白皮书

低功耗蓝牙®助力高数据吞吐量和低功耗无线通信

2019 年 12 月

概述

作为多年来的热门话题，物联网(IoT)如今已十分普遍，几乎所有设备都会连接到网络。大多数智能手机都配备蓝牙短距离无线通信功能，人们对“低功耗蓝牙”这种低功耗无线通信形式的需求日益增长。蓝牙低功耗通信在智能手机上甚至还支持 2Mbps（高速）运行，制造商如今正在努力满足人们对智能手机连接设备的高数据吞吐量需求。

引言

自蓝牙标准问世以来，智能手机便一直在集成低功耗蓝牙技术。如今，几乎找不到未标配蓝牙功能的手机。特别是，低功耗蓝牙提供低功耗通信功能，使传感器设备和监控设备能够用作信标来传输位置信息。低功耗蓝牙应用领域不断扩展，从运动和健身装备中的可穿戴设备到家用电器、建筑、工业设备、玩具和 PC 外围设备，一应俱全。

本白皮书将介绍蓝牙 5.0 低功耗技术的功能以及其实施方法。

蓝牙低功耗基础知识

低功耗蓝牙是一种标准化的短距离无线网络，功耗低于其他无线标准。

低功耗蓝牙与传统蓝牙语音传输技术名称虽同，规格却大相径庭。低功耗蓝牙采用 40 个通道传输数据，占用的带宽为 80-MHz（从 2,400 MHz 到 2,480 MHZ），间距 2MHz。

- **广播通道：用于发现/连接从设备的 3 个通道**
- **数据通道：连接后，可使用 37 个通道进行跳频传输/接收**

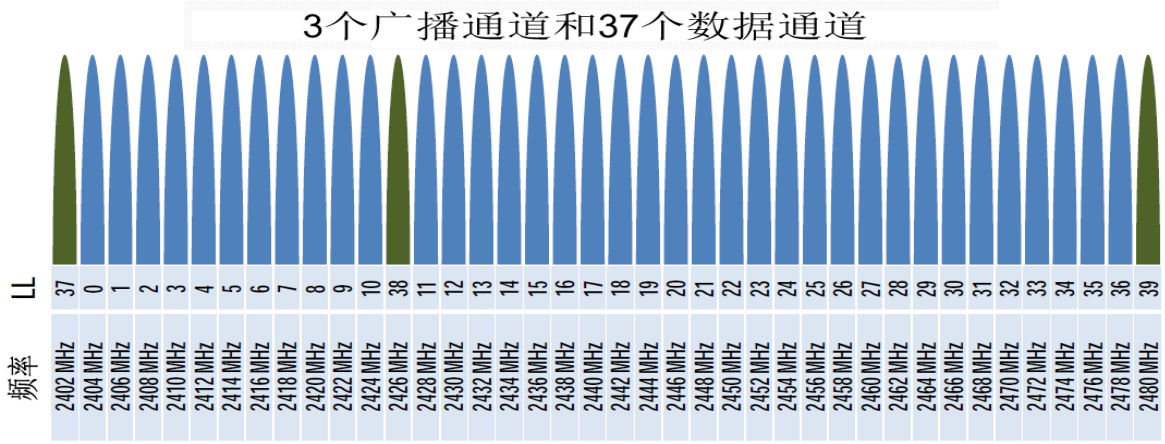

图 1：蓝牙低功耗频率通道

下一节介绍各种通道的使用方式。

外围设备在广播通道中发送广播数据包。

主设备利用广播数据包向附近的外围设备（从设备）广播（传输）其存在情况。每个广播数据包在每个广播间隔向 3 个通道发送一个广播，搜索要连接的设备。BT5 规范扩展了广播通道规范，额外提供了 37 个通道用作辅助通道。

一旦主设备和从设备之间建立连接，设备就会通过数据通道彼此发送数据。数据通道采用自适应跳频(AFH)机制来发送数据，在每个连接间隔从一个频率通道切换到另一个频率通道（37 个通道中）。这种方式也称为自适应机制，因为它会避免拥挤的通道，使用已知良好的通道最大限度地避免其他设备的干扰。在等待超时时，AFH 机制采用跳频机制跳过因为拥挤而阻塞的通道，由此实现数据持续传输。即使有些通道被占用，设备也可以通过跳至空闲通道来持续通信。

