

SLN-VIZN3D-IOT套件用户指南



目录

第1章 介绍	4
1.1 RT117F视觉跨界处理器概述	4
1.2 其他外设.....	4
第2章 建议	7
2.1 计算机配置建议.....	7
2.2 手机配置建议.....	7
2.3 使用条件.....	7
第3章 SLN-VIZN3D-IOT入门	8
3.1 包装盒内容	8
3.2 运行预配置的智能锁应用程序.....	8
第4章 本地人脸管理	10
4.1 注册人脸.....	10
4.2 注销人脸.....	12
4.3 活体检测.....	14
第5章 远程人脸管理	16
5.1 手动安装Smart Lock Android应用程序.....	16
5.2 管理套件.....	17
5.3 管理用户.....	19
5.3.1 添加用户	19
5.3.2 修改用户.....	21
5.3.3 删除用户	22
第6章 其他功能	24
6.1 低功耗模式	24
6.1.1 按钮.....	24
6.1.2 PIR传感器	25
6.1.3 自动启用低功耗模式.....	26
6.2 串行命令行接口	28
6.2.1 连接到串行命令行接口.....	28
6.2.2 列出可用命令	29
6.3 管理用户数据库	30
6.3.1 列出所有注册用户	30
6.3.2 手动添加用户	31
6.3.3 手动删除用户	31
6.3.4 重命名用户.....	32
6.3.5 手动将用户保存到闪存中	32
6.4 显示器配置	32
6.5 摄像头配置	33
6.6 音频配置.....	34
6.7 配置LED亮度.....	35
6.7.1 红外LED.....	35
6.7.2 白色LED.....	36

6.8 配置自动低功耗模式	36
6.9 调试日志消息	36
6.10 获取BLE地址	40
6.11 让各管理器及管理器的元件运行起来	40
6.12 打印版本信息	41
6.13 复位SLN-VIZN3D-IOT	41
6.14 终止SLN-VIZN3D-IOT CLI	42
第7章 故障排除	43
7.1 注册人脸	43
7.1.1 调整人脸接近度和位置	43
7.1.2 使用日志消息进行调试	43
第8章 文档详情	44
8.1 参考资料	44
8.2 缩略语和定义	44
第9章 修订历史	46

第1章 介绍

SLN-VIZN3D-IOT开发套件使用3D结构光模块（SLM）摄像头执行恩智浦的Edge Ready全包式解决方案，实现基于3D人脸识别的访问控制。该解决方案搭载了i.MX RT1170微控制器（MCU）系列中的高性能成员，以高达1GHz的时钟速率运行实时操作系统（RTOS），具有2MB片上SRAM。该3D人脸识别解决方案软件开发套件（SDK）（即SLN-VIZN3D-IOT），为OEM提供一款完全集成的、自足式软件和硬件解决方案，其中包括预集成的机器学习人脸识别算法，以及所有必要外设（包括内存、摄像头、显示器和低功耗蓝牙（BLE）芯片组）所需的所有驱动程序。该软件解决方案的运行时许可与i.MX RT1170系列中型号为i.MX RT117F的设备捆绑在一起。这款经济高效、易于使用的解决方案有助于部署具有强大活体检测功能的高精度人脸识别系统，使用3D SLM摄像头，即使在最具挑战性的照明条件下也能有效地工作。通过利用MCU平台，该解决方案具有低成本和低功耗特性，能够满足电池供电的智能锁需求，另外还提供快速推理和较短的启动时间，打造卓越的用户体验。

目标应用

- **智能门锁**：适用于消费者和酒店应用，包括单户住宅、多户住宅和酒店。
- **门禁**：适用于写字楼和工业智能楼宇应用。

1.1 RT117F视觉跨界处理器概述

i.MX RT117F是i.MX RT 1170系列跨界处理器的Edge Ready成员，面向安全的嵌入式3D人脸识别应用程序。它采用恩智浦先进的Arm® Cortex®-M7内核，主频高达1GHz，可提供较高的CPU性能和最佳实时响应。这款基于i.MX RT117F的解决方案使系统设计人员能够通过2D和3D活体检测功能，以较低成本轻松地智能家居、智能工业和智能楼宇应用中的各种智能家居和门禁产品加入人脸识别。i.MX RT117F处理器获得了许可，能够运行恩智浦的i.MX RT运行时库，用于3D人脸识别，其中包括：

- 摄像头驱动程序
- 图像捕获
- 图像预处理
- 人脸对齐
- 人脸追踪
- 人脸检测
- 人脸识别
- 活体检测

1.2 其他外设

除了i.MX RT117F微控制器之外，主板还内置了创建安全互联应用程序所需的所有附加组件、模块和连接器。这些外设如图1所示。

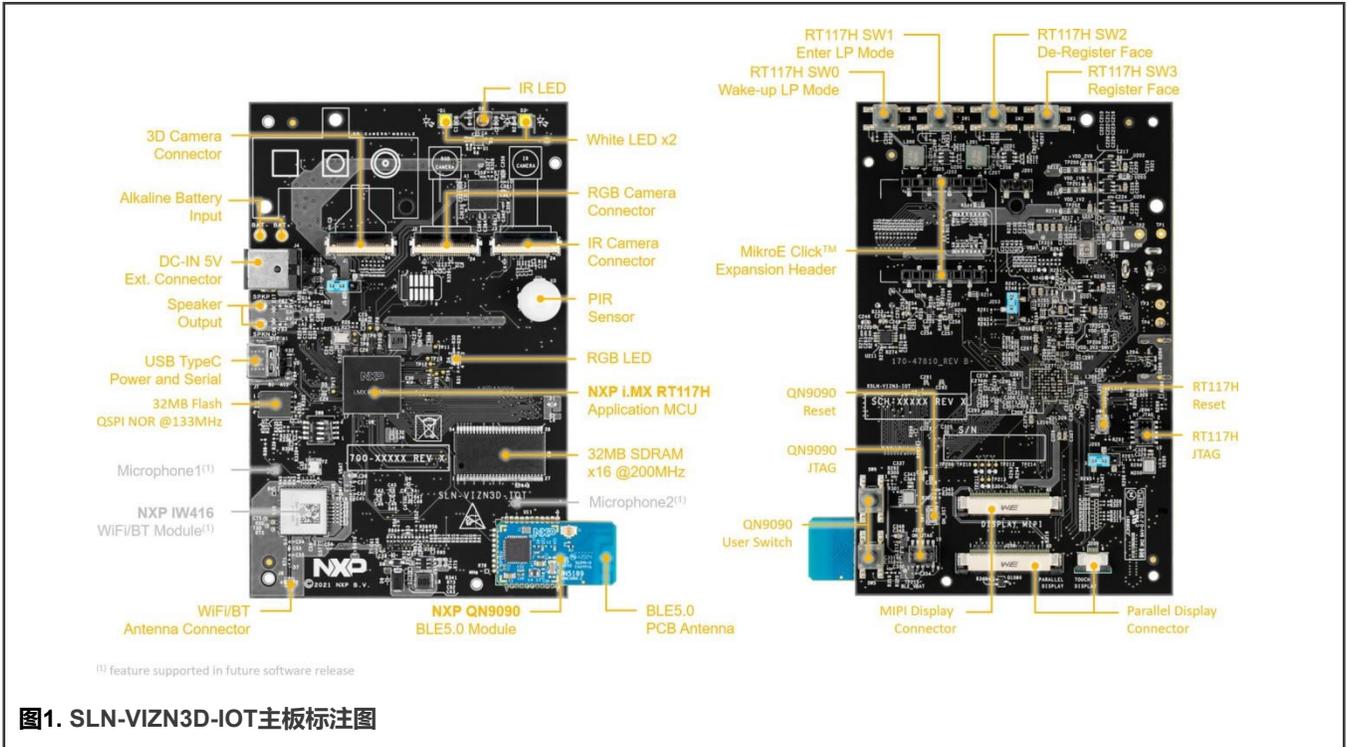


图1. SLN-VIZN3D-IOT主板标注图

SLN-VIZN3D-IOT套件完全装配了3D摄像头和RGB摄像头模块、2.4英寸TFT显示器和扬声器，可快速设计出任何具有3D人脸识别功能的智能锁项目的原型。这些外设如图2所示。

