LLSync 蓝牙设备接入协议

未经授权，请勿扩散

修订记录

修订日期	修订版本	修改描述	作者
20200817	V0.1.0	发布第一版 draft 规范 协议版本号为 0	willssong esma markyyao zekwang
20200910	V1.0.0	event 数据增加分片功能	esma
20200917	V1.1.0	协议版本号变更 增加数据分片	esma
20201102	V1.2.0	协议版本号变更 支持绑定、解绑数据分片	zekwang
20201119	V1.3.0	协议版本号变更 增加 OTA 功能	esma
20210201	V1.4.0	物模型支持结构体 修复一些 bug	esma
20210220	V1.4.1	增加安全绑定功能	esma
20210515	V1.5.0	增加配网功能	esma
20211129	V1.6.0	增加数组类型	wisonhu

修订流程

对于本文档中任何内容的增删改以及相关其它文档的创建，都应该知会作者或者相关接口人。

接口人

本文档中的任何信息都应该被仔细的阅读。如果有任何疑虑，意见或问题，请直接联系下表中的接口人。

姓名	邮箱	电话	组织
willssong	*willssong@tencent.com*		*腾讯云物联网产品中心*
esma	*esma@tencent.com*		*腾讯云物联网产品中心*
markyyao	*markyyao@tencent.com*		*腾讯云物联网产品中心*
zekwang	*zekwang@tencent.com*		*腾讯云物联网产品中心*

缩略语清单

缩略语	英文全名	中文解释
LLSync		*腾讯连连 Sync 协议*
BLE	*Bluetooth Low Energy*	*低功耗蓝牙*
LLDevice		*蓝牙 Sync 设备管理属性*
LLData		*蓝牙 Sync 数据属性*
LLEvent		*蓝牙 Sync 事件属性*
LLOTA		*蓝牙 Sync OTA 属性*

目录

1. 引言

1.1 背景

腾讯连连是腾讯云面向物联网行业提供的一整套 C to B 开放平台服务，借助腾讯连连可以降低物联网产品的研发门槛并加快研发速度，同时提供以微信小程序为载体的、面向消费者的应用入口，整合腾讯内部的品牌以及多项优势内容服务，助力万物互联时代真正到来。

BLE 设备在 IoT 设备中占比高，适用范围广，但由于 BLE 无法直接接入互联网，BLE 类设备上云比较困难，开发门槛较高。为解决此问题，腾讯云物联网开发平台制定 LLSync 协议帮助 BLE 设备快速简单的完成上云。

1.2 目的

本文档描述了 BLE 设备接入腾讯连连平台的流程标准，帮助开发者更好的理解 LLSync 协议。

2. 设备参数要求

参数项	要求
BLE ATT MTU	>= 23
BLE 协议	>= BLE 4.2

3. LLSync TLV 格式

腾讯云物联网为接入平台定义一套数据模板协议，将设备的接入形式通过 JSON 模板标准化。多数 BLE 设备受资源限制，较难承载 JSON 格式的数据交互，针对此定义了 TLV 格式的二进制数据包来表示数据模板，最大程度的减少资源占用。如无特殊说明，本文所有数据均使用网络序传输。

LLSync TLV 二进制数据包中有用户数据、数据长度和数据类型，TLV 格式被广泛应用在 LLData 数据包和 LLEvent 数据包中。

LLSync TLV 格式:

字段	Type	Length	Value
长度	1 Byte	N Bytes	N Bytes
说明	Type 字段定义	可选	无

说明：Type 字段决定 Length 字段是否存在。

Type 字段说明：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
字段	数据类型定义			ID 定义				

说明：Type 字段高 3 Bits 表示数据类型，低 5 Bits 表示 ID。

数据类型定义：

数据类型	值	数据长度	数据范围
布尔	0	1 Byte	0/1
整数	1	4 Bytes	-2^31 ~ 2^31 - 1
字符串	2	N(<= 2048)Bytes	用户自定义数据
浮点数	3	4 Bytes	1.2E-38 ~ 3.4E+38
枚举	4	2 Bytes	0 ~ 2^16 - 1
时间	5	4 Bytes	0 ~ 2^64 - 1
结构体	6	N(<= 2048)Bytes	TLV 格式数据
数组	7	N(<= 2048)Bytes	TLV 格式数据

ID 含义说明：

1. 在不同的数据包中 ID 含义略有不同：
   - 属性(property)数据包中表示属性 ID(property id)。
   - 事件(event)数据包中表示事件的参数 ID(params id)。
   - 行为(action)数据包中表示行为的 input id 或 output id。

说明及限制：

1. *数据 ID 占据 5 Bits，最大值为 **31**。*
2. *浮点数指的是**单精度浮点数**。*
3. *只有**字符串、结构体和数组类型**拥有 **Length 字段**。其他类型长度固定， TLV 中省略 Length 字段。*

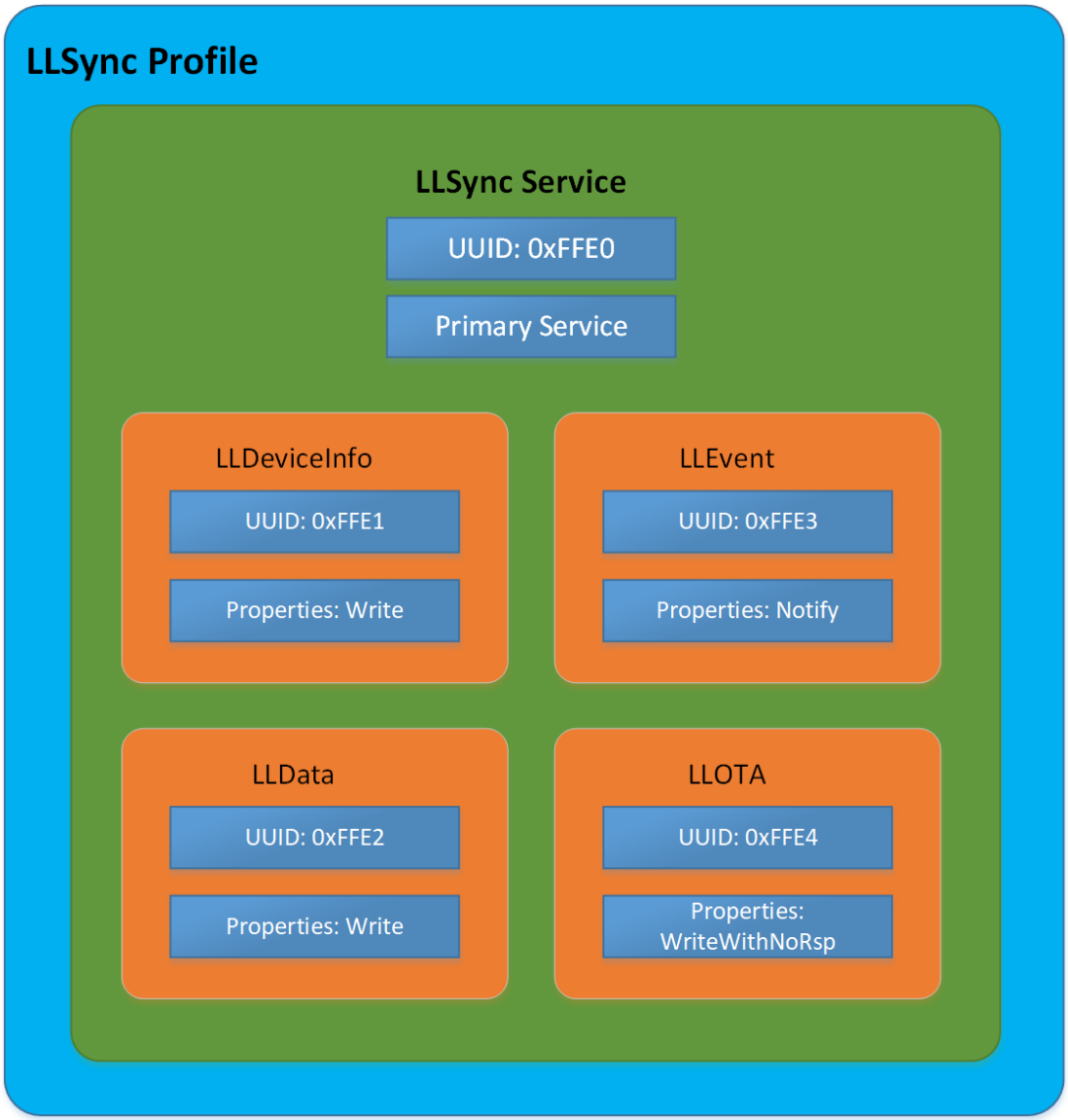
   示例如下：
   - *00 01 表示 id = 0， value = 1 的布尔数据。此处省略了 Length 字段。*
   - *41 00 05 68 65 6C 6C 6F 表示 id = 1，length = 5，value = hello 的字符串数据。此处 Length 字段为 00 05。*
   - *C2 00 0A 00 01 41 00 05 68 65 6C 6C 6F 表示 id = 2，length = 10 的结构体数据。其成员 1 是 id = 0，value = 1 的布尔数据，成员 2 是 id = 1，length = 5，value = hello 的字符串数据。此处结构体 Length 字段为 00 0A，字符串 Length 字段为 00 05。*

