GR551x BLE Throughput示例手册

版本： **2.0**

发布日期： **2021-08-09**

深圳市汇顶科技股份有限公司

版权所有 © 2021 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，不得暗中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：深圳市福田保税区腾飞工业大厦B座2层、13层

电话：+86-755-33338828　　传真：+86-755-33338099

网址：www.goodix.com

前言

编写目的

本文档介绍如何使用和验证GR551x SDK中的BLE Throughput示例，旨在帮助用户快速进行二次开发。

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
- 开发爱好者
- 文档工程师

版本说明

本文档为第8次发布，对应的产品系列为GR551x。

修订记录

版本	日期	修订内容
1.0	2019-12-08	首次发布
1.3	2020-03-16	更新文档页脚版本时间
1.5	2020-05-30	更新文档页眉图标
1.6	2020-06-30	基于SDK刷新版本
1.7	2020-11-09	更新“测试验证”章节图片
1.8	2020-12-15	更新GRToolbox软件界面截图
1.9	2021-04-20	优化“初次运行”和“应用详解”章节
2.0	2021-08-09	更新“准备工作”章节

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

目录

前言 I
1 简介 1
2 Profile概述 2
2.1 设备角色 2
2.2 吞吐服务（Throughput Service） 2
3 初次运行 4
3.1 准备工作 4
3.2 固件烧录 4
3.3 测试验证 5
3.3.1 开发板与手机间测试 5
3.3.2 Server和Client开发板间测试 8
4 应用详解 10
4.1 BLE THS Server工程目录 10
4.2 BLE THS Client工程目录 10
4.3 运行流程 11
5 串口设置THS参数 12
5.1 扫描设备 12
5.2 连接参数更新 12
5.3 MTU设置 12
5.4 PDU设置 13
5.5 PHY设置 13
5.6 测试模式 13
5.7 测试启停 14

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

1 简介

本文中的BLE Throughput示例演示了链路参数如何影响BLE连接的数据吞吐性能，如连接间隔（Connection Interval）、最大传输单元（MTU）、传输包大小（Data Length）、传输频率（PHY）和发射功率（TX Power）等链路参数。该示例也可验证在各传输模式（Notify、Write或Notify & Write）下，GR551x芯片的BLE数据吞吐性能。

本文将介绍如何使用GR551x SDK中的BLE Throughput示例对GR551x芯片的BLE数据吞吐性能进行验证。

在进行操作前，可参考以下文档。

表 1-1 文档参考

名称	描述
GR551x应用及自定义Sample Service	介绍实现自定义Service的相关知识
GR551x开发者指南	GR551x软硬件介绍、快速使用及资源总览
Bluetooth Core Spec	Bluetooth官方标准核心规范
Bluetooth GATT Spec	Bluetooth Profile和Service的详细信息查看地址：www.bluetooth.com/specifications/gatt
J-Link用户指南	J-Link使用说明：www.segger.com/downloads/jlink/UM08001_JLink.pdf
Keil用户指南	Keil详细操作说明：www.keil.com/support/man/docs/uv4/

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

2 Profile概述

2.1 设备角色

Goodix Throughput Profile定义了以下两种设备角色：

- Throughput Server：发起广播，等待Throughput Client连接，接收来自Client的数据并以Notify方式发送数据至Client。
- Throughput Client：发起连接请求，连接Throughput Server，以Write Without Response方式发送数据至Server并接收来自Server的数据。

2.2 吞吐服务（Throughput Service）

Throughput Server和Throughput Client之间进行Throughput Service的交互，如图 2-1所示。

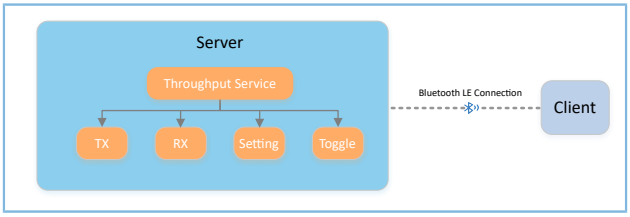

图 2-1 Server和Client之间THS交互

吞吐服务（Throughput Service，THS）是Goodix自定义的Service，用于BLE吞吐测试数据传输与参数设置，其专用128位UUID为A6ED0301-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B。