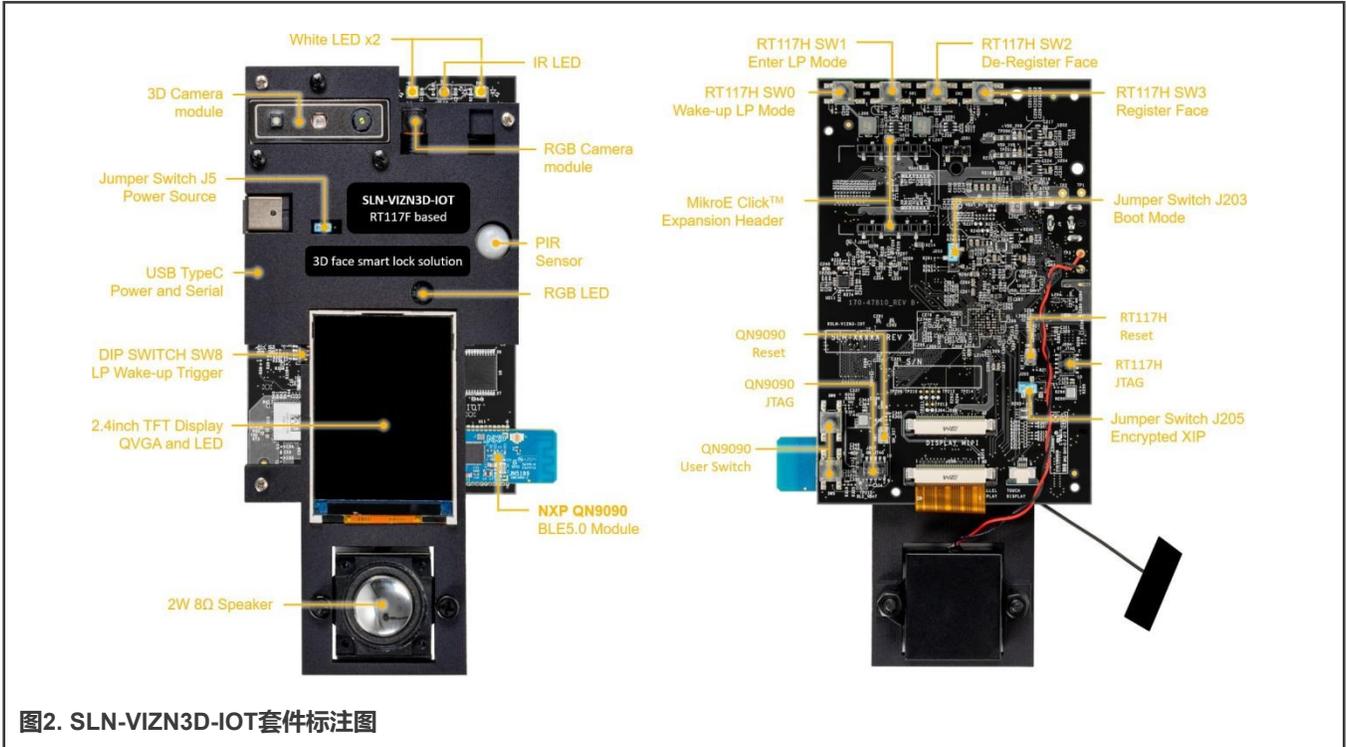


图2. SLN-VIZN3D-IOT套件标注图

警告

根据不同的操作模式，VIZN3D套件可发射高度集中的白色或不可见红外光，可能对人眼造成危害。包含这些器件的产品必须采取IEC 60825-1和IEC 62471中所述的安全保护措施。

第2章 建议

2.1 计算机配置建议

SLN-VIZN3D-IOT SDK需要运行MCUXpresso IDE 11.4或更高版本的最新计算机。它还需要一个终端程序，通过USB与终端设备进行通信。

表1.支持的计算机配置

计算机类型	OS版本	终端程序
Apple	Mac OS	PuTTY
PC	Windows 7/10	PuTTY/Tera Term
PC	Linux	PuTTY

