

课程目录

1. STM32WL 简介
2. STM32WL 硬件简介
3. STM32WL 软件简介
4. LoRa和LoRaWAN介绍
5. STM32WL LoRa 例程介绍
6. STM32WL 使用STM32 CubeMX 创建LoRa 节点应用
7. STM32WL LoRa RF 测试
8. STM32WL 安全特性介绍
9. STM32WL FUOTA 应用设计



life.augmented

STM32WL FUOTA 应用设计

David Liu



本节课程目录

1 STM32WL FUOTA 概览

5 总结

2 LoRaWAN FUOTA 的应用架构

3 STM32WL FUOTA 应用中的SBSFU

4 STM32WL LoRaWAN FUOTA例程简介



life.augmented

STM32WL FUOTA 概览



无线固件更新（FUOTA）

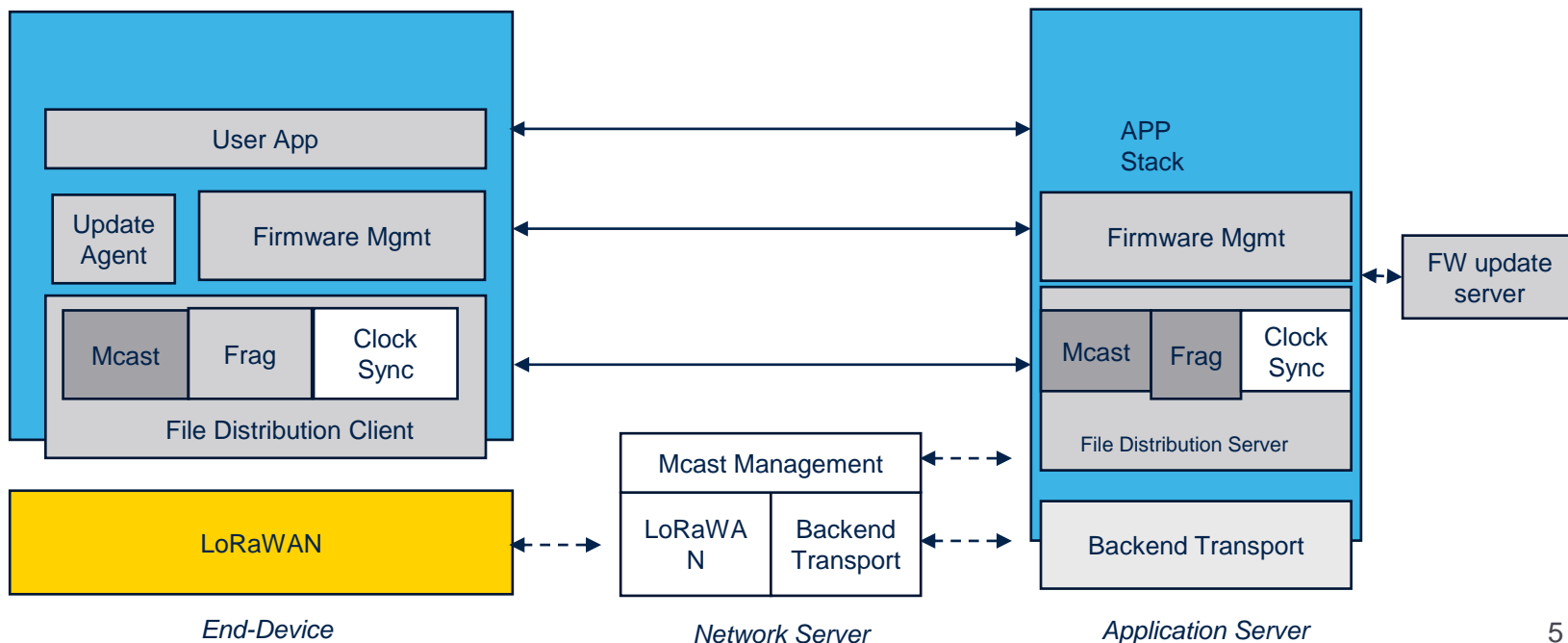
- LoRa® 联盟FUOTA技术工作组

- 致力于LoRaWAN固件管理协议规范,
- 该文档定义了右侧工作框图

- OTA固件更新利用了LoRa®联盟（Synch, FragMgt, MultiCast和FWMgt）标准化的客户端-服务器协议。

- FUOTA 基本步骤

- 1.节点设备制造商生成更新固件
- 2.将更新传输并提交到节点设备管理服务器
- 3.将固件下载到节点设备
- 4.通过更新代理更新节点设备固件



STM32WL LoRa® FUOTA

STM32WL无线固件更新（FUOTA）

STM32WL FUOTA应用程序：

- 支持完整的固件升级（整个固件发送到节点设备）
- 仅适用于Class C模式
- 仅在STM32WL55xx目标上运行
- 支持用于加密服务的SE/KMS或第三方中间件mbed-crypto



无线固件更新（FUOTA）流程

- **通信**
 - 新的FW从服务器通过LoRaWAN协议传输到客户端（节点）
 - 工作在Class-C 模式，数据以单播或组播模式传输
- **FW更新**
 - FW更新任务由Update Agent module 执行
 - Update Agent module基于 SBSFU功能实现FW更新
- **存储**
 - FW存储由SBSFU 管理
- **安全**
 - 通过 LoRaWAN 协议 和 SBSFU 实现安全更新

