSERT_ERROR;
    s_assert_info.file_line = line;

    assert_info_save(&s_assert_info);
    while(1);
}

```

assert_err_cb()函数将param实参名、调用APP_ASSERT_CHECK的函数名及路径、行数信息存入结构体，最终调用NVDS的API将其以特定格式存入NVDS中。

Assert Fault产生的Fault Trace Data示例如下所示：

```
(..\Src\user\user_app.c: 638) [ERROR] param
```

表明Assert Fault的位置（..\Src\user\user_app.c: 638）、类型（ERROR）、实参名（param）。

4.3 蓝牙控制实现

通过蓝牙连接来控制GR5515 Starter Kit开发板上的Fault Trace Module，是基于LNS服务（Log Notification Service）实现的。LNS 提供了特定的特征（Characteristic）来完成控制命令的接收及数据发送。

LNS的特征包括Log Information、Log Control Point，如表 4-1 所示。

表 4-1 LNS Characteristic说明

Characteristic	UUID	Type	Support	Security	Properties
Log Information	A6ED0802-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Notify
Log Control Point	A6ED0803-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Write, Indicate

- Log Information：用于发送Fault Trace Data（Notify）。
- Log Control Point：用于接收指令（Write）和返回信息（Indicate）。

下文将通过介绍LNS的具体实现来说明蓝牙控制Fault Trace Module的原理。

说明：

下方代码在SDK中的路径为：SDK_Folder\app\components\libraries\ap_assert\ap_assert.c；在示例工程中的路径为：GR5515_SK\gr_libraries\ap_assert.c。

```

static void lns_write_att_cb(uint8_t conn_idx,
                            const gatts_write_req_cb_t *p_param)
{
    ...
}

```

```

switch (tab_index)
{
    ...
    case LNS_IDX_LOG_CTRL_PT_VAL:
    {
        switch (p_param->value[0])
        {
            case LNS_CTRL_PT_TRACE_STATUS_GET:
                event.evt_type = LNS_EVT_TRACE_STATUS_GET;
                break;

            case LNS_CTRL_PT_TRACE_INFO_DUMP:
                event.evt_type = LNS_EVT_TRACE_INFO_DUMP;
                break;

            case LNS_CTRL_PT_TRACE_INFO_CLEAR:
                event.evt_type = LNS_EVT_TRACE_INFO_CLEAR;
                break;

            default:
                break;
        }
    }
    ...
    if (BLE_ATT_ERR_INVALID_HANDLE != cfm.status && LNS_EVT_INVALID != event.evt_type)
    {
        lns_evt_handler(&event);
    }
}

```

`lns_write_att_cb()`是LNS 被写入的回调函数。Client端向特征Log Control Point写入LNS_CTRL_PT_TRACE_STATUS_GET (0x01)、LNS_CTRL_PT_TRACE_INFO_DUMP (0x02)、LNS_CTRL_PT_TRACE_INFO_CLEAR (0x03)，分别可以引起一种类型的事件 (`event.evt_type`)，并调用注册的事件处理函数`lns_evt_handler()`。

说明:

下方代码在SDK中的路径为：SDK_Folder\components\libraries\ap_assert\ap_assert.c，在示例工程中的路径为：GR5515_SK\gr_libraries\ap_assert.c。

```

static void lns_evt_handler(lns_evt_t *p_evt)
{
    uint8_t trace_log_num = 0;

    switch (p_evt->evt_type)
    {
        case LNS_EVT_TRACE_STATUS_GET:
            trace_log_num = fault_db_records_num_get();
            lns_log_status_send(p_evt->conn_idx, trace_log_num);
    }
}

```

```
        break;

    case LNS_EVT_TRACE_INFO_DUMP:
        lns_log_info_send(p_evt->conn_idx);
        break;