2.2 手机配置建议

SLN-VIZN3D-IOT套件需要Android™ 手机App来演示远程注册。

我们的工程师团队已经使用运行Android 8或更高版本的终端对面向Android的Smart Lock应用程序进行了验证和测试。

2.3 使用条件

根据《无线电设备指令2014/53/EU》第10.8条提供以下信息：

1. 设备运行所在的频段。
2. 最大RF发射功率。

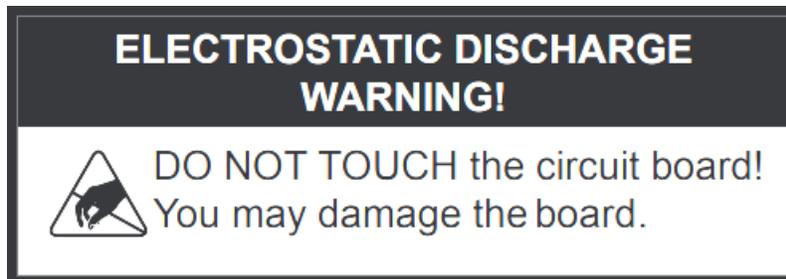
表2. 蓝牙频率和功率

PN	射频技术	频率范围	最大发射功率
SLN-VIZN3D-IOT	蓝牙 (Bluetooth)	2402 - 2480 MHz	10 dBm

欧洲合规声明（根据《无线电设备指令2014/53/EU》第10.9条简化了DoC）

该设备（即SLN-VIZN3D-IOT）符合《无线电设备指令2014/53/EU》的规定。本设备的完整欧盟合规声明位于以下位置：

<http://www.nxp.com/mcu-vision3d>



第3章

SLN-VIZN3D-IOT入门

3.1 包装盒内容

SLN-VIZN3D-IOT套件在交付时完全组装在一个带有印刷快速启动卡和USB-C线缆的盒子中。



图3. SLN-VIZN3D-IOT套件包装盒内容

检查套件是否有损坏或痕迹，如发现任何损坏或痕迹，请联系恩智浦代表。

3.2 运行预配置的智能锁应用程序

在使用套件之前，取下3D摄像头和RGB摄像头上的保护膜（参见图4），这些保护膜在运输过程中可保护镜头。否则，深度和图像捕获将出现错误。



图4. 去除摄像头的保护膜

要开始运行该套件，请使用套件中提供的USB-C线缆，并将USB-A端插入计算机的USB端口，将USB-C端插入套件的USB端口。

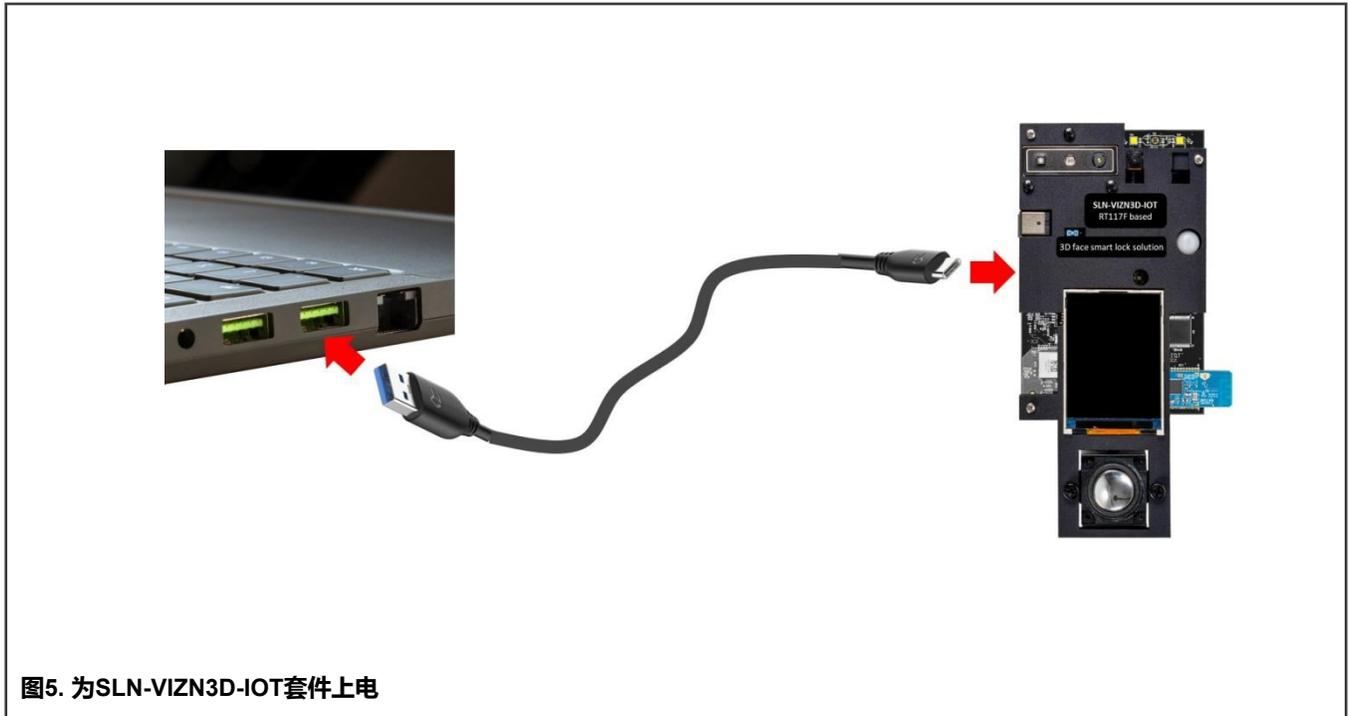


图5. 为SLN-VIZN3D-IOT套件上电

连接后，将显示RGB摄像头拍摄的视频画面，并叠加应用设定的视频画面。



图6. 启动完成

第4章

本地人脸管理

要评估SLN-VIZN3D-IOT套件上预编程的智能锁应用程序，首先应注册一张人脸。

4.1 注册人脸

板载按钮进行了预配置，允许直接访问套件的某些最有用的功能，如人脸注册和注销以及进入和退出低功耗模式。要手动注册新的人脸，请按下套件背面的SW3按钮然后释放。

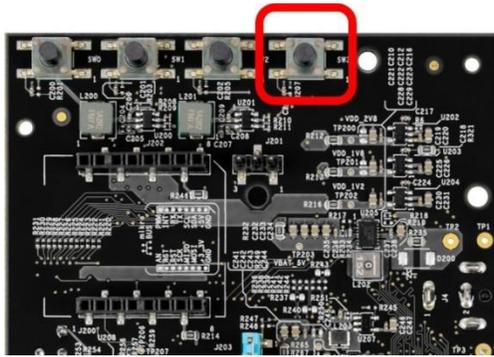


图7. 手动注册按钮

扬声器播放音频消息，确认注册已开始。在人脸注册过程中，“Registering”（注册）消息以绿色显示在屏幕顶部，并出现一个绿色边界框，帮助对齐用户的面部。此外，屏幕底部的蓝色条代表的超时计数器会自动出现并开始倒计时。

要注册人脸，请在UI显示的边界框导线内对齐面部，同时直视摄像头。

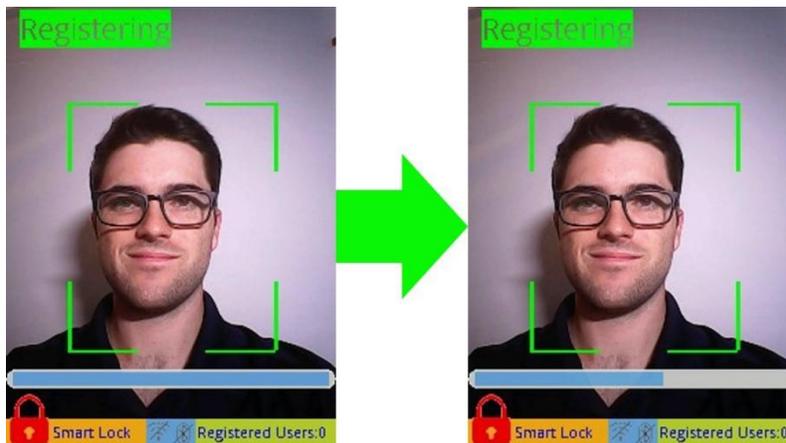


图8. 正在注册

要取消注册，请再次按下SW3按钮然后释放，或等待注册过程超时（~5秒）。

成功注册后，扬声器会播放音频消息，确认注册成功。出现两条绿色消息（“Registration Successful”（注册成功）和“USERNAME added”（用户已添加））。注册用户的数量增加了一个，屏幕上显示的用户名将自动分配给新注册的人脸。



图9. 注册成功

注意

可以通过命令行接口或下面章节介绍的手机应用程序添加新的人脸并修改用户名。

如果由于注册被取消、超时或尝试注册同一张人脸两次而导致人脸注册失败，则扬声器将播放错误消息，屏幕将显示红色消息，如图10所示。



图10. 注册失败

要重试，请再次按下SW3按钮然后释放。

注意

如果您在注册人脸时遇到问题，请尝试调整与摄像头的距离（靠近或远离），或上下左右移动头部，以便摄像头能够更好地观察人脸的不同角度。如需了解详细信息，请参见“故障排除”章节。

注册人脸后，3D Smart Lock解决方案可以自动识别人脸。识别出人脸后，屏幕将显示绿色的“Recognition Successful”（识别成功）消息，左下角的“锁定”图标将从红色/锁定变为绿色/解锁，扬声器将播放音频消息，确认人脸已成功识别。

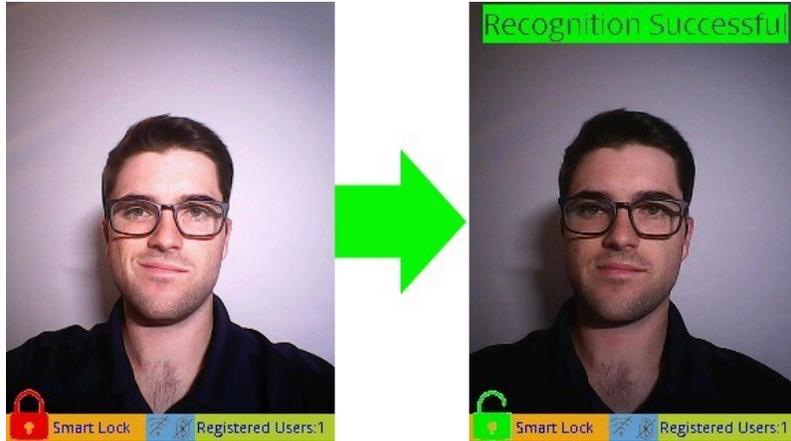


图11. 成功识别

按照相同的步骤将其他人脸添加到系统中。

4.2 注销人脸

与上一节介绍的注册按钮类似，按下SW2按钮（位于套件背面）然后释放将触发手动注销，即从套件的内部人脸数据库中删除下一个识别出的人脸。

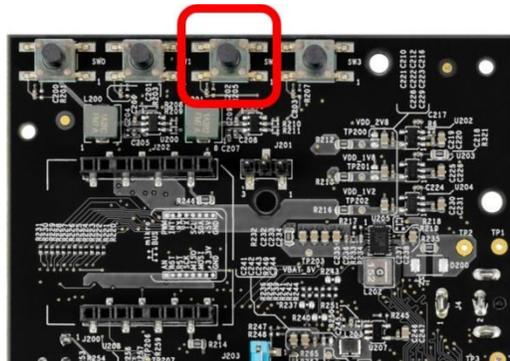


图12. 手动注销按钮

扬声器播放音频消息，确认注销已开始。在人脸注销过程中，在屏幕上部出现绿色“Deregistering”（“注销”）消息，并显示一个红色边界框，帮助对齐人脸。用蓝色条表示的超时计数器开始倒计时。

要注销人脸，请直视摄像头并在UI显示的边界框中对齐面部。

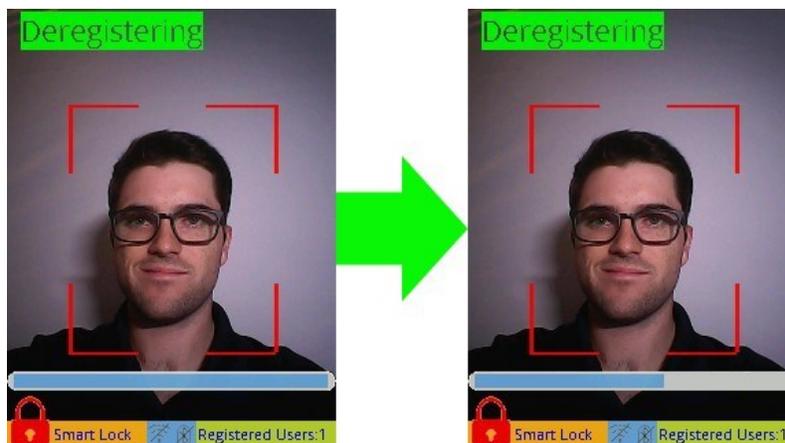


图13. 正在注销

要取消人脸注销过程，请按下SW2按钮然后释放或等待注册过程超时（~10秒）。成功注销人脸后，扬声器将播放音频消息，确认注销成功。屏幕上会显示一条消息，确认已删除用户的用户名，注册用户数量将减1。