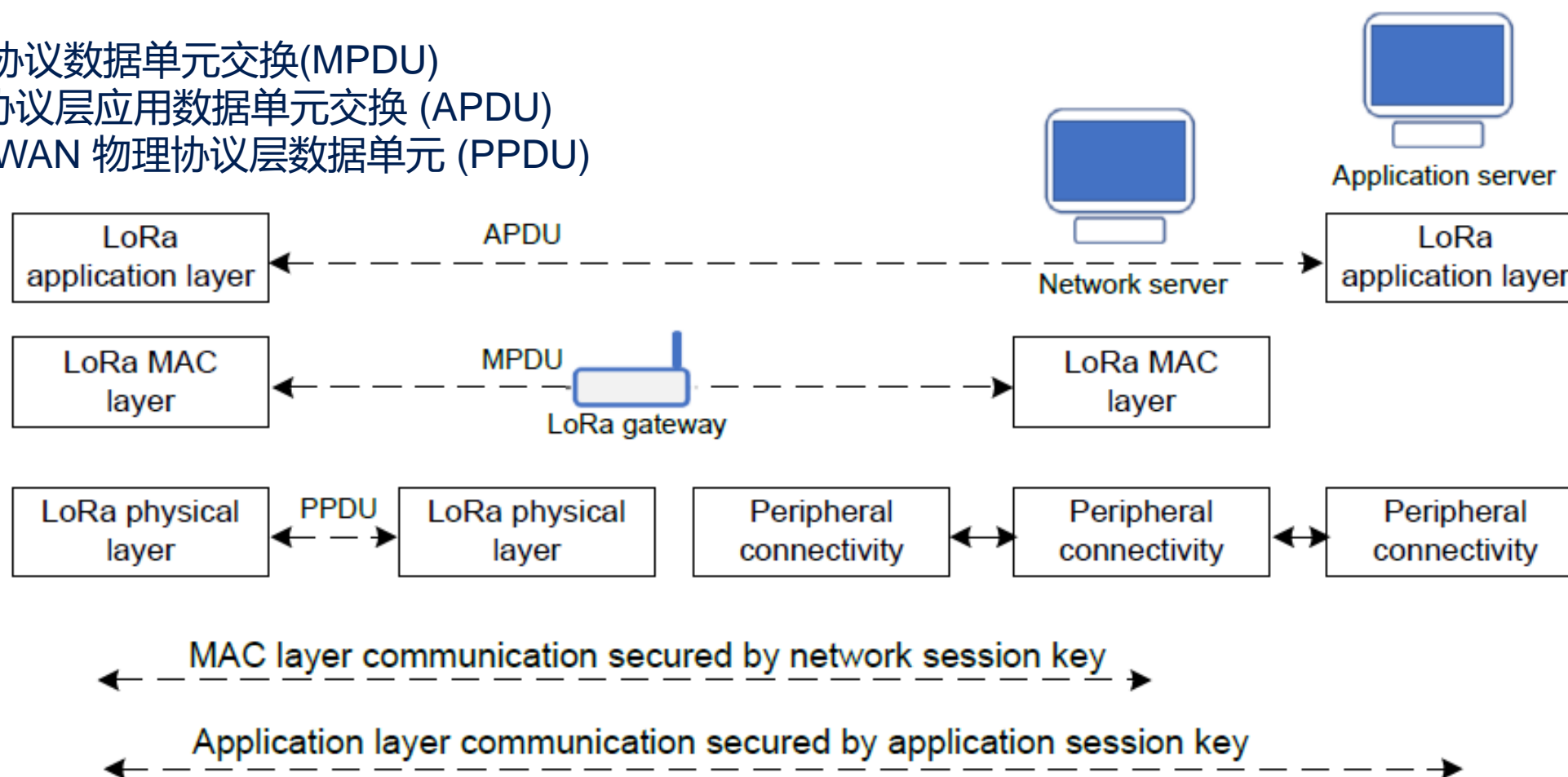
LoRaWAN FUOTA 的应用架构



网络协议架构

LoRaWAN 协议由 MAC 层和在 LoRa 物理层上运行的应用层组成

- MAC协议数据单元交换(MPDU)
- 应用协议层应用数据单元交换 (APDU)
- LoRaWAN 物理协议层数据单元 (PPDU)



LoRaWAN协议分层架构

Physical层提供以下服务：

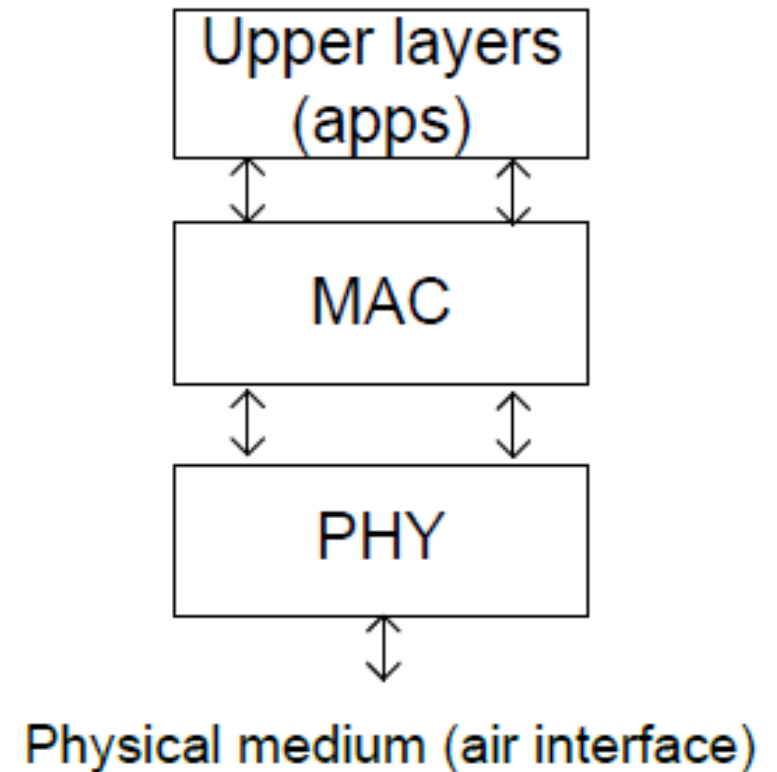
- PHY 数据服务: 启用物理协议数据单元 (PPDU) 的 Tx/Rx
- PHY 管理服务: 启用个人区域网络信息库 (PIB) 管理