4. *结构体不支持嵌套，结构体成员只能是其他数据类型。*
5. *数组类型说明如下：*
   - *不需要带长度类型的数组：eg：E8 00 08 00 00 04 00 00 00 08 00，表示 id=8，内部元素为 0x400 和 0x800。*
   - *需要带长度类型的数组：eg：E0 00 0C 00 03 79 65 73 00 05 68 65 6C 6C 6F，表示 id=0，其内容为"yes"和"hello"。*

     eg：E0 00 19 00 0B 80 00 07 40 00 05 68 65 6C 6C 6F 00 0A 80 00 03 40 00 04 74 65 73 74，表示 id=0，第一个元素为 0x80 枚举，第二个元素为 0x40 字符串，其数值为：{{.enum=7, .string="hello"}, {.enum=3, .string="test"}}。

4. LLSync Profile 定义

Profile 总架构如图：



LLSync Profile 包含 4 个 characteristics：
LLDeviceInfo：设备信息写入特征值，用于设备连接、绑定和身份确认。
LLData：数据模版操作特征值，用于通知设备端执行数据模版操作。
LLEvent：事件上报特征值，用于设备端向小程序上报数据。
LLOTA：升级数据特征值，用于控制设备进行版本更新。

LLSync 数据包最大长度为 **2048** 字节，包括数据包头和用户数据。同时支持数据分片，当数据包长度大于 ATT MTU 时，LLSync 协议会将数据分片发送，接收方收到分片数据后需要将数据组包后处理。

4.1 LLDeviceInfo

LLDeviceInfo 有两种格式的数据包。

LLSync 协议版本等于 0：

字段	类型	数据
长度	1 Byte	N Bytes
说明	类型定义	数据格式定义

LLSync 协议版本大于 0:

字段	类型	长度	数据
长度	1 Byte	2 Bytes	N Bytes
说明	类型定义	长度格式定义	数据格式定义

类型定义：

数据类型	值
时间同步	0
连接鉴权	1
绑定成功	2
绑定失败	3
解绑请求	4
连接成功	5
连接失败	6
解绑成功	7
解绑失败	8
MTU 设置结果	9
绑定确认超时	0x0A
动态注册回复	0x0B

设备连接完成	0x0C
连接系统	0x0D

数据格式定义：

数据格式字段由具体的数据类型定义。

数据类型	数据格式	说明
0	4 Bytes Nonce + 4 Bytes Unix TS	向设备端发送计算签名所需信息
1	4 Bytes Unix Ts + 20 Bytes Hmac-sha1	Local Psk 对 Ts 签名得到 Hmac-sha1
2	1 Byte bind result + 4 Bytes local psk + 8 Bytes bind string	小程序生成 Local Psk 和 Bind String。 小程序记录 Local psk 和 Bind string 与设备的对应关系
3	N/A	绑定失败
4	20 Bytes Hmac-sha1	使用 Local Psk 对“UnbindRequest”签名得到 Hmac-sha1
5	N/A	连接成功
6	N/A	连接失败
7	N/A	解绑成功
8	N/A	解绑失败
9	2 Bytes Result	小程序设置 MTU 的结果
0x0A	N/A	等待绑定确认超时
0x0B	24 Bytes psk + 4 Bytes Nonce + 4 Bytes Unix TS	动态注册后的设备密钥，以及设备端发送计算签名所需信息
0x0C	N/A	设备已经连接完成
0x0D	N/A	连接手机的系统类型

长度格式定义：

由于 ATT MTU 限制，当数据包长度大于 ATT MTU 时，LLSync 会对数据报文进行分片。

长度字段的 15～14 Bits 用来表示分片标记，13 Bit 用来表示确认绑定，11～0 Bits 表示数据长度，数据长度最大值为 2^11 - 1 字节，已经可以满足绝大多数的使用场景。**长度格式定义适用于本文档中所有涉及到数据分片的 length 字段**。

Bit	15	14	13	12	11	10	…	1	0
说明	分片标记定义		绑定标记		数据长度				

分片标记定义：

分片值	00	01	10	11
说明	不分片	分片，首包	分片，中间包	分片，尾包

长度计算方式：分片标记 << 14 | 绑定标记 << 13 | 数据长度。

绑定标记：

Bind Flag	说明
0	同意绑定
1	拒绝绑定

说明：

1. *数据分为 2 包时，只有分片首包和尾包。*
2. *数据长度指的是本包内有效载荷的长度，不包含长度字段本身占用的长度。*
3. *连接鉴权期间 LLSync 认为设备使用的 ATT_MTU 固定是 23。*
4. *绑定标记只有启用安全绑定功能时才有效，其他场景默认为 0。*
5. *数据分片是将较长的用户数据分割为多个短数据包后进行传输，每个短数据包的传输格式都需要符合本文档中相应的报文格式。*

   示例：完整的连接鉴权信息共 24 字节，如下：

   0xA1, 0xA2, 0xA3, 0xA4, 0xB0, 0xB1, 0xB2, 0xB3, 0xB4, 0xB5, 0xB6, 0xB7, 0xB8, 0xB9, 0xBA, 0xBB, 0xBC, 0xBD, 0xBE, 0xBF, 0xC0, 0xC1, 0xC2, 0xC3。

   当 ATT MTU 为 23 字节时，单包用户数据长度最大为 20 字节。因此需要将连接鉴权信息分为 2 包发送，第一包数据如下：

   0x01, 0x40, 0x11, 0xA1, 0xA2, 0xA3, 0xA4, 0xB0, 0xB1, 0xB2, 0xB3, 0xB4, 0xB5,

   0xB6, 0xB7, 0xB8, 0xB9, 0xBA, 0xBB, 0xBC

   其中，0x01 表示连接鉴权信息，0x40，0x11 表示分片数据的第一包，数据长度 17 字节。

   第二包数据如下：

   0x01, 0xC0, 0x07, 0xBD, 0xBE, 0xBF, 0xC0, 0xC1, 0xC2, 0xC3

   其中，0x01 表示连接鉴权信息，0xC0，0x07 表示分片数据最后一包，数据长度 7 字节。

4.2 LLData

LLData 用于操作数据模版，不同的业务数据包中字段含义略有不同。

LLData 格式定义：

字段	Fixed header	Payload
长度	1 Byte	N Bytes
说明	Fixed header 定义	Payload 定义

4.2.1 Fixed header 定义：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
说明	数据模版类型定义		数据作用定义	ID 定义				

数据模版操作包括属性、事件、行为三类，通过 7 ～ 6 Bits 标记。Bit 5 用来标记是物联网平台下发的请求报文还是物联网平台对设备的应答报文。Bits 4 ～ 0 表示数据模版的 ID。

数据模版类型定义：

字段	数值
property	0
event	1
action	2

数据作用定义：

字段	数值	说明
Request	0	向设备下发请求
Reply	1	应答设备请求

ID 定义：

数据模版类型	数据作用	ID	说明
0	0	0	N/A
	1	0	表示 report_reply 方法
		2	表示 get_status_reply 方法
1	1	event id	表示事件 id
2	0	action id	表示行为 id

说明：event id/action id 在不得超过 31。

4.2.2 Payload 定义

不同的 Fixed header 对应的 Payload 格式不同。

Payload 格式定义：

数据模版类型	数据作用类型	ID	Payload	说明
0	0	0	TLV 格式	见 6.4.2
	1	0	Reply Result 定义	见 6.4.1

		2	TLV 格式	见 6.4.3
1	1	event id	Reply_Result 定义	见 6.4.4
2	0	action id	TLV 格式	见 6.4.5

Reply_Result 定义：

数值	说明
0	成功
1	失败
2	数据解析错误

说明：表示本次操作操作结果。

4.3 LLEvent

LLEvent 用于设备主动上报报文，主要用于对 LLDeviceInfo、LLData 和 LLOTA 的回复。

LLEvent 格式定义：

字段	type	length	value
长度	1 byte	2 bytes	N bytes
说明	类型定义	长度定义	无

Event 类型定义：

字段	类型值	说明	Value
属性上报	0	数据模版中的 report	见 6.4.1
控制回复	1	数据模版中的 control_reply	见 6.4.2
获取最新信息	2	数据模版中的 get_status	见 6.4.3
事件上报	3	数据模版中的 event_post	见 6.4.4
行为响应	4	数据模版中的 action_reply	见 6.4.5
绑定鉴权信息	5	绑定后设备返回的信息	见 6.1
连接鉴权信息	6	连接后设备返回的信息	见 6.2
解绑鉴权信息	7	解绑后设备返回的信息	见 6.3