THS Characteristic包括：

- TX Characteristic：发送数据至Client端。
- RX Characteristic：接收来自Client端的数据。
- Setting Characteristic：接收吞吐测试参数设置信息，如MTU、PHY、TX Power以及Connection Interval等，并将设置结果通知Client。
- Toggle Characteristic：开始或停止吞吐测试。

THS Characteristic的说明如表 2-1 所示。

表 2-1 THS Characteristic

Characteristic	UUID	Type	Support	Security	Properties
TX	A6ED0302-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Notify
RX	A6ED0303-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Write without Response
Setting	A6ED0304-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Notify,Write without Response

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

Characteristic	UUID	Type	Support	Security	Properties
Toggle	A6ED0305-D344-460A-8075-B9E8EC90D71B	128 bits	Mandatory	None	Write without Response

BLE吞吐性能测试有以下三种传输模式：

- Server端单向发送：Server端以Notify方式将TX Characteristic Value发送至Client端。
- Client端单向发送：Client端以Write Without Response方式将RX Characteristic Value发送至Server端。
- Server、Client端双向传输：即以上两个方向数据传输同时存在。

在上述三种传输模式中，Server端接收来自Client端的Setting Characteristic Value进行吞吐性能测试参数设置，并将设置结果通知Client。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

3 初次运行

本章介绍如何使用GR551x SDK中的BLE Throughput（Server端、Client端）示例。

说明:

SDK_Folder为GR551x SDK的根目录。

3.1 准备工作

运行BLE Throughput示例之前，需要完成以下准备工作。

- 硬件准备

表 3-1 硬件准备

名称	描述
开发板	GR5515 Starter Kit开发板（以下简称开发板）2块
数据线	Micro USB 2.0数据线
Android Phone	操作系统Android 4.4（KitKat）及以上版本的手机

- 软件准备

表 3-2 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 MDK5	IDE工具，支持MDK-ARM 5.20 及以上版本，下载网址：www.keil.com/download/product/
GRToolbox（Android）	BLE调试工具，位于`SDK_Folder\tools\GRToolbox`
GProgrammer（Windows）	Programming工具，位于`SDK_Folder\tools\GProgrammer`

3.2 固件烧录

BLE Throughput Server和Client示例工程的源码分别位于：

- `SDK_Folder\projects\ble\ble_peripheral\ble_app_throughput`
- `SDK_Folder\projects\ble\ble_central\ble_app_throughput_c`

用户可使用Gprogrammer直接将*ble_app_throughput_fw.bin*和*ble_app_throughput_c_fw.bin*分别烧录至开发板A作为Throughput Server和开发板B作为Throughput Client。

GProgrammer烧录固件的具体操作方法，请参考《GProgrammer用户手册》。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

说明:

- *ble_app_throughput_fw.bin*位于SDK_Folder\projects\ble\ble_peripheral\ble_app_throughput\build。
- *ble_app_throughput_c_fw.bin*位于SDK_Folder\projects\ble\ble_central\ble_app_throughput_c\build。
- GProgrammer位于SDK_Folder\tools\GProgrammer。

3.3 测试验证

在本文中Bluetooth吞吐性能测试包括两个场景：

- 场景一：开发板A与手机之间的吞吐性能测试。
- 场景二：开发板A和B之间的吞吐性能测试。

3.3.1 开发板与手机间测试

本章节介绍作为THS Server的开发板A与作为THS Client的Android手机间进行BLE THS测试验证。

开发板与手机间测试的具体步骤如下：

1. 开启蓝牙功能。

   开启手机的蓝牙开关，并给开发板A上电。

2. 扫描Goodix THS设备。

   打开手机的GRToolbox APP，点击“应用 > THS”。

   手机扫描发现广播名为“Goodix_THS”的开发板，如下图所示。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

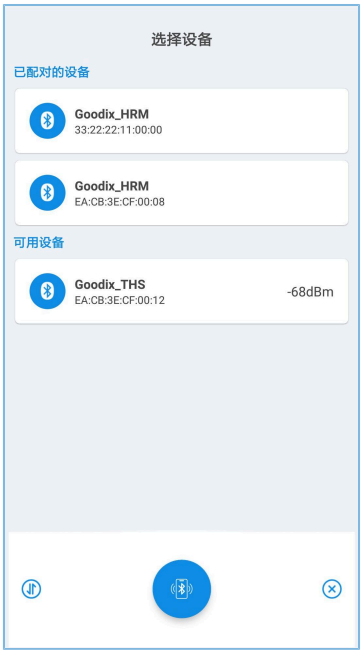

图 3-1 手机端发现Goodix_THS

说明:

本文中GRToolbox的截图仅供用户了解操作步骤，实际界面请参考最新版本GRtoolbox。

---

3. 连接Goodix_THS设备。

   选中并连接“Goodix_THS”，进入Throughput测试界面，如图 3-2所示。

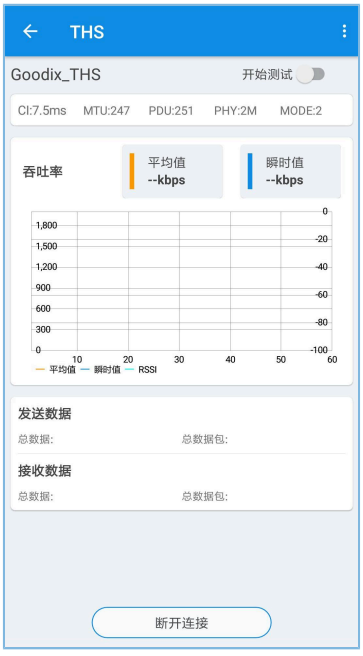

图 3-2 Throughput测试界面

4. 设置测试参数。

   在Throughput测试界面，点击右上角 按钮进入测试参数设置界面，并配置参数，如图 3-3所示。

图 3-3 测试参数设置界面

说明:

用户需要在GRToolbox连接开发板之前，设置最大传输单元（MTU）的值。因为一旦GRToolbox连接到开发板，将立即进行MTU交换，且一次连接过程中仅能交换一次MTU。

5. 开启THS测试。

   点击 按钮开始测试，在统计图中显示手机与开发板之间BLE数据吞吐率的平均值和瞬时值，如图3-4所示。

图 3-4 开启THS测试

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

3.3.2 Server和Client开发板间测试

作为THS Server的开发板A与作为THS Client的开发板B之间的BLE THS测试验证。

BLE THS测试验证的操作步骤为：

1. 将开发板A和B上电。

   Server开发板A上电后，开始广播。

   Client开发板B上电后，等待扫描Server开发板。开发板B上的屏幕显示如图 3-5所示。

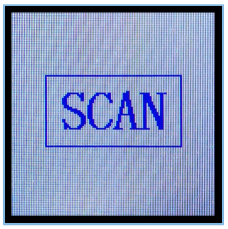

图 3-5 等待扫描

2. 扫描并连接设备。

   按下Client开发板B的“OK”按键后，开发板B开始扫描（如图 3-6所示），直至扫描到Server开发板A的广播，并自动发起连接请求。

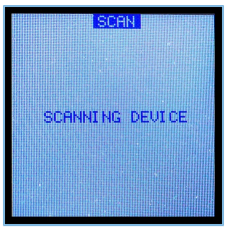

图 3-6 扫描对端设备

   Client开发板B成功与Server开发板A建立起连接，开发板B显示屏将自动进入到参数设置界面，如图 3-7所示。

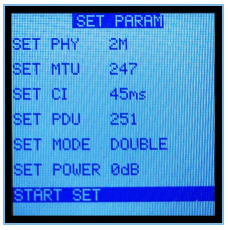

图 3-7 参数设置界面

3. 设置THS参数。

   通过Client开发板B的“Up”和“Down”键选中待设置的参数（如“SET PHY”），按下“OK”键进入设置界面。SET PHY界面如图 3-8所示。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

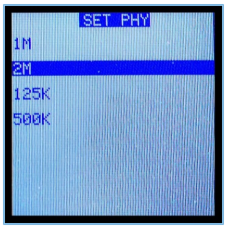

图 3-8 PHY设置界面

在SET PHY界面，选择PHY参数，并按下“OK”键。

4. 开启THS测试。

   待所有THS参数设置完成，选中界面的“START TEST”按下“OK”键开始测试，如图 3-9所示。

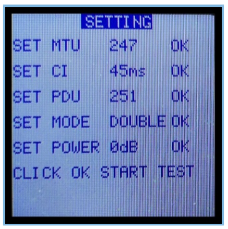

图 3-9 SETTING界面

THS测试结果的界面，如图 3-10所示。

图 3-10 THS测试结果

THS的测试结果的参数说明，如表 3-3 所示。

表 3-3 THS测试结果的参数说明

参数	说明
INS	Instant Throughput，吞吐率的瞬时值
AVE	Average Throughput，吞吐率的平均值
RSSI	Received Signal Strength Indication，接收的信号强度指示