MAC 层提供以下服务：

- MAC 数据服务: 允通过PHY层 传输和接收 MAC 协议数据单元(MPDU)
- MAC 子层管理: 启用 PIB 管理

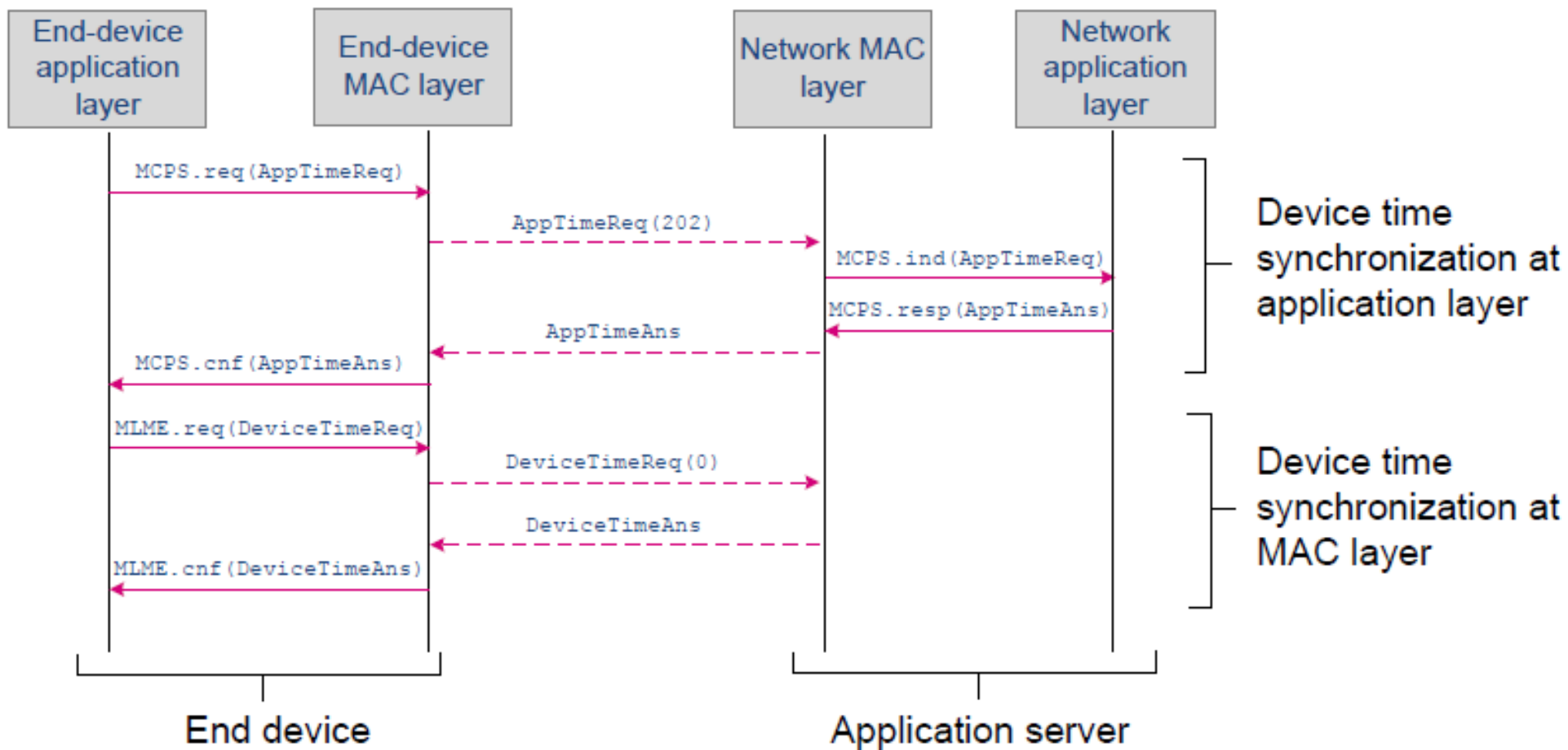
应用层提供了多个运行在 LoRaWAN 协议上的消息包。

- 远程组播设置包(FPort 200)
- 分片数据块传输包(FPort 201)
- 时钟同步包(FPort 202)
- 固件管理包(FPort 203)
- 更新代理模块(Update agent module)
- 应用程序