设备信息	8	上报 MTU 长度和协议版本	见 6.5
升级请求回复	9	回复设备升级请求	见 6.6.3
升级数据包回复	10	回复升级数据包	见 6.6.5
升级校验结果回复	11	回复升级文件的校验结果	见 6.6.7
MTU 协商结果上报	12	上报最终协商确定的 MTU	见 6.5
等待绑定时间上报	13	等待绑定确认的最大时间	见 6.1
动态注册请求	14	设备请求动态注册	

4.4 LLOTA

LLOTA 用于对设备进行版本更新。

LLOTA 格式定义：

字段	type	length	value
长度	1 byte	1 byte	N bytes
说明	类型定义	无	见 6.6

OTA 类型定义：

类型定义	值
升级请求	0
升级数据包	1
升级结束通知	2

4.5 UUID 说明

LLSync Bluetooth Base UUID 为 00000000-65d0-4e20-b56a-e493541ba4e2。

按照 BLE 协议，16 Bits UUID 和 128 Bits UUID 转换关系为

128 Bits value = 16 Bits value * 2^96 + BluetoothBaseUUID

即 0000xxxx-65d0-4e20-b56a-e493541ba4e2 中的 xxxx 替换为 16 Bits UUID，例如 Service 16 BitsUUID FFE0 转换为 128 Bits 的 UUID 为 0000ffe0-65d0-4e20-b56a-e493541ba4e2，Characteristic 的 UUID 的转换类似。

5. LLSync Advertisement 定义

自定义广播数据按照 BlueTooth 协议要求，添加到 0xFF Manufacturer Specific Data 的字段当中，company ID 使用 0xFEE7（Tencent Holdings Limited），0xFEE7 和 0xFEBA 均为腾讯申请的 Company ID。

广播包格式：

说明 / 状态	设备状态		设备标识		附加标识	
	长度	取值	长度	取值	长度	取值
未绑定	1	设备状态定义	6	MAC 地址	10	Product ID
绑定中	1		6	MAC 地址	10	Product ID
已绑定	1		8	设备标识计算	8	绑定标识计算

说明：未绑定和绑定中广播内容相同。当启用 BLE_QIOT_BUTTON_BROADCAST 功能后，可以控制在未绑定状态下不广播，当通过按键或其他操作进入绑定中状态后才开启广播。

设备状态定义：

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
说明	协议版本					动态注册	绑定状态	

说明：

- *LLSync SDK 版本号见 BLE_QIOT_LLSYNC_PROTOCOL_VERSION 定义。*
- *当设备需要动态注册时，动态注册标记置为 1。*

绑定状态说明：

状态	值	说明
未绑定	0	初始状态，可以选择不发送 BLE Advertisement 以省电
绑定中	1	按下绑定触发按键，在超时之前处于绑定中，超时前按照要求发送广播包
已绑定	2	正确完成绑定状态，需要持续发送广播包

设备标识计算：

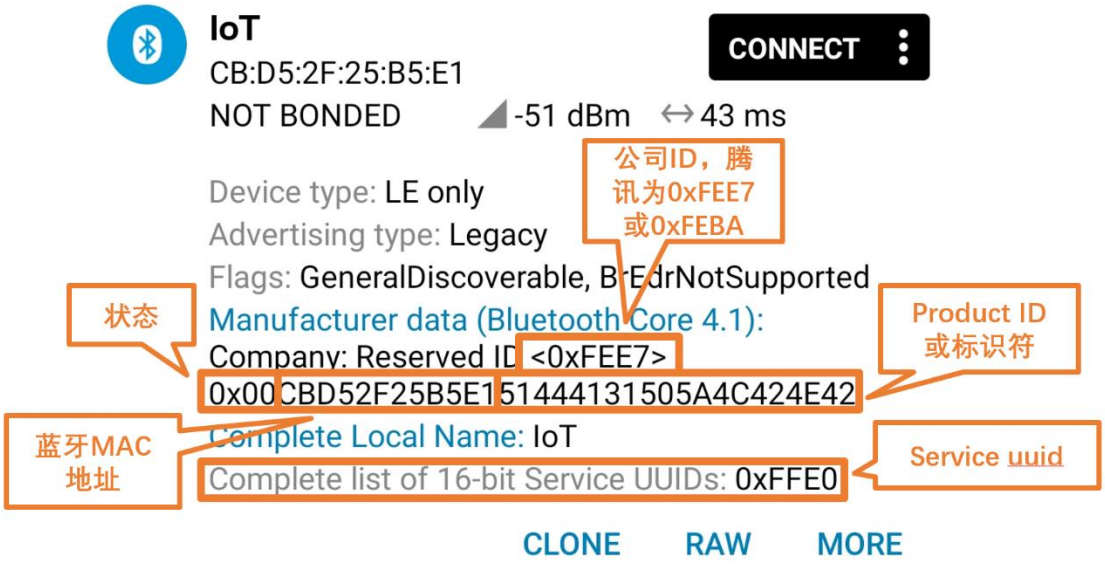
Temp = md5sum(蓝牙设备的 product_id | 蓝牙设备的 device_name)
设备标识 Result = Temp 前 8 位 ^ Temp 后 8 位

比如：蓝牙设备的 ProductID 为 ABCDEFGHIJ，DeviceName 为 Dev01
那么 Temp = md5sum("ABCDEFGHIJDev01") = { 0x61, 0x2a, 0xf7, 0x9d, 0x50, 0x17, 0x93, 0x87, 0x2a, 0x4a, 0x97, 0xe8, 0xcb, 0xe4, 0x5a, 0x10}
Result 为 {0x4b, 0x60, 0x60, 0x75, 0x9b, 0xf3, 0xc9, 0x97}

绑定标识计算：

网关或小程序在绑定成功时提供，计算方式和绑定标识符一致。

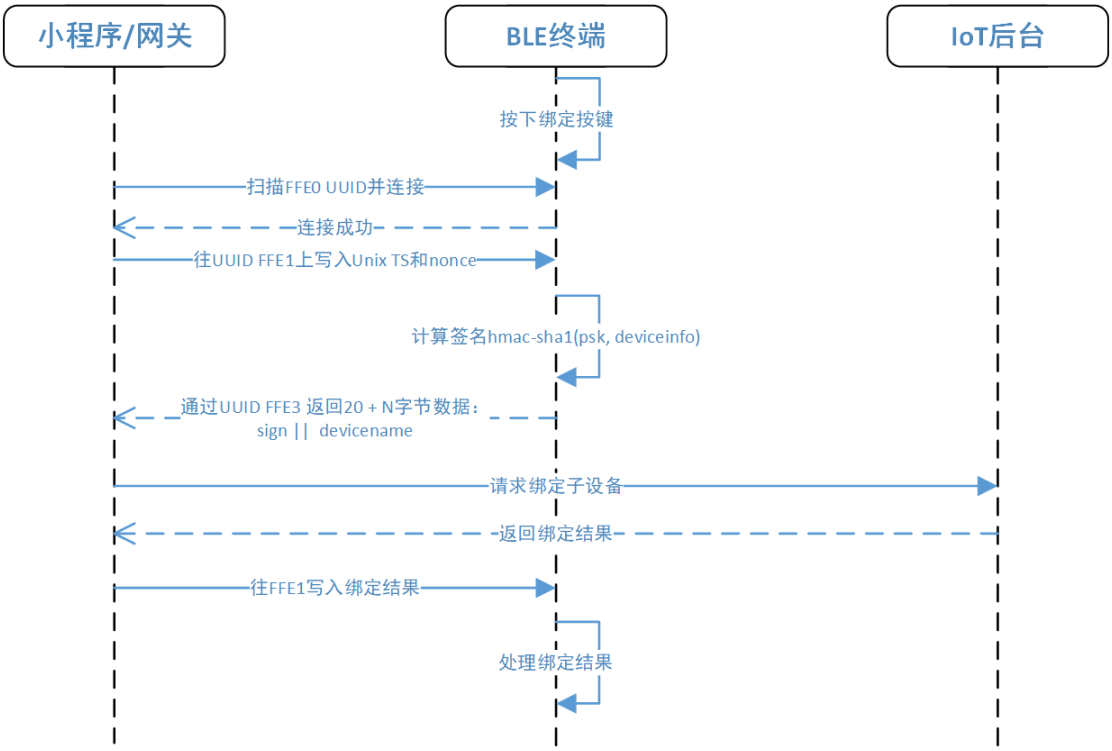
广播包示例如下：



6. BLE 通信数据流

6.1 子设备绑定

场景：BLE 终端尚未绑定，需要先进行绑定才可以连接。



1. 往 LLDeviceInfo 上写入 Unix TS。

Type	Value	
	nonce	timestamp
0x00	4 Bytes nonce	4 Bytes timestamp

2. LLSync 支持设备动态注册，在设备绑定时可以自动在物联网开发平台注册设备。当设备收到 Unix TS 时回复报文，报文内包含设备动态注册所需信息。

Type	Length	Value		
		Device Name Length	Device Name	Sign
0x0E	2 Bytes length	1 Bytes	N Bytes	(Length - 1 - N) Bytes