图14. 注销成功

注意

也可以通过命令行接口或下面章节介绍的手机应用程序删除人脸。

如果人脸由于注销被取消或超时而无法注销，则扬声器将播放一条错误消息，屏幕上显示一条红色消息，如图15所示。



图15. 注销失败

要重试，请再次按下SW2按钮然后释放。

注意

如果您无法成功注销人脸，请调整与摄像头的距离（靠近或远离），然后缓慢地上下左右移动头部，以便摄像头能够更好地观察人脸的不同角度。如需了解详细信息，请参见“故障排除”章节。

4.3 活体检测

SLN-VIZN3D-IOT套件中预编程的3D Smart Lock应用程序在默认情况下会激活活体检测，以充分利用3D摄像头的安全功能。该解决方案可以区分真实的人脸和打印输出、手机显示图片或3D铸模的人脸。这种保护级别对于需要安全性以防止“人脸欺骗”攻击的应用程序至关重要。

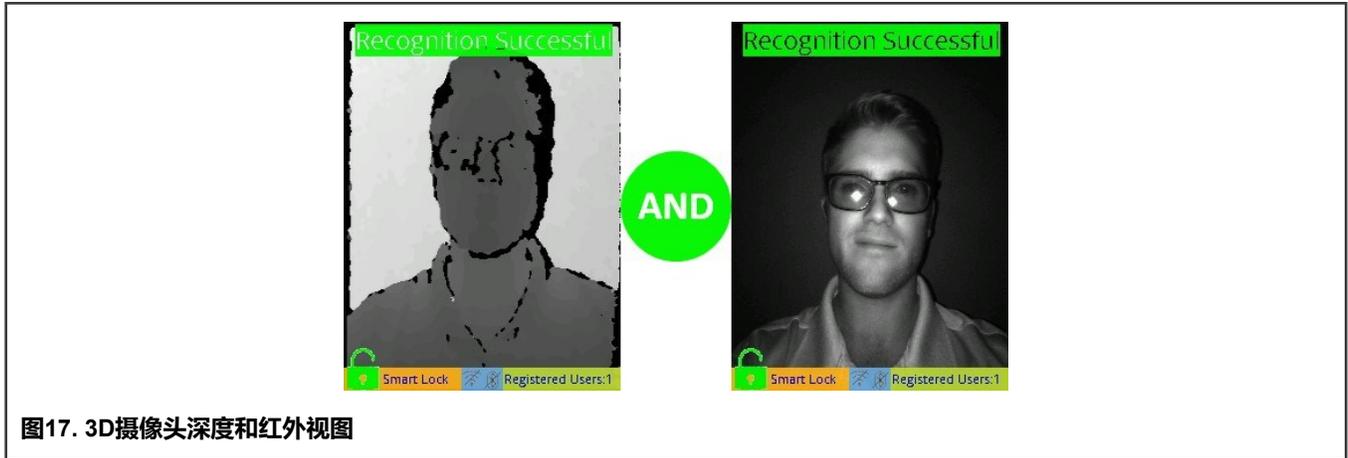
如下面的屏幕截图所示，试图向摄像头展示假脸会出现“Fake Face!”（“假脸”）UI消息和音频提示。



图16. 打印的图片（2D）和面具（3D）欺骗攻击

通过要求用户的真实人脸解锁系统（而不是简单的用户人脸图片），该功能有助于防止某些最常见的人脸识别“欺骗”攻击，即恶意行为者使用某人的照片来访问其通过人脸识别功能保护的资料。

结合使用红外（IR）摄像头和3D摄像头，室外环境照明条件的好坏不会影响人脸识别算法的性能。



第5章

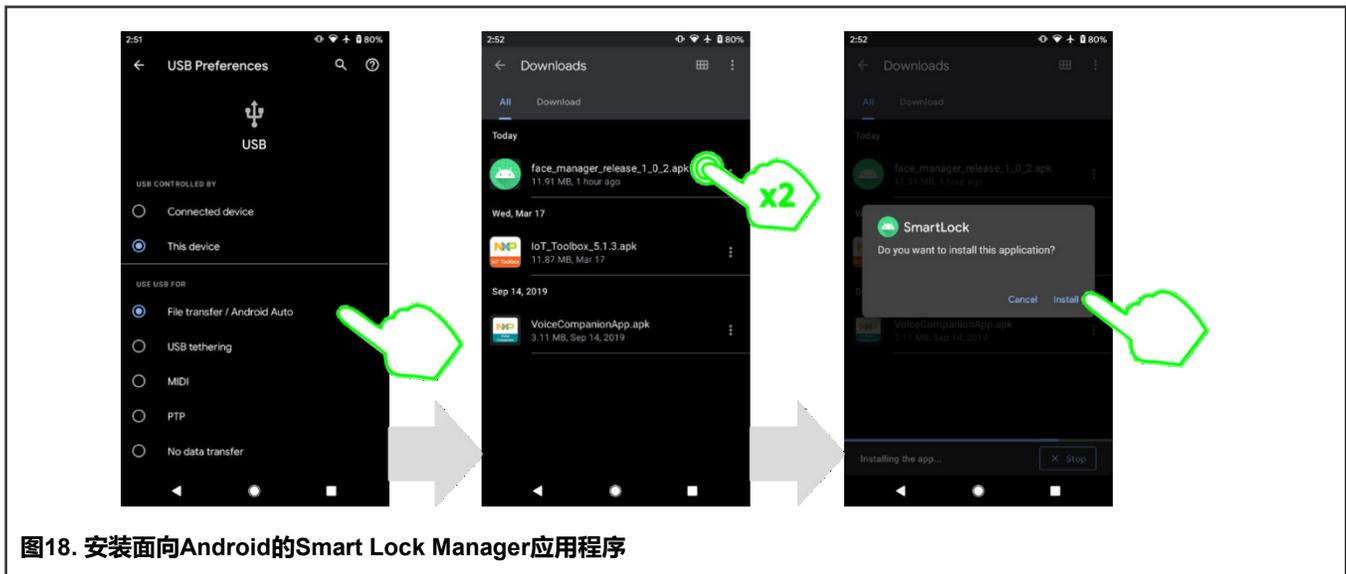
远程人脸管理

SLN-VIZN3D-IOT套件中预编程的3D Smart Lock应用程序允许您使用板载按钮或串行命令在本地注册和注销人脸。它还支持使用Android手机/平板电脑应用程序通过低能耗蓝牙（BLE）进行远程人脸管理。面向Android智能手机和平板电脑的Smart Lock Manager应用程序提供了一个友好的界面，您既可以远程注册新的人脸，也可以管理已在SLN-VIZN3D-IOT本地人脸数据库中注册的人脸。本节介绍此专用Android应用程序提供的一些主要功能。