网络/节点互通——时间同步

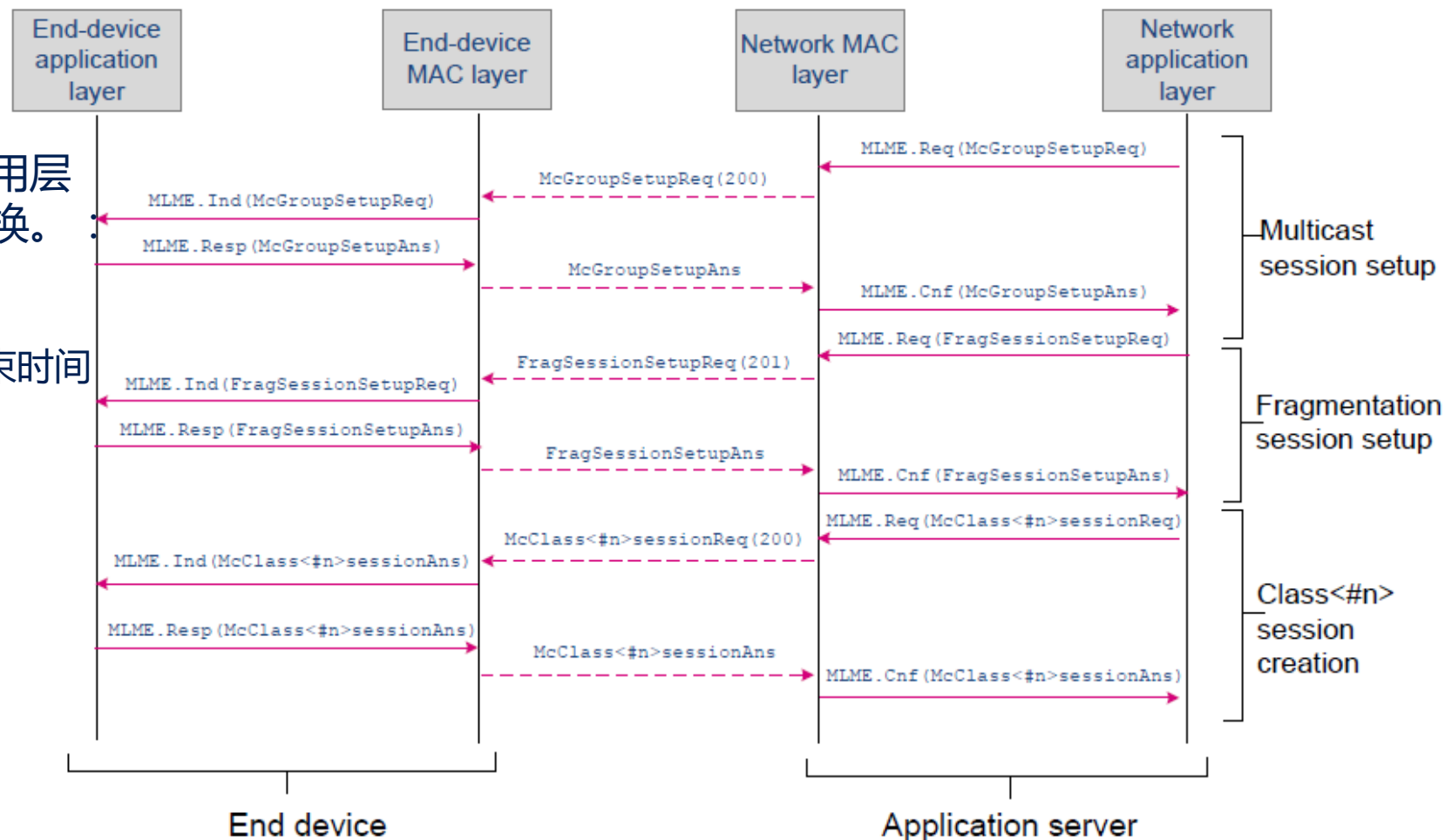
在设置 FUOTA 会话之前，终端设备必须使用 AppTimeReq 或 DeviceTimeReq 与网络同步其时间，如下图所示。