小程序将签名信息透传到后台，后台进行动态注册并且回复小程序。小程序将返回信息透传给设备，设备继续绑定流程。

Type	Length	Value				
		Result	Payload Length	Payload	Nonce	Timestamp

0x0B	2 Bytes length	1 Byte	1 Byte	N Bytes	4 Bytes	4 Bytes

- 通过配置 SDK 的 BLE_QIOT_DYNREG_ENABLE 可以启用动态注册功能。

3. 出于设备安全考虑，LLSync SDK 支持安全绑定功能，绑定前需要设备端确认。
   - ◆ 该功能是可选功能，通过配置 SDK 的 BLE_QIOT_SECURE_BIND 可以启用安全绑定功能。若不启用该功能则设备进入绑定验证签名流程(见步骤 3)；
   - ◆ 若启用安全绑定功能，设备端需要等待用户确认后才可以继续绑定流程。

   启用安全绑定功能时，设备端需要先通过 LLEvent 告知小程序绑定过程的最大超时时间，用户超时未操作时结束绑定流程。

Type	Length	Value
0x0D	2 Bytes length	2 Bytes Wait Time

说明：绑定确认超时时间单位为秒，占用 2 字节。默认 60 秒。

启用安全绑定功能后，用户选择确认绑定、拒绝绑定时，设备端会通过验证签名报文(见步骤 3)上报小程序用户操作结果。

如果用户不做操作导致绑定超时或者在小程序上取消绑定，小程序会通过 LLDeviceInfo 报文通知设备。

Type	Result
0x0A	0/1

说明：

1. *Result 为 0 表示用户在小程序上点击取消，为 1 表示连接超时。*
2. *小程序通知设备超时，是考虑到节约设备资源。设备也可以依靠自身能力检测绑定超时。*

4. 设备验证签名后返回的 LLEvent 数据包。

Type	Length	Value	
		sign info	device name
0x05	2 Bytes length	20 Bytes sign info	N Bytes device name

说明：

1. *sign info 是通过设备的 psk 对设备信息签名得到，签名算法使用 hamc-sha1。*
2. *deviceinfo = product id + devicename + ; + nonce + ; + expiration time*
3. *expiration time = timestamp + 60*
4. *计算签名时对于 nonce 和 timestamp，将其转换为字符串类型后再计算签名，避免大小端问题导致的签名错误。示例：timestamp = 0x5f3279fa，转换为对应数值的字符串为“1597143546”*
5. *启用安全绑定功能后，Length 字段需要指定绑定标记。*

5. 往 FFE1 写入绑定成功结果格式见下表

Type	Value		
	Result	Local Psk	绑定标识符
0x02	02	4 Bytes Local Psk	8 Bytes

说明：

1. *Local Psk 和绑定标识符由小程序生成。*
2. *Result 表示绑定状态，绑定成功固定为 0x02。*

6. 往 FFE1 写入绑定失败结果格式见下表

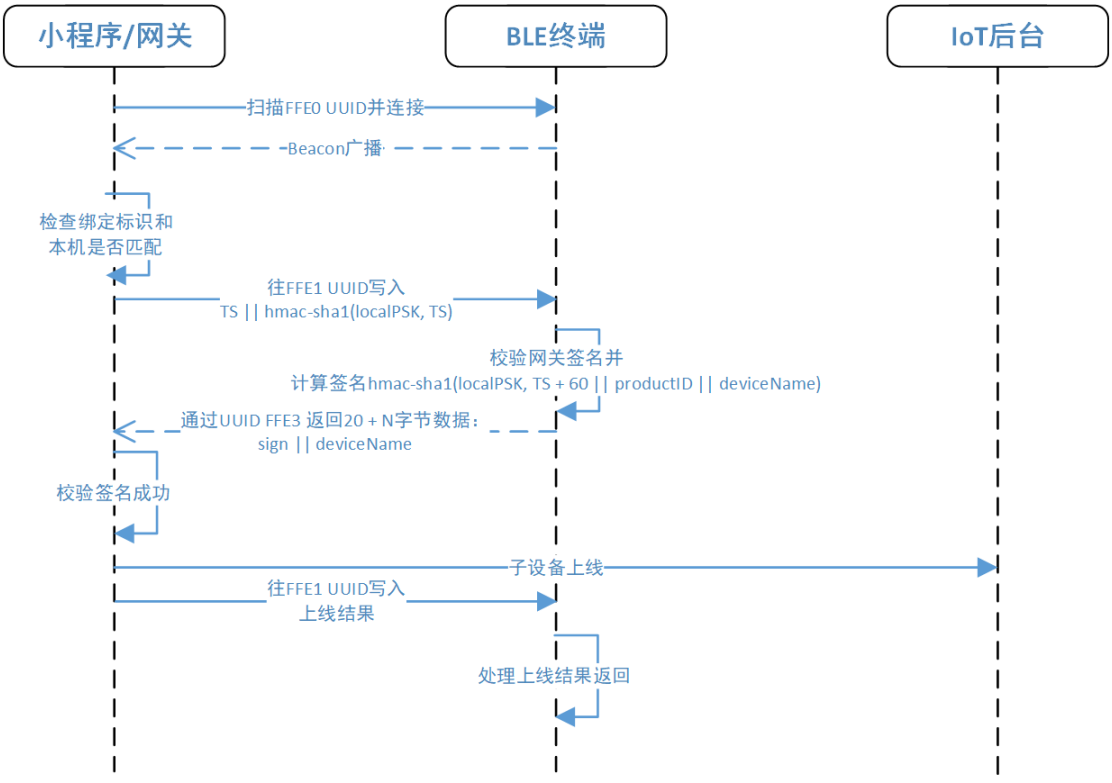
type	value
0x03	1 Byte Reply Result

说明：

1. *BLE 终端不会校验网关/小程序的身份，存在 BLE 终端被恶意绑定的可能，BLE 终端可以配置通过按键进入待绑定状态，默认 2 分钟有效。*
2. *设备连接成功之后，不会再广播 beacon，小程序/网关无法再次扫描。*
3. *如果绑定成功，需要在设备上存储 Local Psk 用于后续的网关 + 子设备连接鉴权。*

6.2 子设备连接

场景：设备广播 Beacon 标识设备已绑定，需要进行连接



说明：如果是小程序，写入上线结果认为是写入小程序和设备的连接结果。

1. 往 LLDeviceInfo 写入签名信息数据格式见下表

Type	Value	
	Timestamp	Sign info
0x01	4 Bytes timestamp	20 Bytes sign info

说明：sign info 是使用 Local Psk 对 timestamp 进行签名，算法选择 hmac-sha1。

2. 设备验证签名后返回的 LLEvent 格式数据包

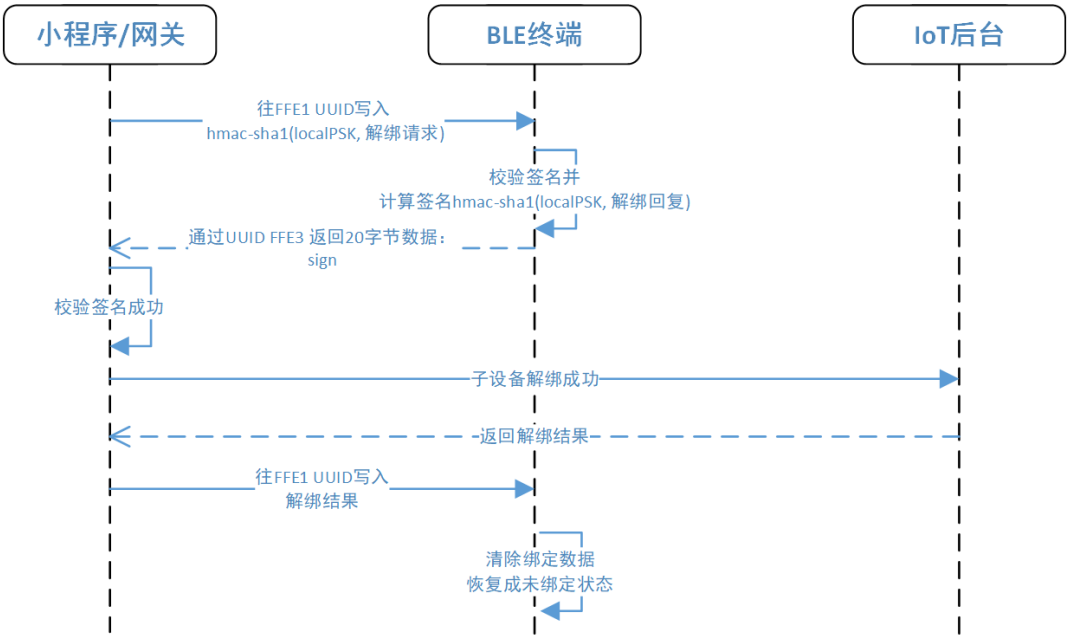
Type	Length	Value	
		Sign info	Device name
0x06	2 Bytes length	20 Bytes sign info	N Bytes device name