在测试过程中，若想更新测试参数，单击“LEFT”键返回到参数设置界面，即可重设参数。

说明:

Client开发板B支持使用GRUart串口终端或3.3.2 Server和Client开发板间测试中“操作开发板B的按键 > 显示屏展示”的方式，进行参数设置和测试结果实时输出。这两种方式只能择其一使用。串口指令格式请参考5 串口设置THS参数。

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

4 应用详解

本章主要介绍BLE THS示例（包括Server端和Client端）的工程目录、运行流程。

4.1 BLE THS Server工程目录

BLE THS Server示例的源代码和工程文件位于：`SDK_Folder\projects\ble\ble_peripheral\ble_app_throughput`，其中工程文件位于Keil_5文件夹。

双击打开*ble_app_throughput.uvprojx*工程文件，在Keil中查看BLE THS Server示例的ble_app_throughput工程目录结构，相关文件说明如表 4-1 所示。

表 4-1 ble_app_throughput文件说明

Group	文件	描述
gr_profiles	ths.c	Throughput Service实现
user_callback	user_gap_callback.c	GAP Callback实现，如连接、断连、GAP参数更新等
	user_gatt_common_callback.c	GATT Common Callback实现，如MTU交换
user_platform	user_periph_setup.c	App Log、设备地址和电源管理模式的配置
user_app	main.c	main()入口函数
	user_app.c	Throughput Server应用Profile注册及逻辑处理
	throughput.c	Throughput Service事件处理

4.2 BLE THS Client工程目录

BLE Throughput Client示例的源代码和工程文件位于：`SDK_Folder\projects\ble\ble_central\ble_app_throughput_c`，其中工程文件位于Keil_5文件夹。

双击打开*ble_app_throughput_c.uvprojx*工程文件，在Keil中查看BLE THS Client示例的ble_app_throughput_c工程目录结构，相关文件说明如表 4-2 所示。

表 4-2 ble_app_throughput_c文件说明

Group	文件	描述
gr_profiles	ths_c.c	Throughput Service Client Profile实现
user_callback	user_gap_callback.c	GAP Callback实现，如连接、断连、GAP参数更新等
	user_gatt_common_callback.c	GATT Common Callback实现，如MTU交换
user_platform	user_periph_setup.c	设备串口、设备地址和设备按键的配置
	user_interrupt.c	串口中断处理函数
user_app	main.c	main()入口函数
	user_app.c	Throughput Client应用Profile注册及逻辑处理
	throughput_c.c	Throughput Service Client事件处理和吞吐信息统计