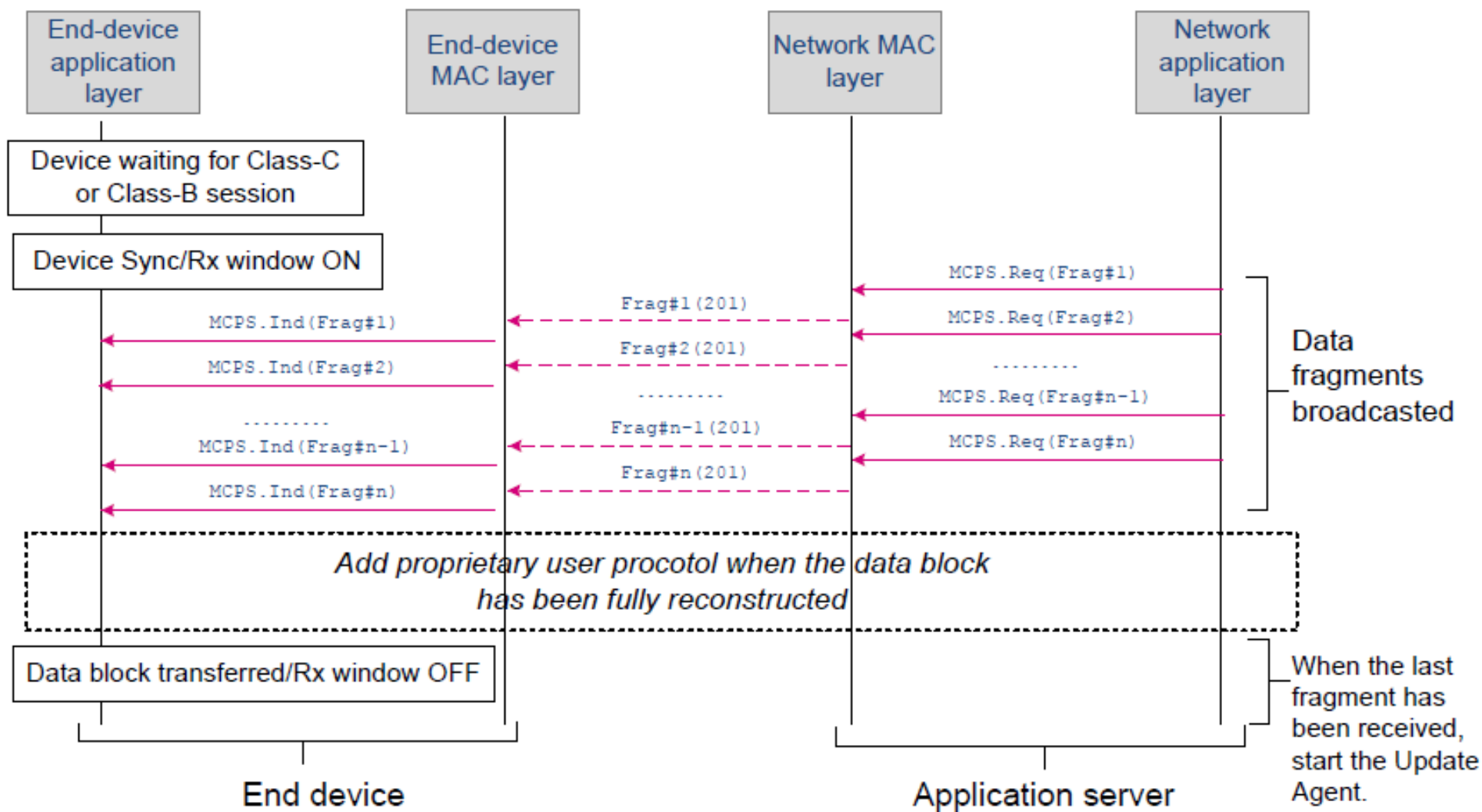
网络/节点互通——多播、分段设置和会话创建

要在应用层接收数据块，需要在网络应用层和终端设备应用层之间进行一些参数交换。

- 多播组 ID
- 分片参数（分片编号和分片大小）
- 多播组 Class C 会话的开始时间和结束时间参数



网络/节点互通——片段广播和安全固件更新过程





life.augmented

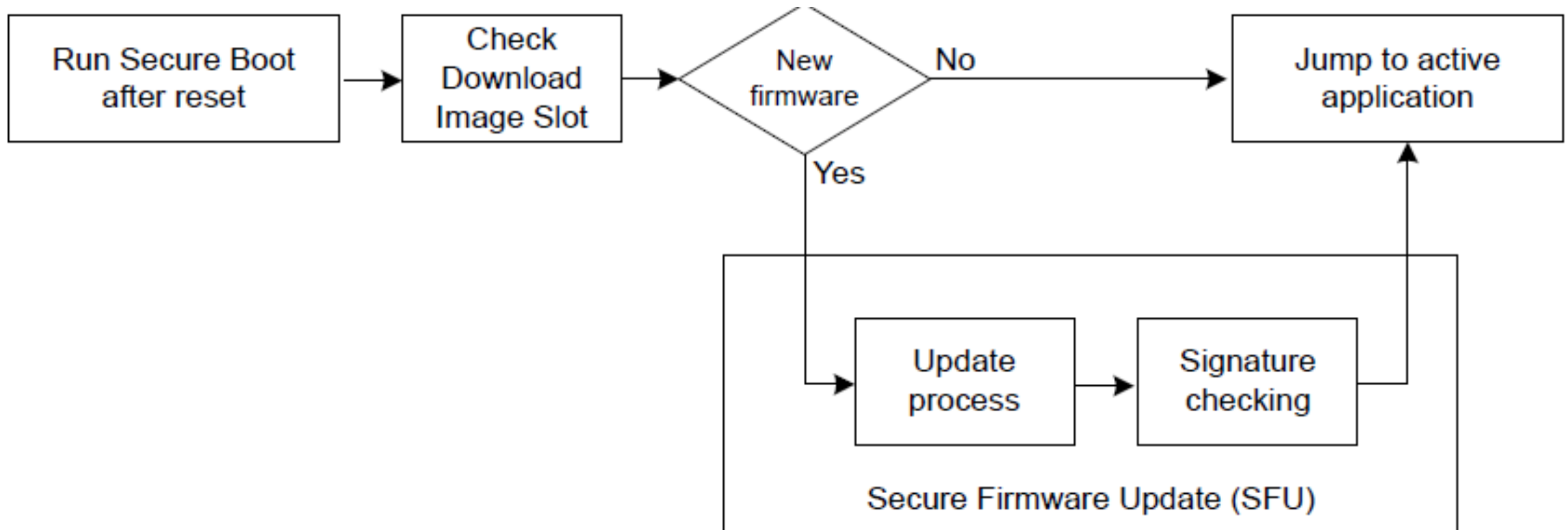
STM32WL FUOTA 应用中的SBSFU

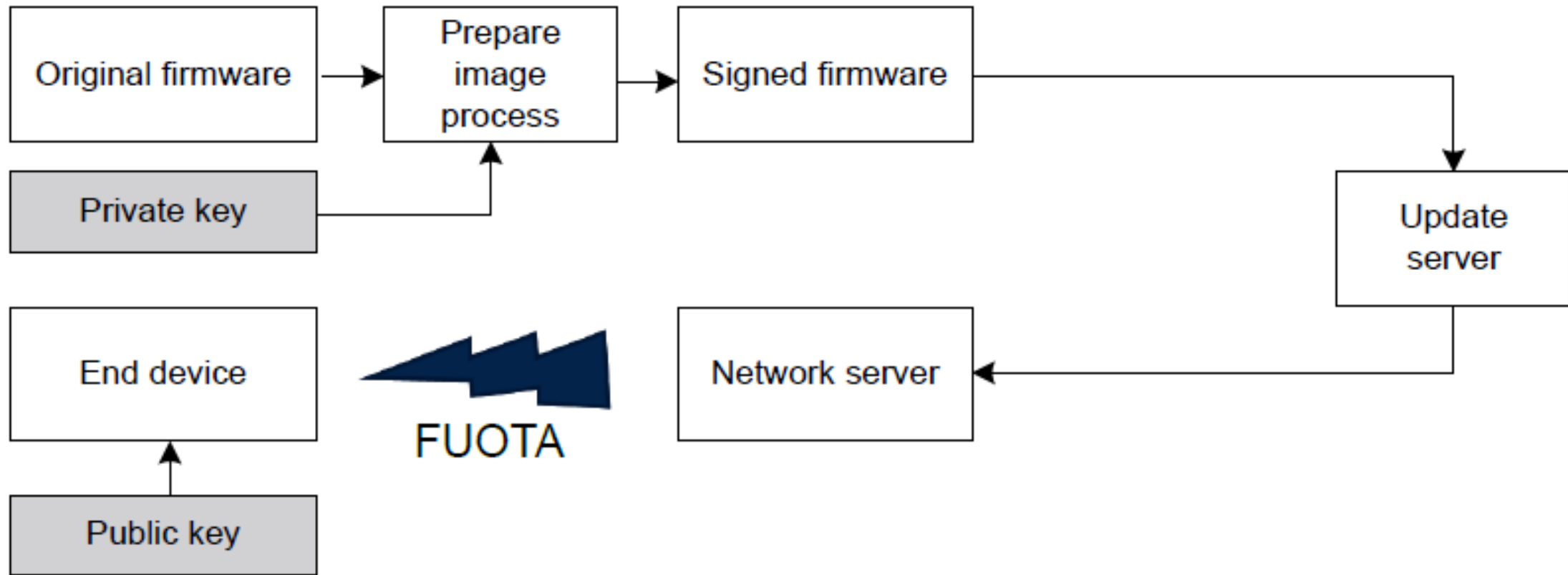


Secure Boot (SB)安全启动

- **Secure Boot (root-of-trust services)安全启动**
 - 安全启动软件存储在MCU 只读存储器中，并对执行的用户应用程序的完整性/真实性进行检查。
 - 每次发生复位时都会执行安全启动，并检查是否有新的固件更新需要完成。
 - 检查并激活 STM32 安全机制，以保护关键操作和秘密数据免受攻击。
 - 在每次执行之前检查用户应用程序代码的真实性和完整性，以确保无效或恶意代码不会被运行。

Secure Firmware Update (SFU)安全更新





- **节点的存储器**

- 节点设备的存储器大小（Flash/RAM）对FUOTA 功能有直接影响。 所需的存储器大小取决于固件映像的大小、管理新固件映像的技术以及bootloader的需求。

- **更新代理(Update Agent)**

- 在 FUOTA 过程的第一步（将数据块从服务器传输到节点设备），每次节点设备接收到来自服务器的片段时，它都会存储在闪存中的下载映像槽中。
- 当从服务器接收到整个数据块（新固件映像）（接收到所有片段并完成重组）时，更新代理会生成一个 NVIC_Reset 操作，以便将 MCU 的控制权转移到安全启动，以完成后续的安全更新。