说明：

1. *sign info 是使用 Local Psk 对设备信息进行签名，算法选择 hmac-sha1。设备信息包括 expiration time + product id + device name，其中 expiration time = timestamp + 60。*
2. *计算签名时对于 timestamp，将其转换为字符串类型后再计算签名，避免大小端问题导致的签名错误。示例：timestamp = 0x5f3279fa，转换为对应数值的字符串为“1597143546”。*

6.3 子设备解绑

场景：子设备已经绑定且完成连接，小程序端请求解绑



1. 往 LLDeviceInfo 写入解绑请求

Type	Value
0x04	20 Bytes sign info

说明：sign info 是使用 Local Psk 对固定字符串“UnbindRequest”进行签名，算法选择 hmac-sha1。

2. 验签后返回的 LLEvent 信息数据格式如下表

Type	Length	Value
0x07	2 Bytes length	20 Bytes sign info

说明：sign info 是使用 Local Psk 对固定字符串“UnbindResponse”进行签名，算法选择 hmac-sha1。

3. 往 LLDeviceInfo 写入解除绑定成功。

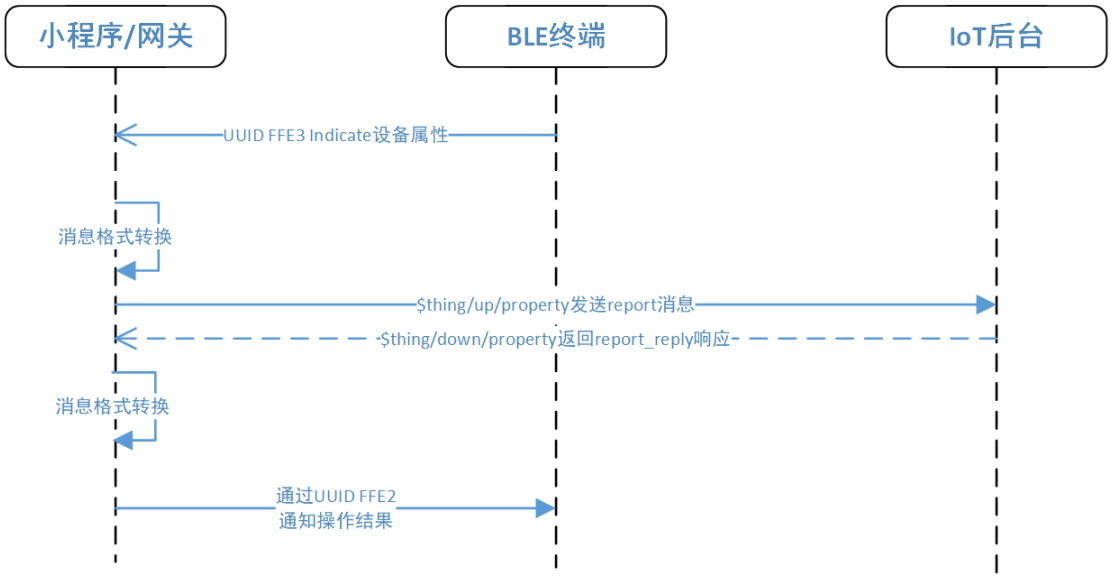
Type
0x07

4. 往 LLDeviceInfo 写入解除绑定失败。

Type
0x08

6.4 数据模板协议交互

6.4.1 设备属性上报



1. 设备属性上报 LLEvent 数据格式，对应数据模版的 Report 操作。

Type	Length	Property Value
0x00	2 Bytes length	TLV 数据

说明：属性支持增量上报，即可以省略某些属性。

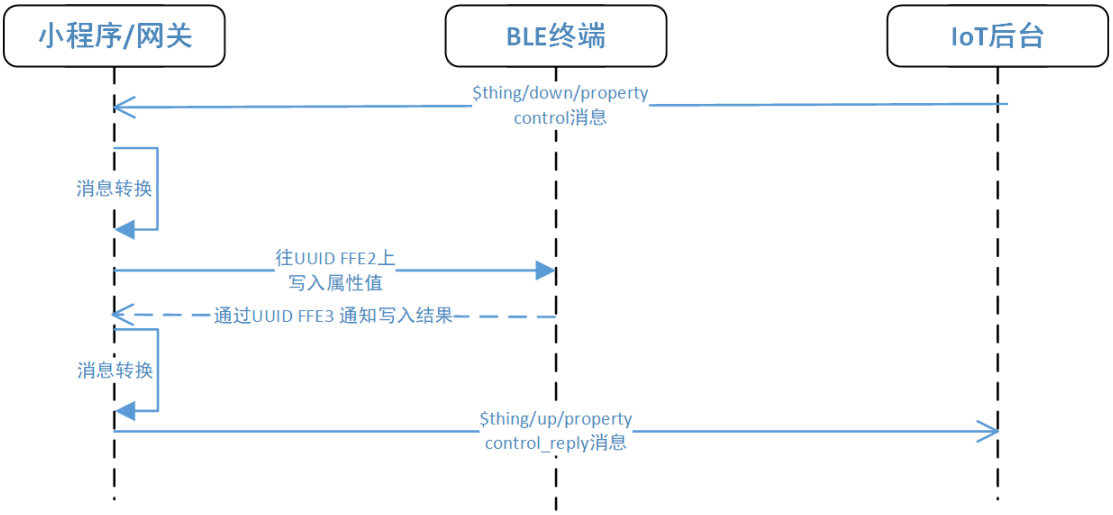
Property Value 中可以包含多个 Property 的数据。示例

数值	描述
00	Type
00, 0F	Length
00, 01	Propert Power Switch = 1
81, 00, 01	Property Color = 1
22, 00, 00, 00, 23	Property Brightness = 0x23
43, 00, 02, 31, 32	Property Name = “12”

2. 属性上报结果通过 LLData 通知设备，对应数据模版的 report_reply 操作

Header	Value
0x20	1 Byte Reply_Result

6.4.2 设备远程控制



1. 通过 LLData 远程控制设备，对应数据模版的 control 操作.

Type	Length	Property Value
0x00	2 Bytes length	TLV 数据

说明：属性支持增量下发，即可以省略某些属性。

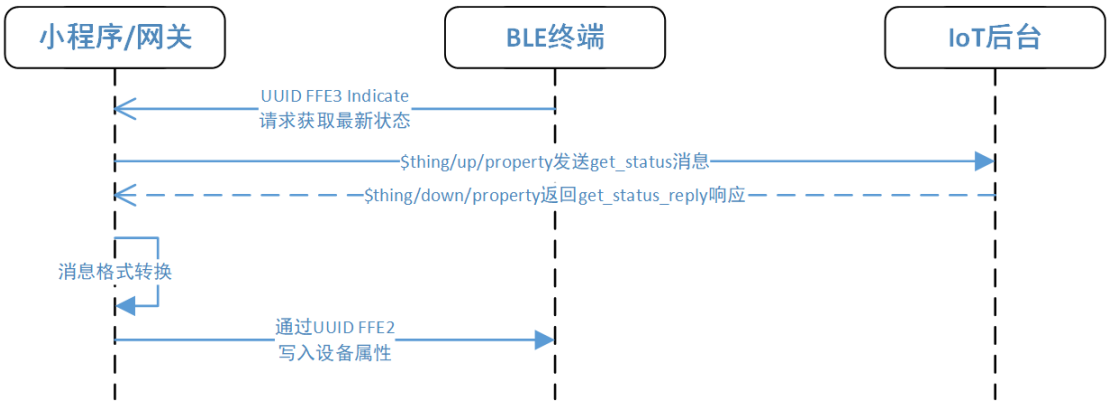
Property Value 中可以包含多个 Property 的数据。示例

数值	描述
00	Type
00，0F	Length
00，01	Property Power Switch = 1
81，00，01	Property Color = 1
22，00，00，00，23	Property Brightness = 0x23
43，00，02，31，32	Property Name = “12”