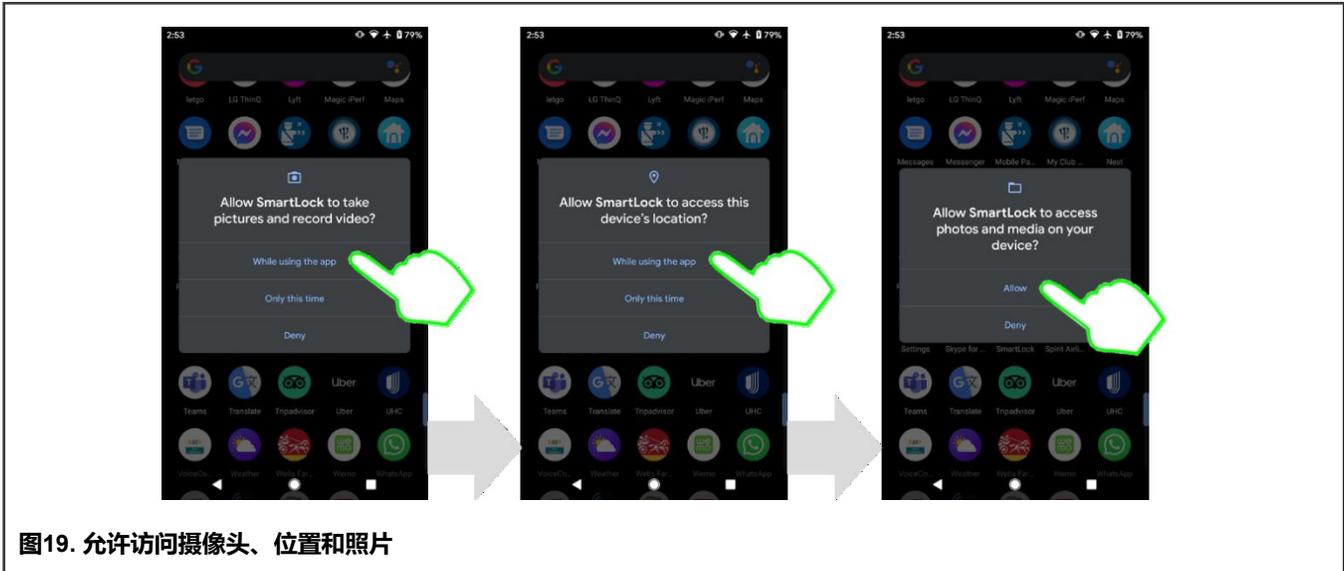
5.1 手动安装Smart Lock Android应用程序

预编译的APK和Smart Lock Manager应用程序的完整源代码在恩智浦网站的“软件和工具”部分下的SLN-VIZN3D-IOT产品页面提供。

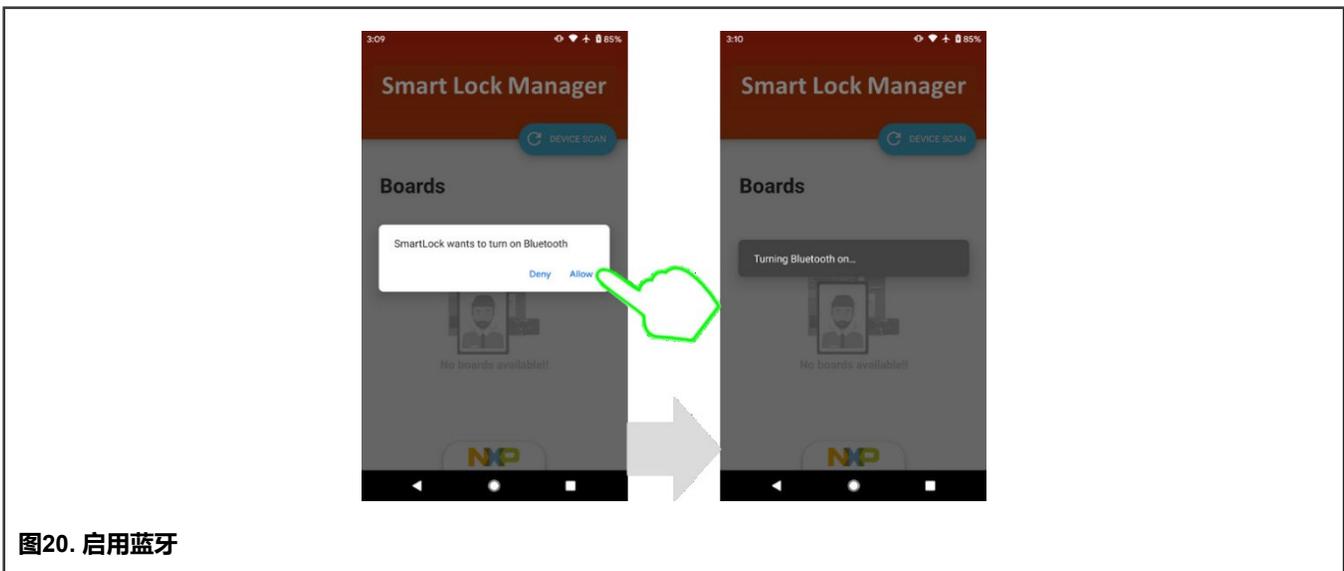
要在Android设备上安装Smart Lock Manager应用程序，请直接从设备的web浏览器下载“Smart_Lock_Manager.apk”文件，或将该文件从计算机传输到设备，并将其存储在智能设备上。在Android设备上安装Smart Lock Manager应用程序之前，请确保设备允许使用第三方应用程序。转到“Menu > Settings > Security”并勾选“Unknown Sources”（“未知来源”），允许手机安装Google Play商店以外的来源的应用程序。也可以采用另一种方法，即当您第一次尝试安装APK时，系统会提示您允许浏览器或文件管理器安装APK。打开Files App（文件应用程序），在Android设备上搜索APK文件的位置（默认为“Downloads”文件夹），点击该文件并点击“Install”（“安装”），等待安装完成。



首次打开Smart Lock Manager应用程序后，系统会要求您授权该应用程序访问智能设备的摄像头、您的位置（启用蓝牙）和您的照片。应批准这些服务，以连接新套件或注册新的人脸。



如果Android设备的蓝牙被禁用，则应用程序会要求您打开它。需要蓝牙连接才能将套件与Smart Lock Manager应用程序进行配对，并远程管理存储在SLN-VIZN3D-IOT本地数据库中的已注册的人脸。



注意

Smart Lock Manager应用程序旨在用作评估工具和参考/样板文件（boiler plate），并以它为基础构建定制智能手机/平板电脑配套应用程序。

5.2 管理套件

要与SLN-VIZN3D-IOT套件进行交互，请将套件与Smart Lock Manager应用程序进行配对。可以从应用程序的主菜单完成配对。按下“Device Scan”（“设备扫描”）按钮检测Android设备蓝牙范围内的VIZN3D设备。

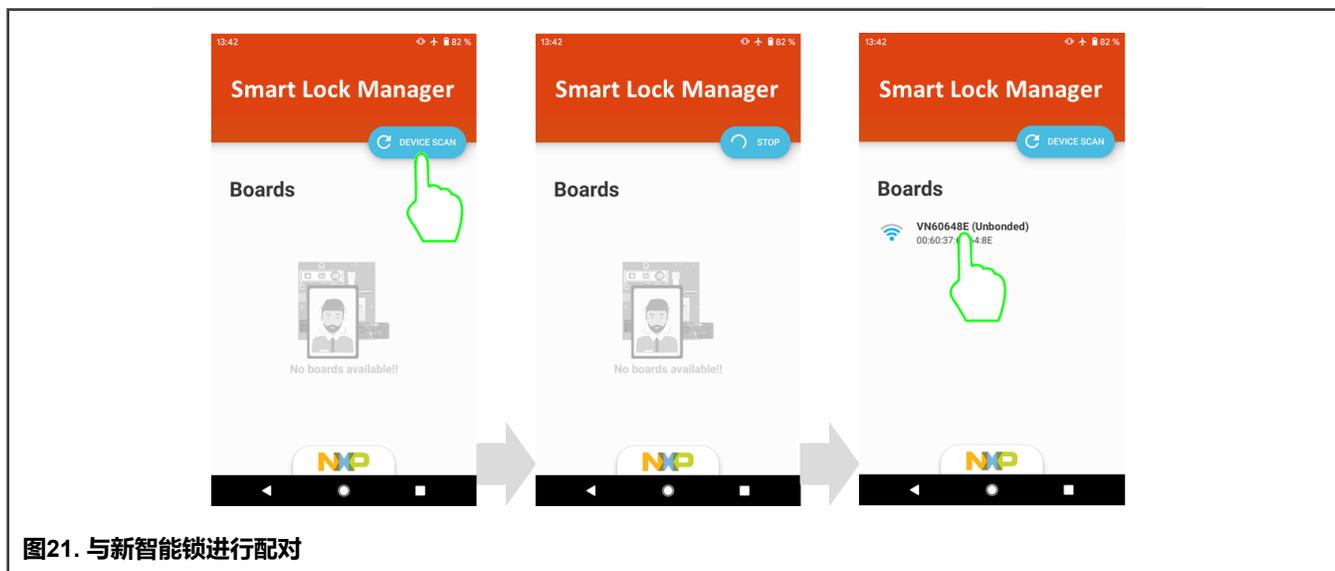
注意

默认情况下，SLN-VIZN3D-IOT的BLE功能已打开，因此应用程序在上电后很快会自动发现该套件。

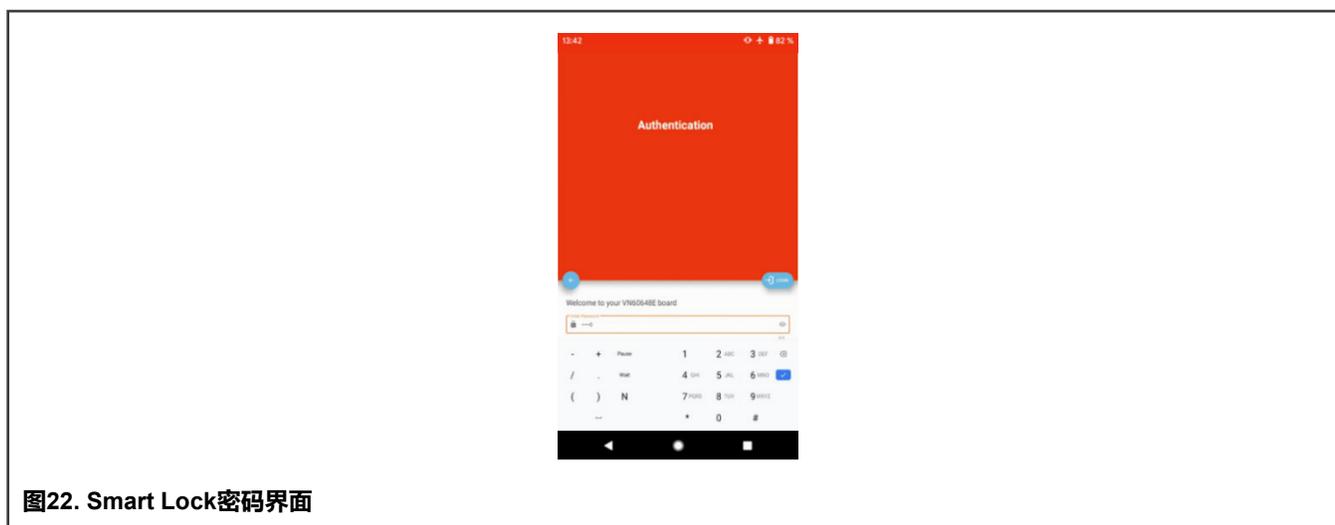
在搜索过程中，检测到的任何VIZN3D套件都会显示在“Device”（“设备”）列表中。选择要添加到支持智能锁列表中的设备。