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

4.3 运行流程

Throughput Server与Client之间的交互运行流程如图 4-1所示：

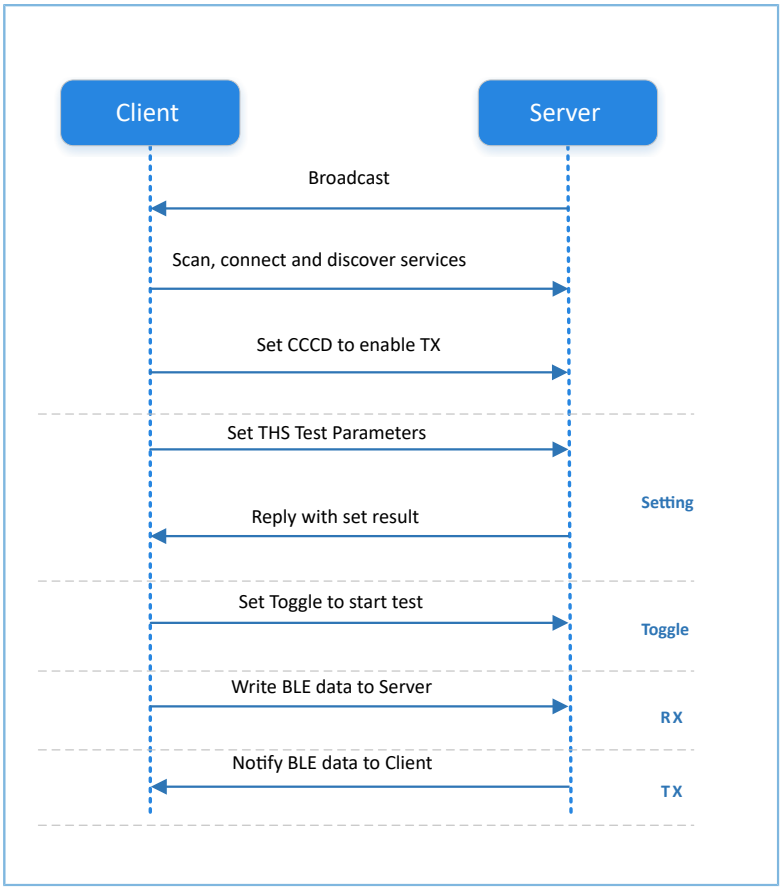

图 4-1 运行流程图

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

5 串口设置THS参数

两块开发板之间进行BLE THS测试时，Client开发板可接收串口输入指令进行相关参数测试。所有指令输入均以回车换行（‘\r\n’）结尾，其中具体指令格式定义如下。

5.1 扫描设备

表 5-1 扫描设备指令

指令	SCAN
参数说明	无
注意	无
示例	SCAN
响应	串口输出结果为：扫描、连接、发现服务、使能通知

5.2 连接参数更新

表 5-2 连接参数更新指令

指令	CI:<conn_interval_min>:<conn_interval_max>:<latency>:<timeout>
参数说明	<conn_interval_min>：连接间隔最小值（单位：1.25 ms） <conn_interval_max>：连接间隔最大值（单位：1.25 ms） <latency>：连接延迟 <timeout>：连接超时（单位：10 ms）
注意	如设置固定的连接间隔值，则应将最大值、最小值设置为相等。 测试最佳吞吐率，则应将latency设置为0。 Timeout > (1 + latency) * conn_interval* 2
示例	CI:12:12:0:100
响应	串口输出设置结果

5.3 MTU设置

表 5-3 MTU设置指令

指令	MTU: <mtu_value>
参数说明	<mtu_value>：MTU，取值为：23 ～ 247
注意	MTU值在一次连接中仅可交换一次
示例	MTU：247
响应	串口输出设置结果

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

5.4 PDU设置

表 5-4 PDU设置指令

指令	PDU:<payload_octets>:<time>
参数说明	<payload_octets>：有效载荷字节 <time>：TX Time
注意	无
示例	PDU:251:2120
响应	串口输出设置结果

5.5 PHY设置

表 5-5 PHY设置指令

指令	PHY:<tx_phy>:<rx_phy>:<phy_opt>
参数说明	<tx_phy>：Preferred transmit PHYs • 1：1M PHY • 2：2M PHY • 4：Coded PHY <rx_phy>：Preferred receive PHYs • 1：1M PHY • 2：2M PHY • 4：Coded PHY < phy_opt >：Options for PHY • 0： Host has no preferred coding when transmitting on the LE Coded PHY • 1： Host prefers that S=2 coding be used when transmitting on the LE Coded PHY • 2： Host prefers that S=8 coding be used when transmitting on the LE Coded PHY
注意	无
示例	PHY:1:1:0
响应	串口输出设置结果

5.6 测试模式

表 5-6 测试模式指令

指令	TRANS_MODE:<mode>
参数说明	<mode>：测试模式 0：仅Server端发送数据（notify） 1：仅Client端发送数据（write） 2：Server端与Client端同时发送数据
注意	无

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司

示例	TRANS_MODE:2
响应	串口输出设置结果

5.7 测试启停

表 5-7 测试启停指令

指令	TOGGLE_SET:<start_or_stop>
参数说明	< start_or_stop >：测试启停 0：停止测试 1：开始测试
注意	无
示例	TOGGLE_SET:1
响应	串口输出设置结果

版权所有 © 2021 深圳市汇顶科技股份有限公司