2. 设备通过 LLEvent 上报操作结果，对应数据模版的 control_reply 操作

Type	Length	Value
0x01	2 Bytes length	1 Byte Reply_Result

6.4.3 获取设备最新信息



1. 设备通过 LLEvent 获取最新信息，对应数据模版的 get_status 操作

Type
0x02

2. 小程序通过 LLData 下发最新信息，对应数据模版的 get_status_reply 操作

Type	Result	Length	Property Value

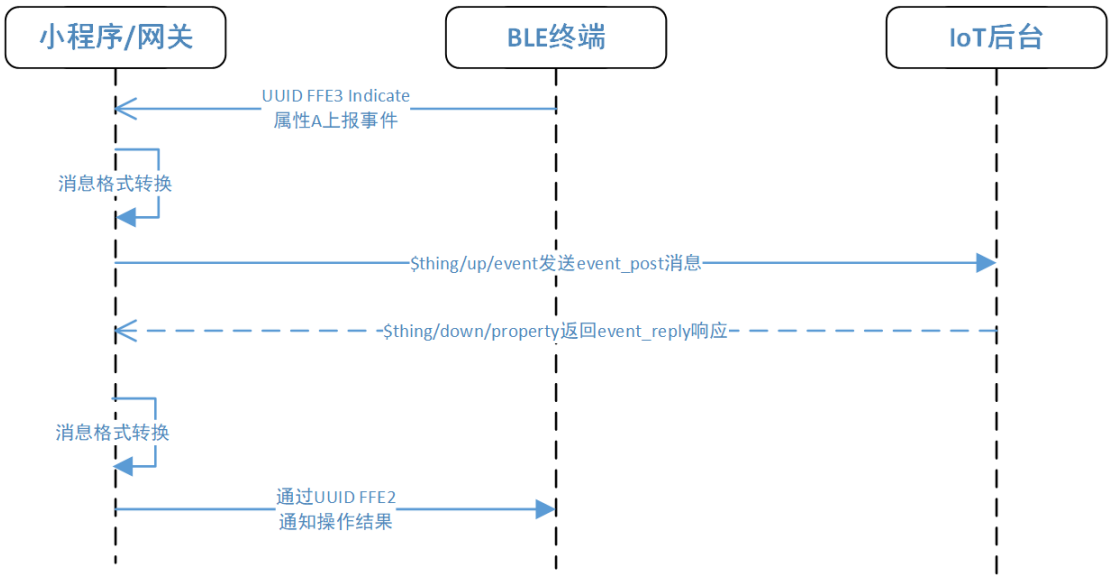
0x22	1 Byte Reply_Result	2 Bytes value length	TLV 数据

说明：设备最新信息支持增量下发，即可以省略某些属性。

Property Value 中可以包含多个 property 的数据。

数值	描述
22	Type
00	Reply_Result = 成功
00，0F	Length
00，01	Property Power Switch = 1
81，00，01	Property Color = 1
22，00，00，00，23	Property Brightness = 0x23
43，00，02，31，32	Property Name = “12”

6.4.4 设备事件上报



1. 设备通过 LLEvent 上报事件，对应数据模版中的 event_post 操作

Type	Length	Event id	Event value
0x03	2 Bytes length	1 Byte event id	TLV 数据

说明：事件支持增量上报。

Event value 中可以包含多个 event 参数。示例

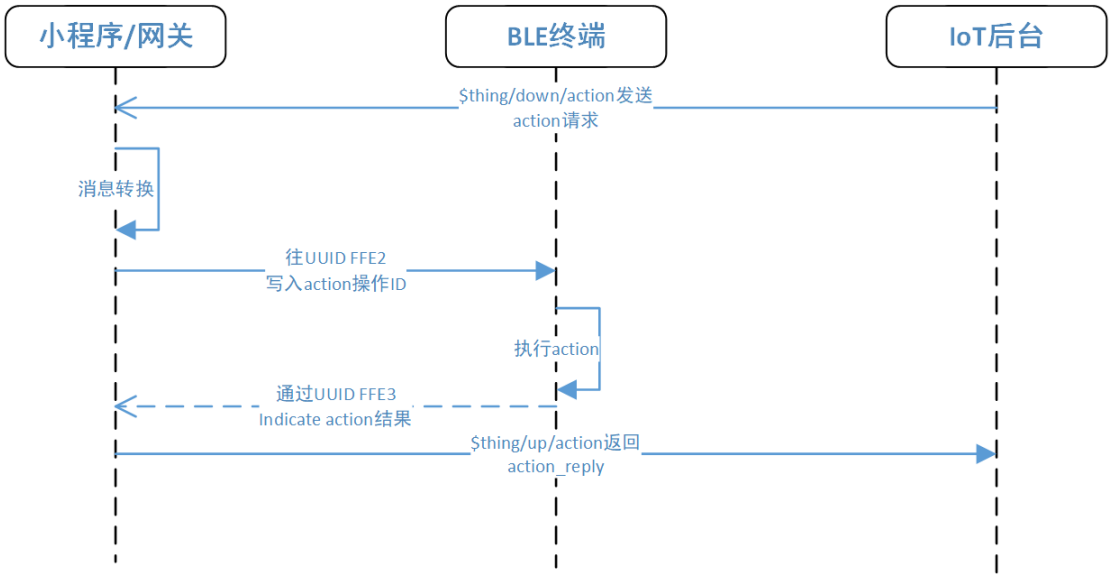
数值	描述
03	Type
00，11	Length
02	Event id
40， 00，08， 31，32，33，34，35，36，37，38	Event Param Name = “12345678”
21，00，00，04，00	Event Param Error Code = 0x400

2. 通过 LLData 返回操作结果，对应数据模版中的 event_reply 操作

Type	Value
见章节 4.3	1 Byte Reply Result

说明：假设 event id = 0，那么 Type 字段应该是 0x60。

6.4.5 设备行为调用



1. 通过 LLData 向设备发起行为调用请求，对应数据模版中的 action 操作

Type	Length	Action Value

见章节 4.2	2 Bytes length	TLV 数据

说明：假设 action id = 0，那么 Type 字段应该是 0x80。

Action value 中可以包含多个 input 参数。示例

数值	描述
80	Type
00, 0B	Length
20, 00, 00, 00, 04	input id interval = 0x04
41, 00, 04, 31, 32, 33, 34	input id message = “1234”

2. 设备通过 LLEvent 上报行为调用结果，对应数据模版中的 action_reply 操作

Type	Length	Value		
		Result	Action id	Response params
0x04	2 Bytes length	1 Byte Reply_Result	1 Byte action id	TLV 数据

Response param 中可以包含多个 response 参数。示例

数值	**描述**
04	Type
00, 0F	Length
00	Reply Result = 成功
00	action id = 0
00, 01	Response Result = 1
41, 00, 08, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38	Response message = “12345678”

6.5 设备信息上报

1. 连接成功后，设备通过 LLEvent 主动向小程序/网关上报设备信息，包括协议版本号，设备需要设置的 MTU 大小和设备固件版本号。

Type	Length	Value			
		LLSync version	MTU Filed	Firmware version	
				Length	Payload

0x08	2 Bytes	1 Byte	2 Bytes	1 Byte	N (<=32) Bytes

说明：

1. *版本号与 LLSync Advertisement 中必须一致。*
2. *示例，08 00 09 02 00 14 05 30 2e 30 2e 31，LLSync 版本号为 2，mtu 大小设置为 0x14，固件版本号长度 5 字节，固件版本号为”0.0.1”。*

MTU Filed 定义：

Bit	15	14	…	11	10	…	0
说明	mtu flag	Reserved			MTU 大小		

说明：

1. *Bits 0 - Bits 10 用来表示设备端通信使用的 MTU 大小 mtu_size；*
2. *Bits 15 用来向小程序表示是否设置 MTU。当 mtu flag 为 1 时，小程序需要按照设备上传的 mtu_size 进行 MTU 设置；当 mtu flag 为 0 时，小程序不设置 MTU ，使用 mtu_size 进行分片。需要小程序去设置 MTU 的原因是：在安卓手机上如果小程序不显式设置 MTU，双方会使用默认 MTU 为 23 进行通信；在 IOS 上不存在该问题。*
3. *Bits 11 - Bits 14 预留。*