注意

每个套件都广播一个独特的蓝牙SSID，以VN开头，再加上其序列号，以便于识别。



在访问设备之前，请输入密码，以保护Android设备与想要访问的SLN-VIZN3D-IOT套件之间的连接。默认情况下，此密码为“000000”。



在（安全）连接到VIZN3D设备后，Android应用程序会显示当前在套件的本地人脸数据库中注册的用户列表。

注意

一次只能连接和控制一台设备。

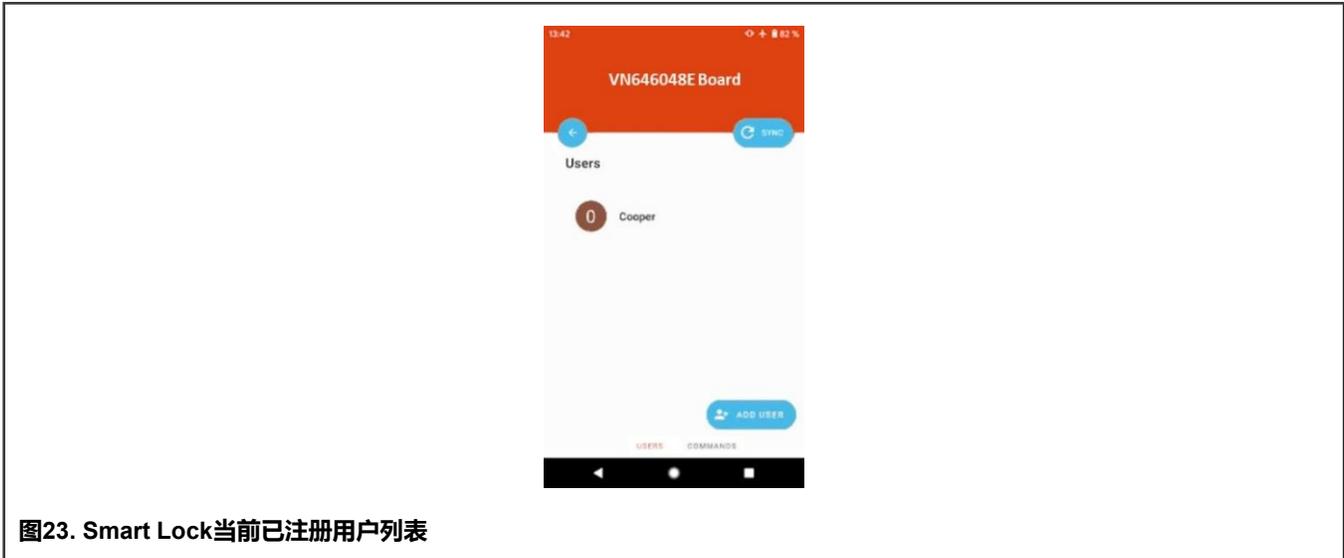


图23. Smart Lock当前已注册用户列表

通过选择“Change Password”（“更改密码”）命令可修改先前注册的密码，以保护与智能锁设备的蓝牙连接。输入旧密码和新密码，然后点击“Change”（“更改”）。应用程序会自动返回上一个“Smart Lock Control”（“智能锁控制”）菜单。屏幕底部将显示一条绿色消息，确认新密码已被成功推送到设备。

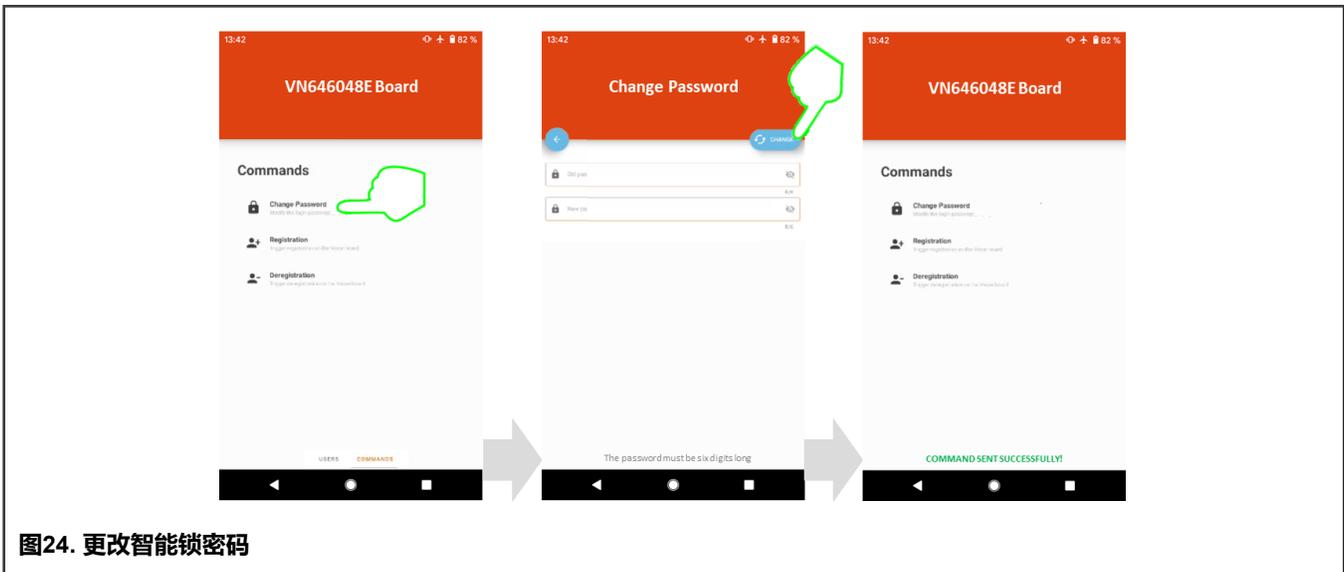


图24. 更改智能锁密码

5.3 管理用户

Smart Lock Manager应用程序可以使用Android设备远程管理注册到SLN-VIZN3D-IOT套件的用户，其中包括使用双向同步向SLN-VIZN3D-IOT的本地人脸数据库添加用户、列出和删除用户。本节将逐一介绍这些功能。

5.3.1 添加用户

Smart Lock Manager应用程序的一个重要功能是使用任何Android设备远程注册新的人脸，并通过蓝牙将其上传到VIZN3D设备。要启动远程注册过程，请点击“Add User”（“添加用户”）按钮，如图25所示。

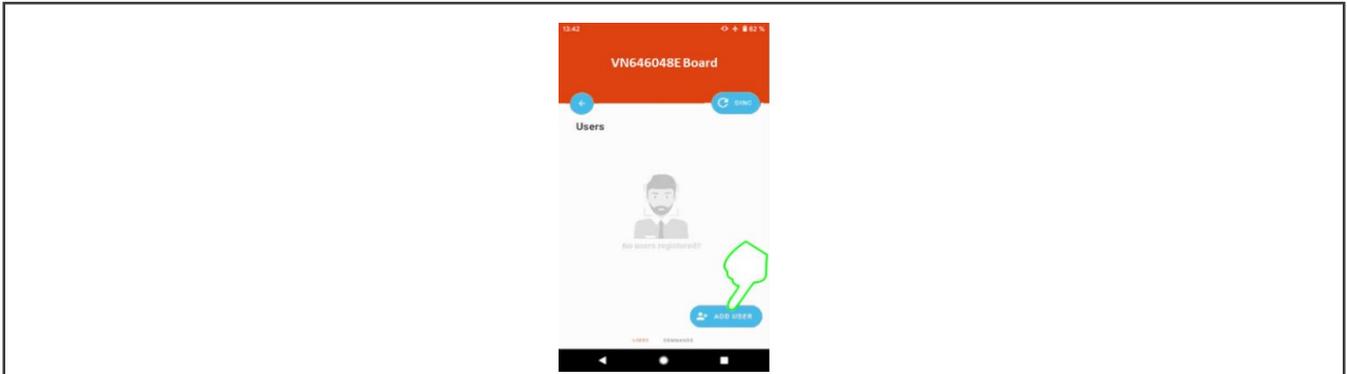


图25. 远程注册菜单

Smart Lock Manager应用程序自动显示Android设备前摄像头的实时视图。当检测到人脸时，会出现一个绿色边界框。要注册人脸，请点击摄像头视图底部的快门图标（如图26所示），同时人脸周围的框为绿色。