life.augmented

STM32WL LoRaWAN FUOTA例程简介



STM32WL LoRaWAN FUOTA 工程目录

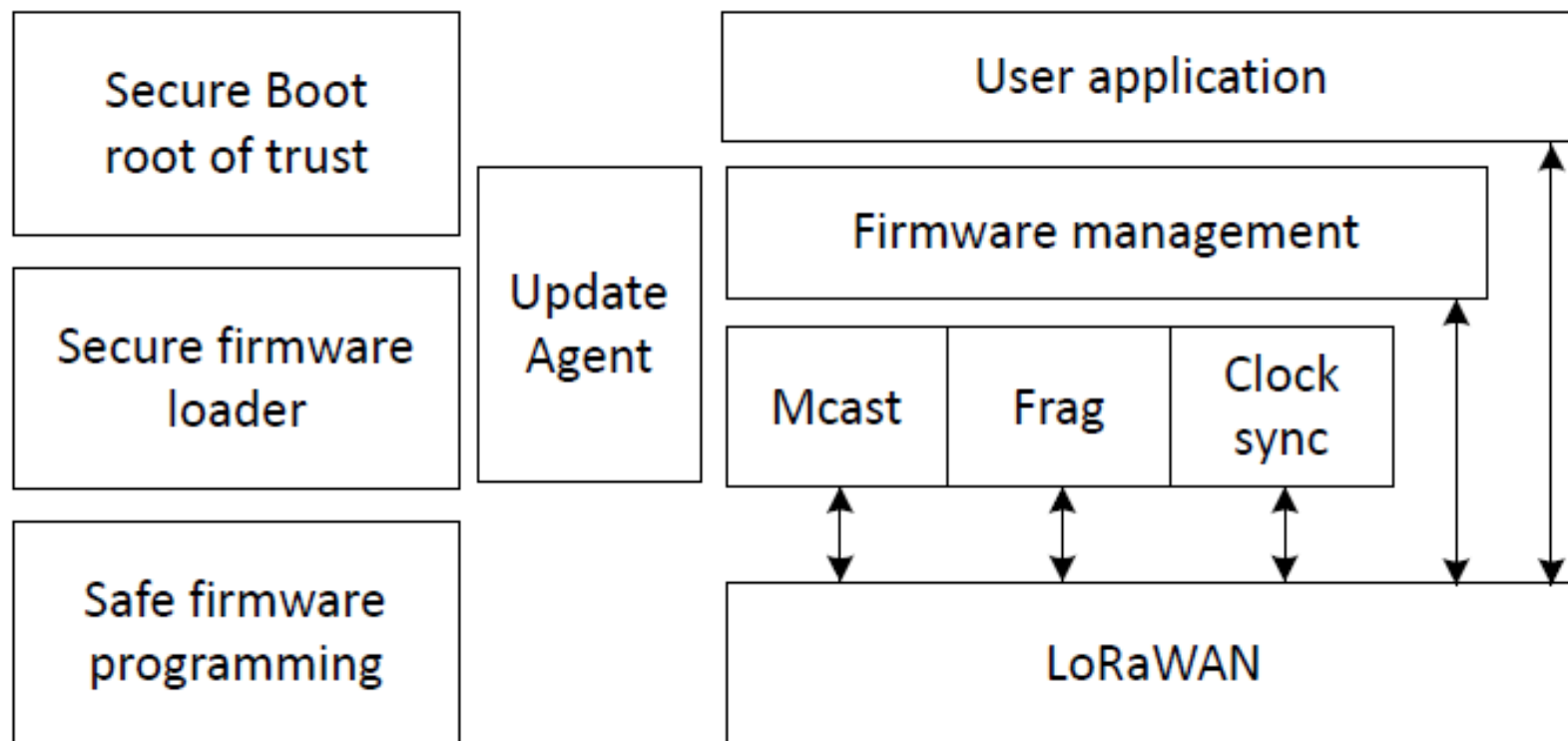
STM32Cube_FW_WL_V1.1.0\Projects\NUCLEO-WL55JC\Applications\LoRaWAN_FUOTA_DualCore

- 2_Images_KMS_Blob → 生成要下载的密钥管理服务 Blob 二进制文件，通过 ImportBlob() API 使用 KMS
- 2_Images_SBSFU → 主要负责安全启动和安全升级的流程管理
- 2_Images_SECoreBin → 定义加解密方案，为保护密钥和加解密操作提供安全的环境
- Linker_Common
- LoRaWAN_End_Node_DualCore → 实现FOTA功能的双核LoRa应用程序
- Scripts