2. 小程序收到设备信息上报后，需要检查 mtu flag。当 mtu flag 设置为 1 时：

安卓系统上，小程序需要调用 MTU 设置接口修改 MTU，并通过 LLDeviceInfo 通知设备端设置结果。

Type	Value
0x09	2 Byte Result

说明：

1. *0 表示设置成功，0xFFFF 表示设置失败，其他表示设置成功的 MTU 值。*
2. *当前小程序只能获取到设置成功失败，无法获取到设置成功的具体 MTU 值。*

IOS 系统上，小程序无法设置 MTU，在蓝牙连接时 IOS 系统会设置 MTU，LLSync SDK 可以直接上报 IOS 系统设置的 MTU 给小程序用来通信。

3. 在手机上设置 MTU 后，由于小程序无法得知设置成功的 MTU 数值，因此还需要设备通过 LLEvent 将最终的 MTU 数值上报给小程序，最终完成 MTU 的协商。

Type	Length	Value
		MTU size
0x0C	2 Bytes	2 Bytes

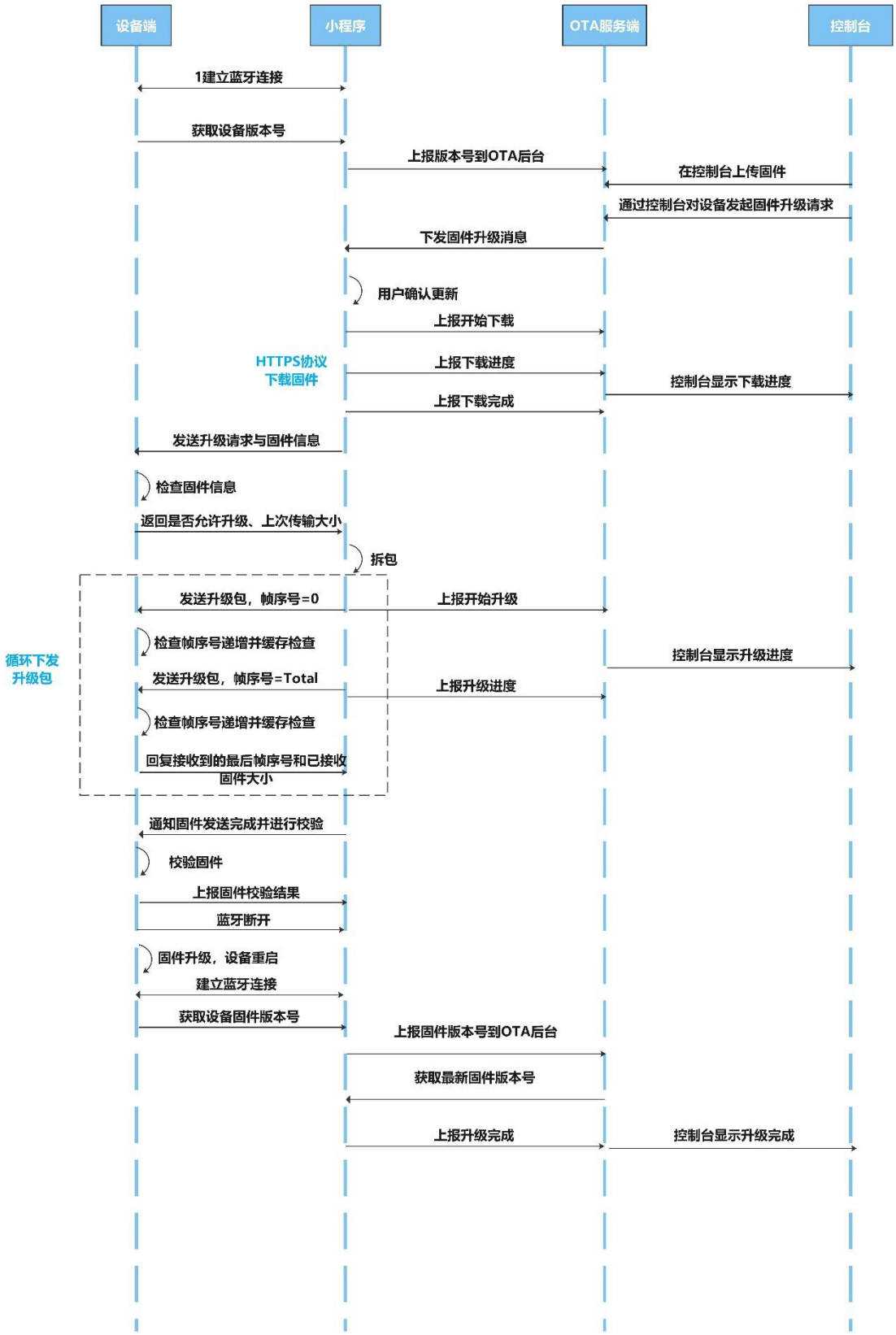
说明：

1. *在安卓上小程序设置 MTU 失败时，设备端上报 MTU = 20，即默认 ATT_MTU - 3。*
2. *在安卓上小程序设置 MTU 成功，设备端会将蓝牙 SDK 获取到最新 MTU 值上报给小程序。*
3. *在 IOS 上，当 IOS 系统设置 MTU 后，设备端会将蓝牙 SDK 获取到最新 MTU 值上报给小程序。*

6.6 设备 OTA

设备 OTA 流程图如下，设备端只关心和小程序的数据交互。包括：

- 设备端主动上报版本号
- 小程序下发升级请求
- 设备端应答升级请求
- 小程序下发升级数据包
- 设备端应答升级数据包
- 小程序通知下发结束
- 设备端上报文件校验结果


设备端
小程序
OTA服务端
控制台
1建立蓝牙连接
获取设备版本号
上报版本号到OTA后台
在控制台上传固件
通过控制台对设备发起固件升级请求
下发固件升级消息
用户确认更新
上报开始下载
HTTPS协议
下载固件
上报下载进度
控制台显示下载进度
上报下载完成
发送升级请求与固件信息
检查固件信息
返回是否允许升级、上次传输大小
拆包
循环下发
升级包
发送升级包，帧序号=0
上报开始升级
检查帧序号递增并缓存检查
控制台显示升级进度
发送升级包，帧序号=Total
上报升级进度
检查帧序号递增并缓存检查
回复接收到的最后帧序号和已接收
固件大小
通知固件发送完成并进行校验
校验固件
上报固件校验结果
蓝牙断开
固件升级，设备重启
建立蓝牙连接
获取设备固件版本号
上报固件版本号到OTA后台
获取最新固件版本号
上报升级完成
控制台显示升级完成

6.6.1 固件版本上报

设备通过 LLEvent 进行固件版本号上报，见 6.5 中一并上报。

6.6.2 升级请求包

小程序通过 LLOTA 下发升级请求包到设备。

Type	Length	Value			
		File size	File crc	File version len	File version
0x00	2 Bytes	4 Bytes	4 Bytes	1 Byte	1 ~ 32 Bytes

说明：

1. *约定使用 CRC32 进行文件校验。*
2. *升级请求包分片规则请参见 LLEvent 分片规则。*

示例：

00 00 0e 00 00 00 ff 18 70 16 3c 05 30 2e 30 2e 31，文件大小为 0xFF，文件 CRC 为 0x1870163C，文件版本为 0.0.1

对上述数据应用分片规则，可以分为三包：

00 40 04 00 00 00 ff

00 80 04 18 70 16 3c

00 c0 06 05 30 2e 30 2e 31

也可以分为两包：

00 40 08 00 00 00 ff 18 70 16 3c

00 c0 06 05 30 2e 30 2e 31

分包数量也可以大于三包，大于三包时会有多个 0x00,0x80 开头的数据包。

分包数量取决于数据长度和 ATT MTU 大小，LLSync 会自动处理分包和组包，用户无需关心。

6.6.3 升级请求应答包

设备通过 LLEvent 对升级请求作出应答。

Type	Length	Value	
		Indicate	Payload
0x09	2 Bytes	1 byte	N Bytes

升级请求应答包中 value 由 1 字节 indicate 和 N 字节的 payload 构成。

- indicate 表示升级请求的请求结果。
- payload 是请求结果的延伸字段。

indicate 定义：

Bit	说明
0	0：禁止升级 1：允许升级
1	0：不支持断点续传 1：支持断点续传
2 ～ 7	Reserved

不同的 indicate 字段会有不同的 payload。

当允许升级时 payload 定义如下：

字段	说明
1 byte total package numbers	单次循环中可以连续传输的数据包个数，取值范围 0x00 ~ 0xFF。
1 byte package length	单个数据包大小，取值范围 0x00 ~ 0xF0。
1 byte data retry time	数据包的超时重传周期，单位：秒
1 byte device reboot time	设备重启最大时间，单位：秒
4 bytes last received file size	断点续传前已接收文件大小
1 byte package send interval	小程序连续两个数据包的发包间隔