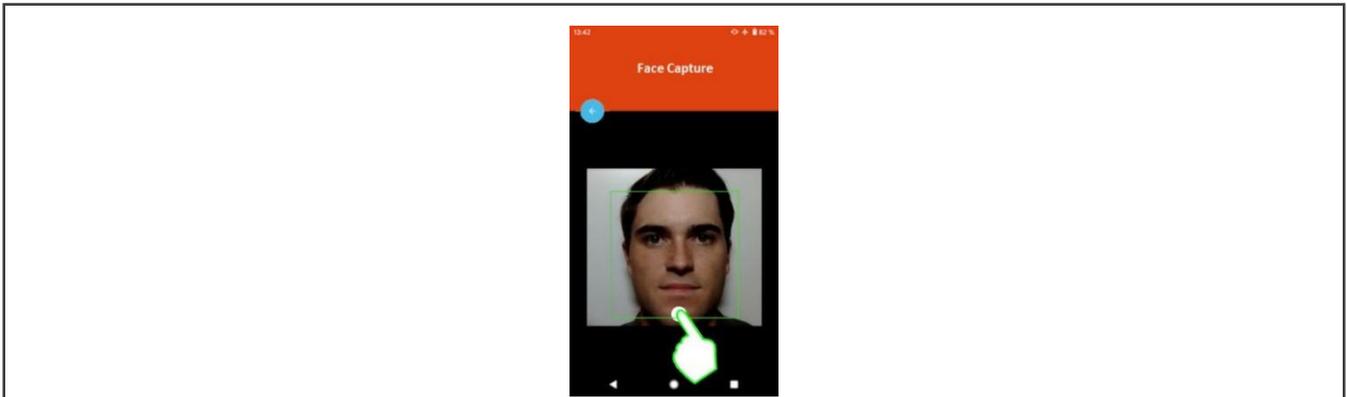


图26. 远程人脸捕捉屏幕

应用程序要求您输入新人脸的名称。点击蓝色复选标记图标并选择“Register”（“注册”）完成注册。

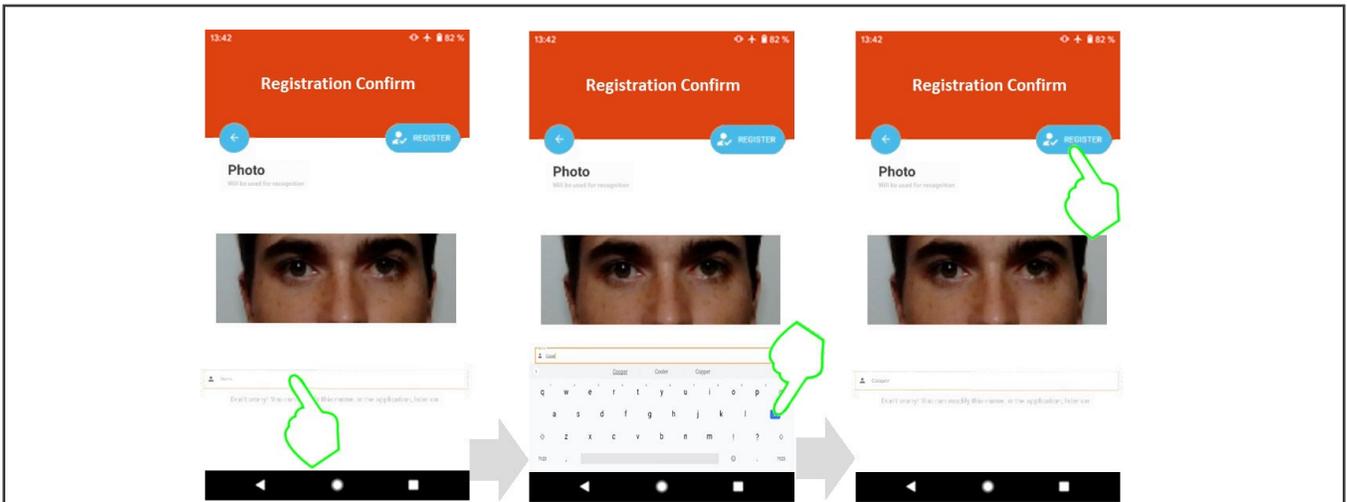


图27. 添加新人脸的名称

该应用程序会自动返回所选智能锁设备的已注册用户列表，该列表现在包含刚刚通过Android设备添加的新的人脸。

要远程触发本地注册，请转到“Commands”（“命令”）菜单并选择“Registration”（“注册”）选项。这和按下套件本身的本地注册按钮（SW3）的效果一样。

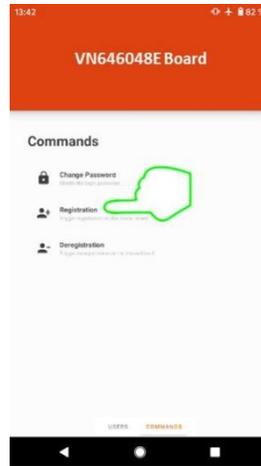


图28. 远程触发本地注册

注意

如果使用智能锁设备在本地注册、更新或删除人脸，请在应用程序中选择“Sync”（“同步”）选项，使Android设备了解套件本地发生的用户变更情况。当连接到电路板时，会自动执行同步。

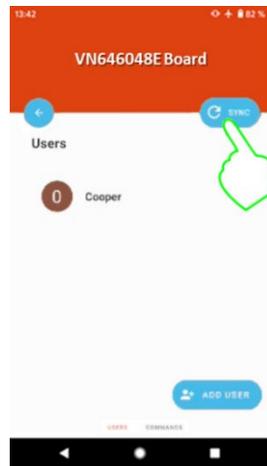


图29. 用于更新Android应用程序和套件的人脸数据库的“Sync”（“同步”）选项

5.3.2 修改用户

Smart Lock Manager应用程序还允许修改已注册用户。从Smart Lock已注册用户列表中选择要修改的用户。可用选项包括“Delete User”（“删除用户”）、“Update Name”（“更新名称”）和“Reregister”（“重新注册”）。