LoRaWAN 架构

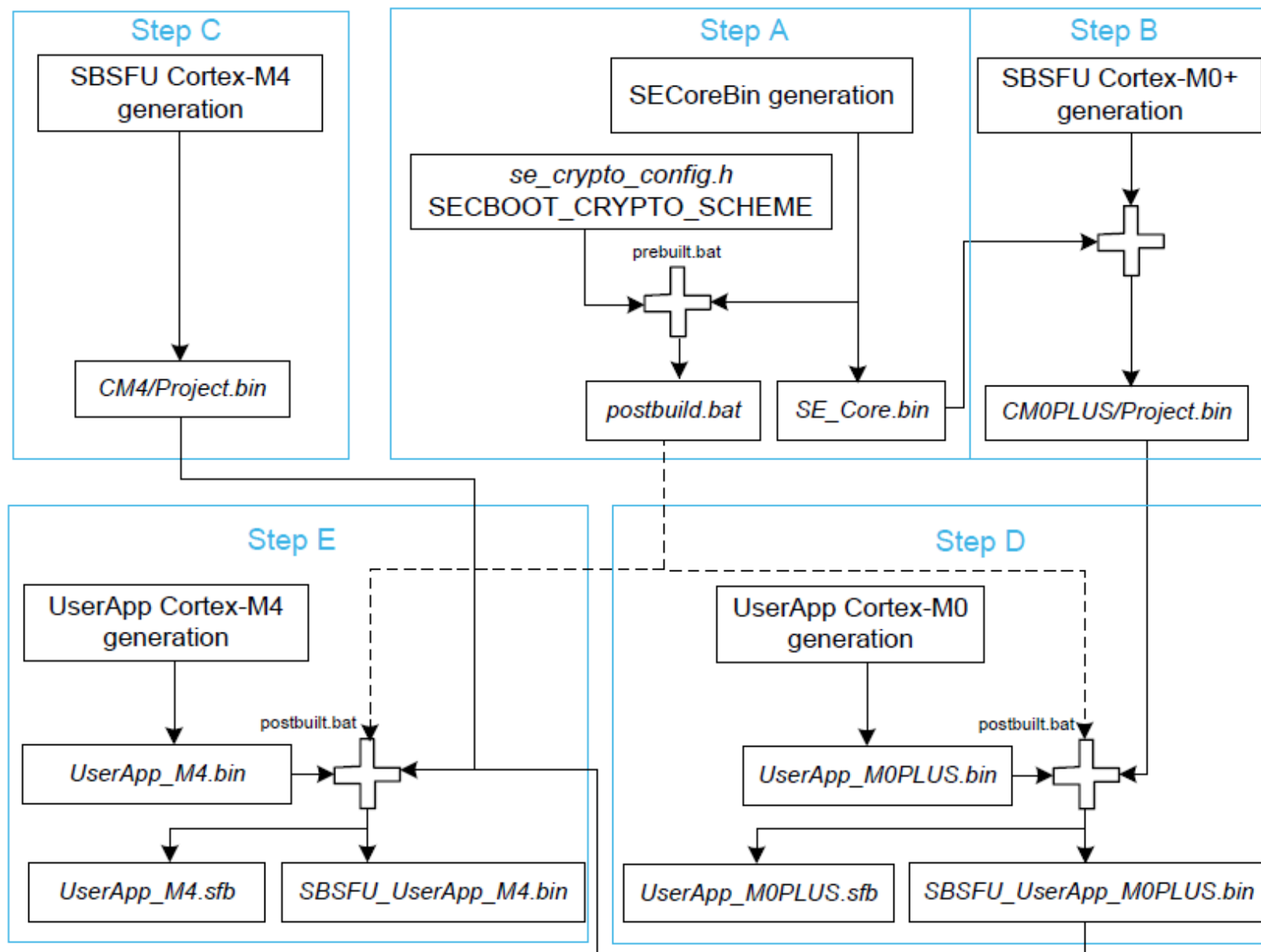
LoRaWAN 的主要功能如下：

- LoRaWAN L2（链路层） V1.0.3: A 类（基线）、C 类（连续）和 B 类（信标）
- LoRaWAN RP（区域参数） V1.0.3
- 应用层 V1:
 - 时钟同步
 - 分片数据块
 - 远程组播设置



- 默认情况下，FUOTA LoRaWAN 项目配置了非对称加密。 确保固件身份验证、完整性和机密性（加密）。
- SBSFU 应用程序中没有本地加载程序（固件更新只能通过 OTA 进行）
- 无调试模式（SBSFU 执行期间终端上不再显示更多信息）
- 默认情况下，除 IWDG（独立看门狗）外，所有安全外设均已启用，

如何创建一个STM32WL的FUOTA 应用



LoRaWAN_End_Node 内存占用

Module	Flash memory size (bytes)	Description
HAL	5608	-
APP	3630	Main functions
UTILITIES	2938	Includes services (such as sequencer, time server, lpm, or traces)
LORAWAN	25384	LoRaWAN middleware
FUOTA	6400	Additional LoRaWAN packages for FUOTA
SUBGHZ_PHY	6752	RF middleware
MBMUX	2904	Mailbox interface
STARTUP	952	Arm startup objects (such as startup or init_table)
LIB	1064	Arm native libraries (such as memcpy, exit, or cmain)
Total application	54 K	Memory footprint for the Cortex-M0+ application

LoRaWAN_End_Node_CM0+ application

Module	Flash memory size (bytes)	Description
HAL	12054	-
APP	5596	Main functions
UTILITIES	2684	Includes services (such as sequencer, time server, lpm, or traces)
MBMUX	2114	Mailbox interface
STARTUP	908	Arm startup objects (such as startup or init_table)
LIB	1340	Arm native libraries (such as memcpy, exit, or cmain)
Total application	24 K	Memory footprint for the Cortex-M4 application

LoRaWAN_End_Node_CM4 application

SBSFU 内存占用

SECoreBin application

Module	Flash memory size (bytes)	Description
HAL	4948	-
APP	798	Main functions
SE	1972	Secure Engine middleware
KMS	21572	Key management service middleware
STARTUP	264	Arm startup objects (such as startup or init_table)
LIB	274	Arm native libraries (such as memcpy, exit, or cmain)
Total application	29 K	Memory footprint for the SECoreBin application

SBSFU CM4 application

Module	Flash memory size (bytes)	Description
HAL	2552	-
APP	622	Main functions
SBSFU	1488	SBSFU core
STARTUP	810	Arm startup objects (such as startup or init_table)
LIB	120	Arm native libraries (such as memcpy, exit, or cmain)
Total application	6 K	Memory footprint for the SBSFU CM4 application

SBSFU CM0+ application

Module	Flash memory size (bytes)	Description
HAL	3360	-
APP	198	Main functions
SBSFU	12796	SBSFU core
SE	4780	Secure Engine middleware
SECORE_BIN	30972	Secure Engine library
STARTUP	699	Arm startup objects (such as startup or init_table)
LIB	354	Arm native libraries (such as memcpy, exit, or cmain)
Total application	52 K	Memory footprint for the SBSFU CM0+ application



life.augmented

总结

1. STM32WL FUOTA 概览

2. LoRaWAN FUOTA 的应用架构

LoRaWAN协议架构，网络/节点互通——（时钟同步，多播、分段设置和会话创建，片段广播和安全固件更新过程）

3. STM32WL FUOTA 应用中的SBSFU

安全启动，安全更新

4. STM32WL LoRaWAN FUOTA例程简介

LoRaWAN 软件架构，SBSFU，内存占用

Thank you

© STMicroelectronics - All rights reserved.

ST logo is a trademark or a registered trademark of STMicroelectronics International NV or its affiliates in the EU and/or other countries.

For additional information about ST trademarks, please refer to www.st.com/trademarks.

All other product or service names are the property of their respective owners.



life.augmented