说明：

1. *不支持断点续传时，已接收文件大小恒为 0。*
2. *小程序连续 5 个超时重传周期内没有收到设备端回应，认为升级失败。*
3. *设备重启最大时间是设备下载成功后重启设备，小程序等待设备上报新版本号的最大时间，超出此时间小程序认为升级失败。*
4. *升级请求应答包分片规则请参见 LLEvent 分片规则。*

示例：

0a 00 09 03 10 0f 05 14 00 00 00 00，表示设备端允许升级且支持断点续传，单次循环传输 0x10 个数据包，每个数据包数据长度为 0x0F，数据包超时设置为 5 秒，设备重启时间最大为 20 秒，断点续传前文件大小为 0

当禁止升级时 payload 表示禁止升级的原因：

错误码	说明
2	设备电量不足
3	版本号错误

示例：

0a 00 02 00 02,表示设备端禁止升级，因为设备电量过低

6.6.4 升级数据包

小程序通过 LLOTA 下发升级数据包到设备。

Type	Length	Value	
		Seq	Payload
0x01	1 Byte	1 Byte	N Bytes

说明：

1. *length 字段表示 seq 和 payload 的长度之和。*
2. *seq 表示数据包在单次循环中的序列号，从 0 开始，每一包数据增加 1，直到 total package numbers - 1 结束，单次循环结束后重新从 0 开始。*

示例：

01 10 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01，表示 seq 为 0x01 的数据包，数据总长度为 0x10，有效数据长度为 0x0F，即 0x0F 个 0x01。

6.6.5 升级数据应答包

设备通过 LLEvent 对升级数据包作出应答。

Type	Length	Value	
		Next Seq	File size
0x0A	2 Bytes	1 byte	4 Bytes

说明：

1. *next seq 是设备收到的数据包的 seq 的下一个 seq，file size 是设备已接收的正确文件的大小。*
2. *设备收到单个循环的所有数据包后，使用 next seq 和 file size 对此次循环作出应答，小程序收到应答后再发送下一循环的数据包数据包。*
3. *设备收到错误的 seq 时，发送应答包给小程序请求重传，小程序根据设备上报的 next seq 和 file size 重新传输数据，小程序应该从 file size 处开始传输，seq 等于 next seq。*
4. *当传输出错时，在一个数据重传周期内，设备端只会上报一次数据应答包。*
5. *连续 5 个数据重传周期内没有收到正确的数据包，设备端认为升级失败，用户可以控制断开连接。*
6. *升级数据包最后一个循环中数据包可能不足 total package numbers，设备会根据文件大小计算，以便在收到最后一个数据包时仍然可以发送数据应答包。*

示例：

0b 00 05 0f 00 00 00 f0，表示设备端收到的最后一个数据包的 seq 为 0x0F，设备当前接收的正确文件的大小为 0xF0

6.6.6 升级数据结束通知包

小程序通过 LLOTA 通知设备升级数据包下发结束。

Type
0x02

说明：

1. *小程序文件下发结束后通知设备端进行固件检查并上报结果。*

6.6.7 上报固件检查结果

设备通过 LLEvent 上报升级文件的校验结果。

type	length	value
0x0B	2 Bytes	校验结果定义

校验结果定义：

Bit	说明
7	1 ： 校验通过 0 ： 校验失败
6 ～ 0	0 ： 文件 CRC 错误 1 ： flash 操作失败 2 ： 文件内容错误

说明：

1. *使用 1 字节表示校验结果，Bit 7 表示校验是否通过，如果文件校验错误，Bit 6 ～ 0 表示具体的错误原因。*

示例：0c 00 01 80，表示文件校验通过

7. 蓝牙辅助配网

本章节介绍基于 LLSync 协议的蓝牙辅助配网规范，LLSync 配网功能沿用了 LLSync 标准蓝牙功能的部分协议，例如数据分片协议、MTU 设置协议等。LLSync 配网功能只做网络配置，不涉及连接鉴权、设备绑定等功能。

7.1 广播数据和服务

LLSync 辅助配网功能广播数据包和 LLSync 标准蓝牙功能广播数据包不同。

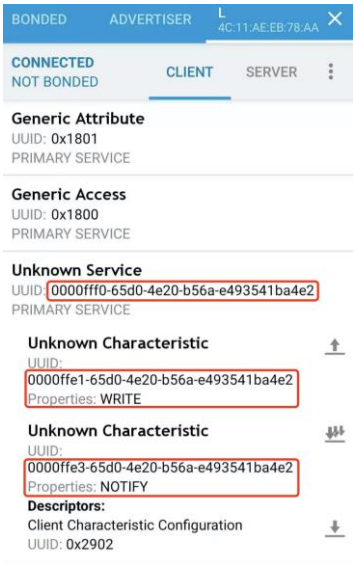
1. Service UUID 为 0xFFF0。
2. 厂商数据格式固定。

LLSync 协议版本号	MAC	Product ID
0x02	6 字节设备地址	10 字节产品 ID

广播数据包示例：

LLSync 辅助配网功能使用了 LLDeviceInfo（0xFFE1）和 LLEvnet（0xFFE3）两个特征值。小程序通过 LLDeviceInfo 向设备写入数据，设备通过 LLEvent 向小程序上报数据。

蓝牙服务示例：



7.2 配网数据交互

7.2.1 设备信息获取

1. 蓝牙连接成功后，小程序通过 LLDeviceInfo 向设备下发信息获取指令。

Type
0xE0

该报文不携带任何内容。

2. 设备通过 LLevnet 向小程序回复设备信息。

Type	Length	Value			
		LLSync version	MTU Filed	Device name	
				Length	name
0x08	2 Bytes	1 Byte	2 Bytes	1 Byte	N (<=48) Bytes

a. 配网功能和标准蓝牙功能的该报文 Value 部分不一致，对比章节 6.5。

b. MTU 设置功能参考章节 6.5。

7.2.2 WIFI 模式设置

1. 小程序通过 LLDeviceInfo 向设备下发指令设置 WIFI 模式，当前仅支持 STA 模式。

Type	Value
0xE1	1 Byte WIFI-Mode

WIFI-Mode：

Mode	值
NULL	0x00
STA	0x01

2. 设备通过 LLEvent 向小程序回复设置结果。

Type	Length	Value
0xE0	2 Bytes length	1 Byte Result

说明：0x00 表示切换成功，0x01 表示切换失败。

7.2.3 WIFI 信息下发

1. 小程序通过 LLDeviceInfo 向设备传输 WIFI 信息，包括 SSID 和 PASSWORD。

Type	Length	value			
		SSID		PASSWORD	
0xE2	2 Bytes	1 Byte Length	SSID	1 Byte Length	PASSWORD

2. 设备通过 LLEvent 向小程序回复 WIFI 信息设置结果。

Type	Length	Result
0xE1	2 Bytes	1 Byte

说明：0x00 表示设置成功，0x01 表示切换失败

7.2.4 请求 WIFI 连接

1. 小程序通过 LLDeviceInfo 向设备下发连接 WIFI 指令。

Type
0xE3

2. 设备开始连接 WIFI，连接结束后将结果上报给小程序。

Type	Length	Value				
		WIFI-Mode	Station 状态	SoftAp 状态	SSID Length	SSID
0xE2	2 Bytes	1 Byte	1 Byte	1 Byte	1 Byte	N Bytes

说明：

1. WIFI-Mode 当前仅支持 STA。

2. Station 状态表示 WIFI 是否连接，0x00 表示已连接，0x01 表示未连接。

3. SoftAp 状态当前不使用。

4. 已连接时需要将当前的 SSID 上报，未连接时 SSID Length 设置为 0。

7.2.5 设备 Token 下发

1. 小程序从后台获取设备 Token 后通过 LLDeviceInfo 下发给设备。设备通过 C-SDK 将 Token 上报给 IoT 后台进行验证。

Type	Value	
	Token Length	Token
0xE4	2 Bytes Length	N Bytes Data

2. IoT 后台将 Token 的验证结果返回给设备，设备通过 LLEvent 上报给小程序。

Type	Length	Value
0xE3	2 Bytes	1 Byte Result

说明：0x00 表示设置成功，0x01 表示切换失败

7.2.6 配网日志获取

1. 配网失败后，可以在小程序端获取设备配网日志进行问题分析。小程序通过 LLDeviceInfo 向设备下发日志上报指令。

Type
0xE5

2. 设备通过 LLEvent 向小程序上报配网过程中产生的日志。

Type	Length	Value	
0xE4	2 Bytes	Log Type	Msg Content
		1 Byte	N Bytes

说明：Log Type 为 0x00 表示设备可能存储的未上报的错误日志，0x01 表示设备本次产生的错误日志，0x02 表示普通的配网过程日志。