

第二章，基本概念

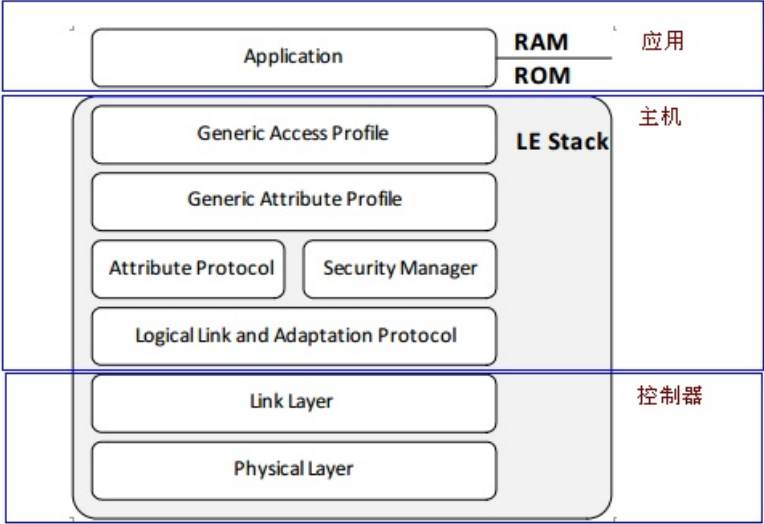
- 低功耗蓝牙的目标，不是优化现有的蓝牙技术，而是要在一些新兴的物联网这样的无线细分市场有所作为。这类市场主主要的特点，设备间歇性的发包，而不是持久发包。对功耗的要求很高。这和传统蓝牙的领域是不一致的。
- 2.1 纽扣电池 电池得省着用。比如温度低，电池的能量减少。持续用电，总能量会少。超过峰值电流，会损坏电池等等。在无线电设计时，需要考虑这些特点。
- 2.2 时间即能量。需要强烈关注执行的时间（时间复杂度），特别是对关键且重复的操作，包括发现设备、连接设备、发送数据。鲁棒性。虽然对完成操作的时间有严格要求，另外一方面，也要保证鲁棒性。比如会在三个不同的频率发送广播包。比如会严格控制数据报文的长度。总之，一切都是为了时间，为了减少操作芯片的时间，减少发热，减少能耗。
- 2.3 昂贵的内存。也就是架构的空间复杂度。考虑内存，不仅仅是钱的问题。因为内存越大，动态刷新内存芯片中的内容，刷新内存需要的能量也就越多。短报文，也可以保证各个协议层面的精简。
- 2.4 非对称设计。从设备是服务器端，主设备是客户端，处理定频、加密等复杂操作。这样可以降低从设备的功耗。
- 2.5 为成功而设计。考虑大规模应用后，如何仍然稳定可靠。保证不同设备之间的兼容性，保证网络拥塞时的可靠性，保证隐私，保证数据发送的可靠性。
- 2.6 凡事皆有状态。要快速实现服务器到客户端的状态传输，就必须支持状态信息的通知功能。也就是notification。
- 2.7 客户端-服务器架构。从设备通过智能网关和互联网连通，从而可以从互联网上访问从设备。
- 2.8 模块化架构。高度灵活的模块化架构有利于随着事件的推移逐步建立生态系统。也即一个从设备可以支持多个profile，多个服务。
- 2.9 顺势而为。拓展协议的市场空间。智能手机是一股大势。低成本，可靠，为手机支持丰富的配件提供可能。搭上这路班车。
- 2.10 无连接模型。低功耗的基本理念，连接是瞬态的。虽然我们在demo上看到，蓝牙提供有连接和断开连接的功能，但这是表明，连接的双方都记录了对端的地址，二者在物理层上并没有长时间维护一条连接。
- 2.11 范式：客户端-服务端范式，面向服务的范式
- C-S范式，服务端以结构化的形式保存信息，不关注客户端是谁。

面向服务的范式

以送快递为案例，剖析什么是服务。

- 1. 正式合约 服务的内容，输入、输出和测试规范，都需要以规范的形式给出。
- 2. 松耦合 服务之间，依赖关系较小。一，服务不依赖于其他服务，二，服务不依赖于实现。可实现服务规模的快速扩展。
- 3. 抽象化 隐藏实现细节。加入不利用抽象化，而让客户端掌握了所有实现细节，那么客户端对该服务的实现法昂是将会影响服务得演进。
- 4. 可重用性 服务可以适用不同的应用场景。服务和实现脱离，也有助于提高服务的可重用性。
- 5. 无状态 服务器上不保存客户端的状态数据，仅保留服务器端自己的状态数据。这样可以保证服务对于任何客户端的响应方式都是相同的。
- 6. 可组合性 需要提供一种机制，能够将服务组合在一起，从而实现更高级的服务接口。
- 7. 自治 和松耦合概念类似，都是要减少依赖关系。更强调，服务不需要额外的支撑服务，就可以完成功能。
- 8. 可发现性 可发现性，可通过一个单独的，与服务交互的协议来实现。还包括发现服务有哪些特性，支持哪些接口。

第三章，体系结构



控制器：

物理层，关注如果在给定的频段内，通过改变幅度、频率或相位携带信息。BLE采用高斯頻移键控。从中心频点触发超过185kHz的正向頻移为1，超过185kHz的负偏移代表值为0的比特。另外，BLE支持物理层直接测试模式，可以想为loopback，快速测试物理层是否ok。便于为制造商减少成本。

链路层，负责广播、扫描、建立和维护连接，以及确保数据包按照正确的方式组织、正确地计算校验值，以及加密序列等。三个核心概念：信道、报文、过程

信道：包括3个广播信道和37个数据信道，每个信道的宽度为2Mhz。数据信道支持自适应调频。

链路层看来，载荷为37字节。前导8bit，接入地址32bit，报头8bit，包长8bit，CRC 24bit。

发送空报文，时长80μs，满载时长376μs。

主机和控制器之间的接口被称为HSI，其中逻辑接口部分定义命令、事件及其相应的行为，物理接口部分定义数据传输的方式，包括USB、SDIO、UART和三针UART。注意到，物理接口可以为USB、UART这样的通用总线，也就是说，控制器和主机是可以分离的。事实上，目前在手机上的蓝牙芯片，很多只有一个控制器，而将主机和应用部分放在主CPU中。控制器和主机也可以在一个芯片中，就像20732这样的。

晶振：

ppm是个相对偏差，1ppm表示百万分之一，跟百分比一个道理。晶振频率一般以MHz（10的6次方）为单位，所以，标称频率10MHz的晶振，频率偏差10Hz就刚好是1ppm。

主机：

如图所示，主机层包括L2CAP（逻辑链路控制和适配协议）、属性协议、安全管理器协议、通用属性规范、通用访问规范。L2CAP功能未知。

安全管理器，定义配对和密钥分发协议。也就是常见的蓝牙配对，交换密钥。

属性协议定义了访问对端设备上的数据的规则，用于GATT。包括

通用属性协议，定义了Attribute、Service、primary Service and secondary Service，Attribute Descriptor，以及这些概念彼此之间的关系，如何发现。次要服务依附于首要服务，是对首先服务的进一步说明。

通用访问协议定义了设备如何发现、连接以及为用户提供有用的信息，以及如何bonding。

应用层：

定义了Characteristic、Service、Profile

Characteristic：（handle, handle_value, uuid, properties, permission, value_len）

Service：人类可读的一组特征及相关行为规范。

Profile：如HID