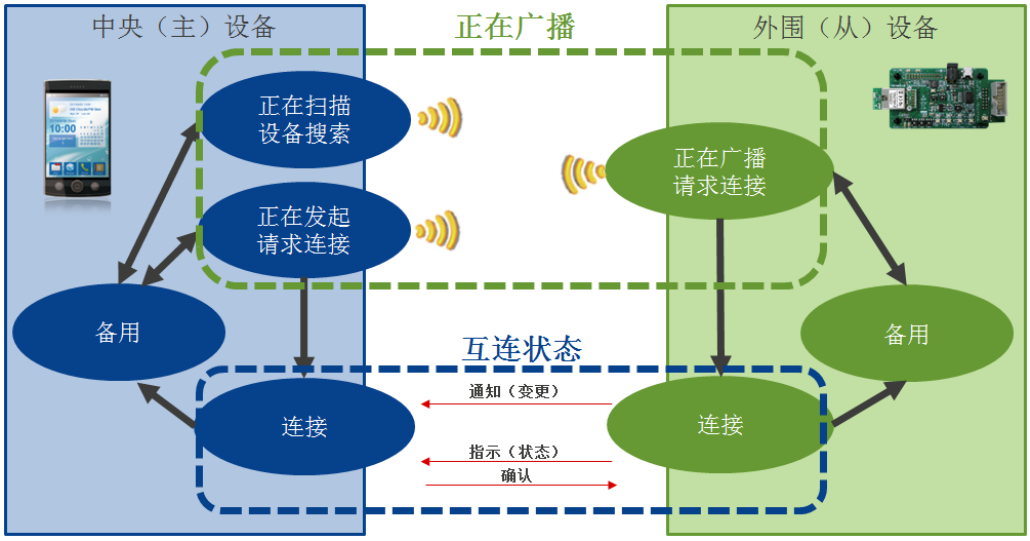

图 2：广播状态和互连通信状态

通过广播，一个设备可向附近外围设备通告其存在情况。在互连状态传输中，设备定期接收和传输数据。

应用数据在客户端/服务器模型中传输。可以使用以下六种数据包类型。

数据包类型	发送方	描述
请求	客户端	客户端向服务器发送请求。
响应	服务器	服务器接收到来自客户端的请求，并发送响应。
命令	客户端	客户端通过命令向服务器发送指令。 不发送响应。
通知	服务器	服务器通过通知向客户端发送数据。 无需客户端发送确认。
指示	服务器	服务器通过指示向客户端发送数据。 客户端向服务器发送确认。
确认	客户端	客户端在确认中响应服务器。

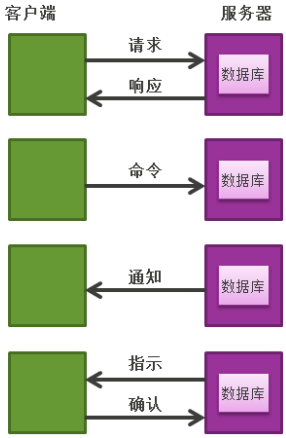

图 3：通信协议的客户端/服务器模型

由于客户端和服务器在互连传输时共享数据，所以通用属性配置文件或 GATT 数据库定义在服务器中。GATT 数据库按最小属性单位的形式构建，其中每个单位均包含以下信息：

- 句柄：16 位索引，供客户端用来访问数据。
- 类型：指示数据类型，用 UUID（通用唯一标识符）标识。
- 值：实际数据。

GATT 属性通过特征声明、特征值和特征描述符定义。这些属性共同构成特征，即互连传输时共享的数据。服务器会收集所有特征，将它们组织成服务，并以 GATT 数据库形式提供给客户端。