    case LNS_EVT_TRACE_INFO_CLEAR:
        fault_db_record_clear();
        break;
}

if (LNS_EVT_INVALID != p_evt->evt_type && s_lns_env.evt_handler)
{
    s_lns_env.evt_handler(p_evt);
}
}
```

在LNS的事件处理函数中，不同的事件类型将调用对应的功能函数。将Client端向特征Log Control Point的写入值与事件类型联系起来。

- 写入0x01，将调用fault_db_records_num_get()函数和lns_log_status_send()函数，分别实现读取Fault Trace Data的数目及发送该值给对端。
- 写入0x02，将调用lns_log_info_send()函数，读取并发送Fault Trace Data到对端。
- 写入0x03，将调用fault_db_record_clear()函数，清空Fault Trace Data。

如图 3-5所示，GRToolbox界面上的“COUNT”、“READ”、“CLEAR”按键是向Slave LNS服务中的Log Control Point特征写入0x01，0x02，0x03。用户可以通过打开Log Information和Log Control Point特征的通知，再写入对应值，作为另一种等效的操作方案。

5 常见问题

本章描述了在使用Fault Trace Module时，可能出现的问题、原因及处理方法。

5.1 使用GProgrammer读取Fault Trace Data失败

- 问题描述

使用GProgrammer读取Fault Trace Data失败，USER Parameters栏没有读取到信息。

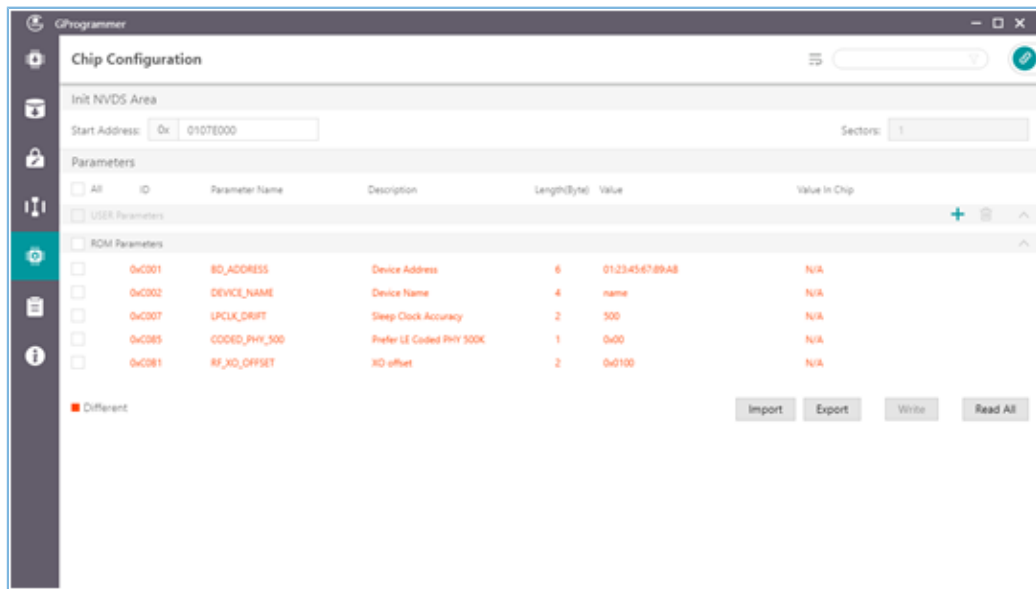


图 5-1 USER Parameters读取失败

- 问题分析

界面上的“Start Address”可能未重新设置，每一次重新启动GProgrammer都需要设置NVDS的Start Address。

- 处理方法

将“Start Address”值设置为“010FF000”。若用户重新分配了NVDS区域，则需要将“Start Address”值设置为对应值。

5.2 工程中调用API读取Fault Trace Data失败

- 问题描述

工程中调用API读取Fault Trace Data失败。且串口工具GRUart上无串口信息输出。若对函数fault_db_records_dump返回值使用APP_ERROR_CHECK检查，串口会有如图 5-2所示输出：

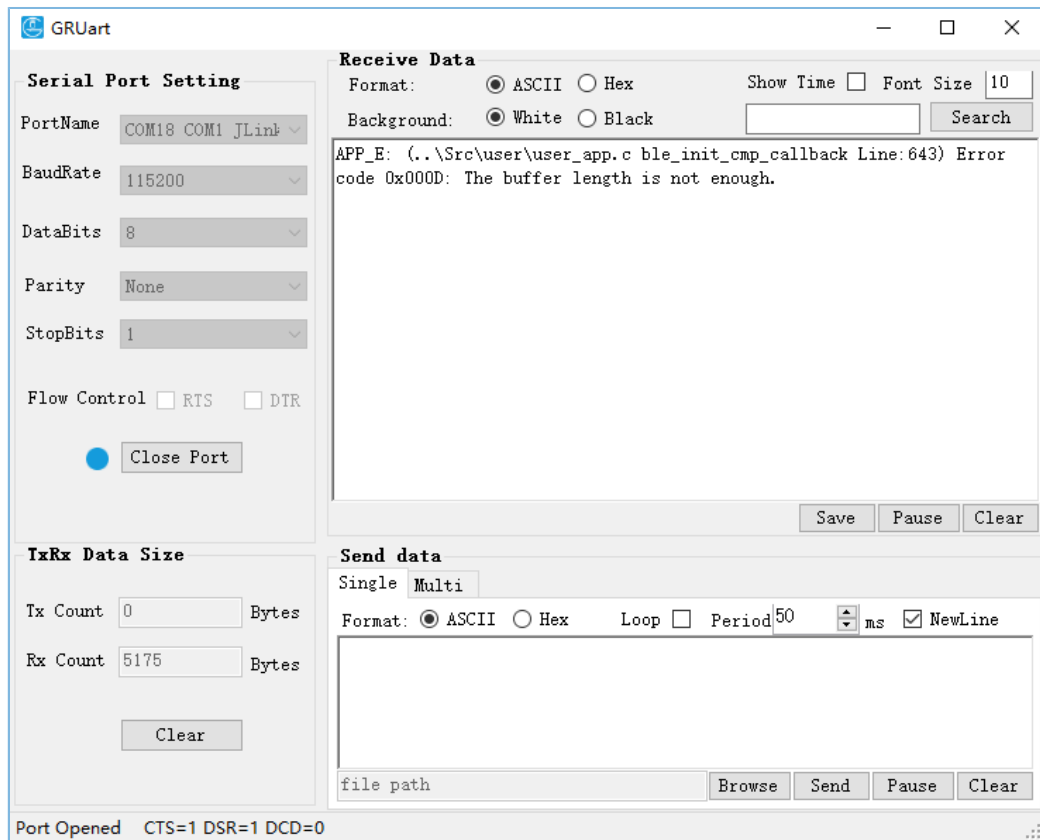


图 5-2 返回值检测失败的串口输出

- 问题分析
用于存放Fault Trace Data的buffer长度不够，导致读取失败。
- 处理方法
增大用于存放Fault Trace Data的Buffer长度。