建立连接后，客户端则会从服务器数据库获取服务信息，以获取属性句柄。然后，客户端将使用该句柄访问数据库。

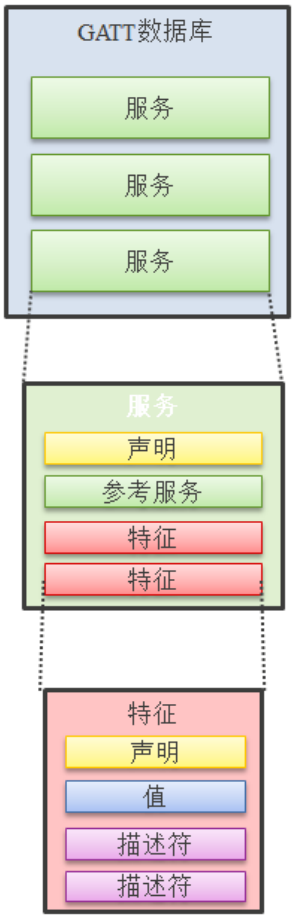

图 4：GATT 数据库结构

新蓝牙 5 规范

表 1 说明了全新的蓝牙 5 规范。蓝牙 5 拥有更快的数据速率，提供更高的数据吞吐量以及长距离模式，可大大扩展传输距离。

特性/功能	描述	目的
2 Mbps LE	2Mbps PHY 数据速率	提高数据吞吐量
LE 长距离	500kbps 和 125kbps PHY 数据速率	扩展传输范围
LE 广播 扩展	使用辅助通道广播 广播数据长度延长；最长：1650B 长距离广播模式 定期广播	降低无线干扰 扩展信标信息（URL 等） 利用辅助广播通道的方式
通道选择 算法#2	通道跳跃算法改善	降低无线干扰

高占空比 NC 广播	最小广播间隔缩短：100ms →20ms	高频信标传输

表 1：新蓝牙 5 规范

请注意，并不是标明符合蓝牙 5 规范的设备都支持上述所有功能。

蓝牙 5 实施

在实施本文介绍的蓝牙 5 功能之前，开发人员应考虑以下三点。

第 1 点：选择支持广播所需功能的设备。

第 2 点：使用专用蓝牙 IC 进行通信时，开发板尺寸会因为包含了系统控制器及其它所需的组件而比较大，而有些应用有可能需要小的开发板尺寸。

第 3 点：便于轻松开发低功耗蓝牙所需的外围功能。

结论

要解决上述问题，开发环境必须有利于通过低功耗蓝牙进行系统开发，以及推出支持所有蓝牙 5 功能的产品。

瑞萨电子 RX23W 完全支持新蓝牙 5 规范。除低功耗蓝牙通信功能之外，它还配备高性能、低功耗 CPU 和充足的内置外围设备。除低功耗蓝牙传输模块之外，RX23W 还配备独立的加密密钥控制模块，可增强安全功能。此外，瑞萨电子提供的开发环境还能生成协议栈和驱动程序，让您可以利用 GUI 来实施低功耗蓝牙及其它外围功能。

了解 RX23W 的详细信息 ›

Bluetooth®字标和徽标是 Bluetooth SIG, Inc.的注册商标和资产。瑞萨电子株式会社已获得使用该标记和徽标的许可。所有商标和注册商标均是其各自所有者的资产。

© 2019 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.

Notice

1. 本文档所记载的内容，均为本文档发行时的信息，瑞萨电子对于本资料所记载的产品设计、规格、或其他信息可能会作改动，恕不另行通知。
2. 瑞萨电子明确声明，本文档的所有信息和资料以其“现状”提供，瑞萨电子对本文档所含信息和资料不作任何种类的保证，无论是明示、默示、法定的保证，还是因交易、使用或贸易惯例引发的保证，包括但不限于对适销性、对特定目的适用性和非侵权性的保证。本文档所记载的关于电路、软件和其他相关信息仅用于说明半导体产品的操作和应用实例，瑞萨电子对用户或第三方因使用或依赖本文档所含信息造成的任何直接、间接、特殊、结果、偶然或其他损失概不承担责任，即使已提示相关损失的可能性亦不例外。
3. 本文档所记载的内容不应视为对瑞萨电子或其他人所有的著作权、专利权、商标权或其他知识产权做出任何明示、默示或其他方式的许可或授权。
4. 用户不得对瑞萨电子的任何产品进行全部或部分的更改、修改、复制或反向工程。对于用户或第三方因上述行为而遭受的任何损失或损害，瑞萨电子不承担任何责任。

5. 本文档所记载的任何产品、服务或技术信息，包括文字、图表、图像、照片等，均受到著作权法以及其他条约和法规的保护。在事先未得到瑞萨电子书面认可的情况下，不得以任何形式或方式部分或全部再版、转载或复制本文档，或因任何公开或商业目的而修改、分发、发布、传播本文档的任何内容或制作其衍生作品。

6. 所有商标及注册商标均归其各自拥有者所有。

（注）瑞萨电子：在本文档中指瑞萨电子株式会社及其控股子公司。