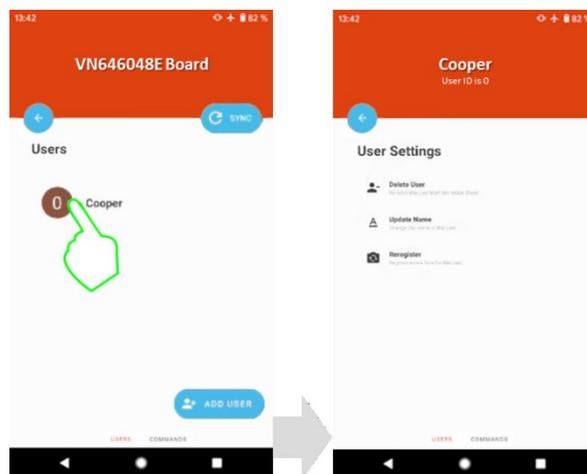


图30. 管理已注册用户

要修改用户名，请选择“Update Name”（“更新名称”），输入新的用户名，然后选择“Update”（“更新”）保存信息。

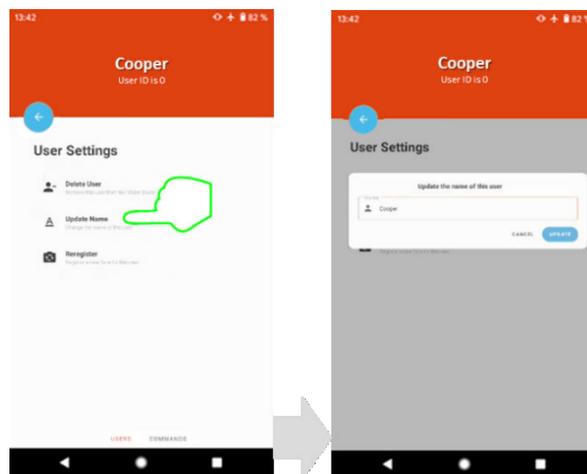


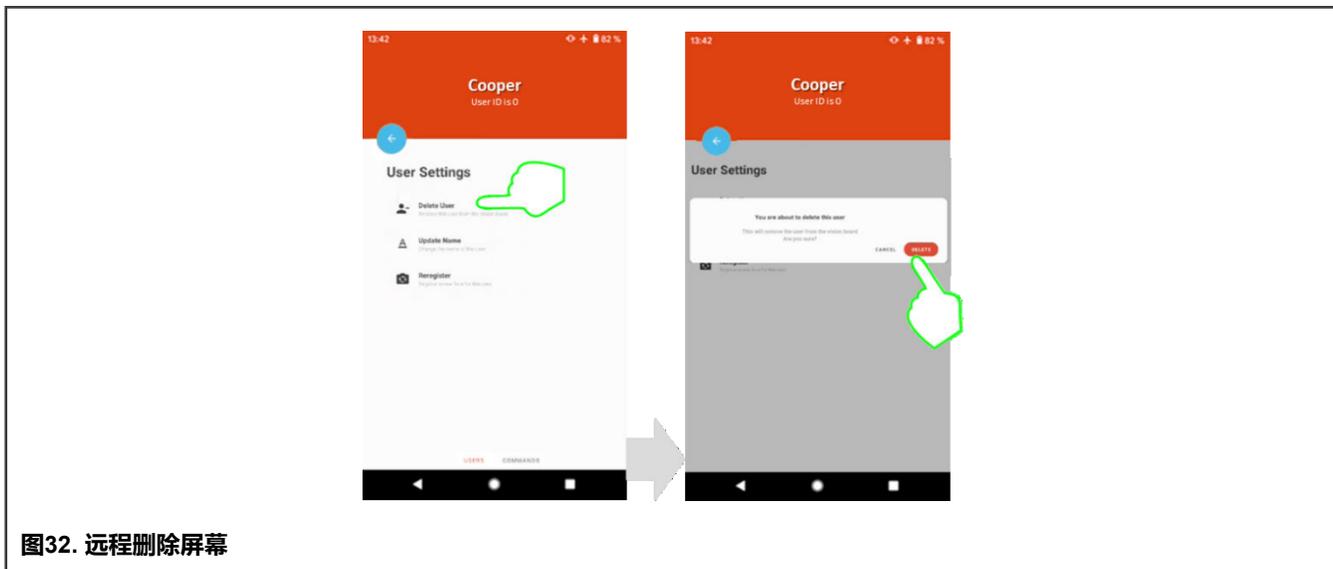
图31. 重命名已注册用户

注意

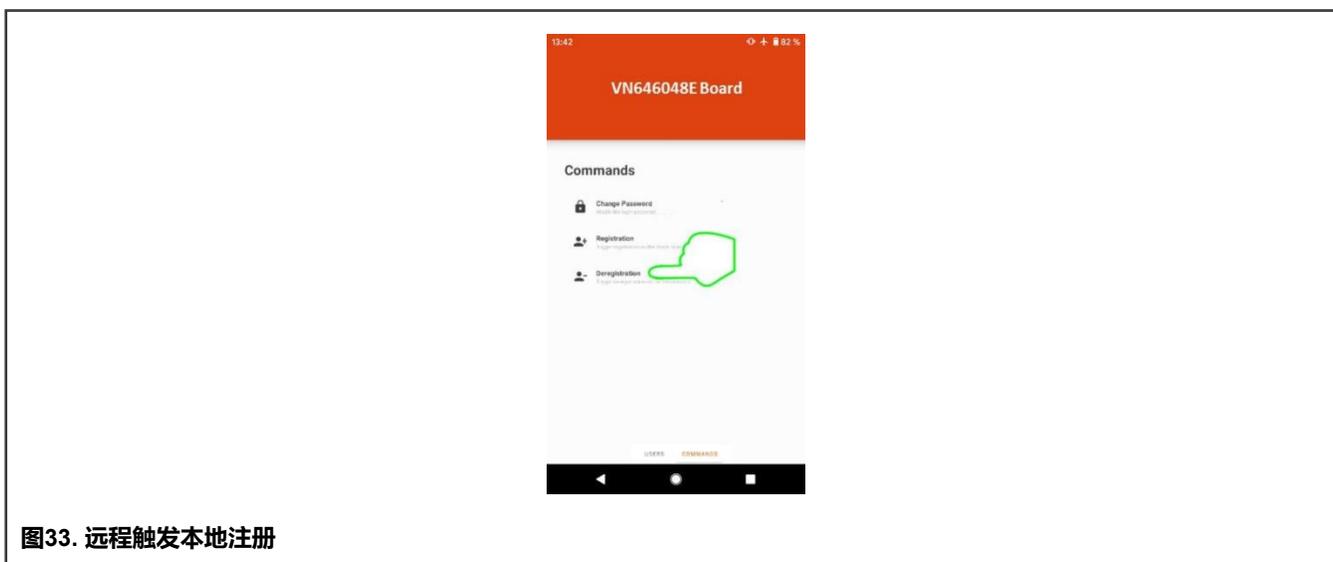
如果使用智能锁设备在本地注册、更新或删除人脸，请在应用程序中选择“Sync”（“同步”）选项，使Android设备了解套件本地发生的用户变更情况。当连接到电路板时，会自动执行同步。

5.3.3 删除用户

除了添加和修改已注册用户外，Smart Lock Manager应用程序还允许删除已注册用户。从Smart Lock已注册用户列表中选择要删除的用户。要删除用户，请选择“Delete User”（“删除用户”）选项，然后选择“Delete”（“删除”）进行确认，删除用户。



要远程触发本地注销，请转到“Commands”（“命令”）菜单并选择“Deregister”（“注销”）选项。这与按下电路板上的注销按钮（SW2）的效果是一样的。



注意

如果使用智能锁设备在本地注册、更新或删除人脸，请在应用程序中选择“Sync”（“同步”）选项，使Android设备了解套件本地发生的用户变更情况。当连接到电路板时，会自动执行同步。

第6章 其他功能

6.1 低功耗模式

对于许多使用实例（例如基于电池的智能锁），管理功耗至关重要。考虑到这些使用实例，SLN-VIZN3D-IOT套件上预编程的Smart Lock应用程序支持开箱即用的低功耗功能。

6.1.1 按钮

用户可以手动将SLN-VIZN3D-IOT套件设置为低功耗模式，具体方法是按住套件背面的SW1按钮2秒，然后释放。

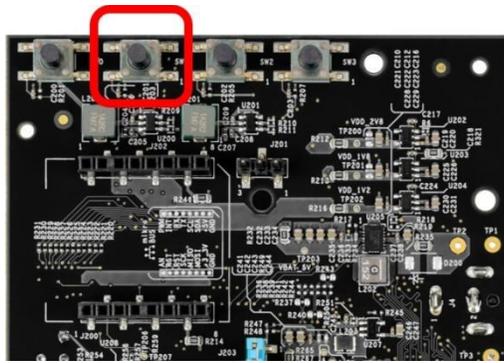


图34. 启动低功耗模式（长按SW1）

屏幕上显示一条消息，扬声器播放一条音频消息，确认在显示器关闭之前电路板正在进入睡眠模式。



图35. 进入低功耗模式

在低功耗模式下，RT117F MCU被设置为SNVS功率状态，这是处理器支持的一个最低功耗模式，几乎所有板载组件（Flash、RAM...）和外部模块（摄像头、显示器...）都会关闭，以节省电能。因此，套件中的USB串行接口不会活动，并且在电路板被再次唤醒之前无法访问。由于在睡眠模式下只有选定的外设仍处于活动状态，系统仅在响应特定触发条件时唤醒。

默认情况下，按下套件背面的SW0按钮然后释放会重新唤醒套件。

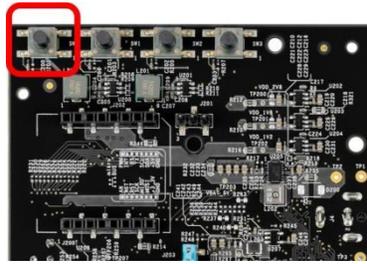


图36. 从低功耗模式唤醒（按下SW0）

按下并释放按钮后，屏幕立刻重新上电。一旦RGB摄像头馈送数据开始显示在显示器上，3D Smart Lock应用程序就可以再次识别人脸。

6.1.2 PIR传感器

DIP开关SW8位于显示器附近，控制处理器的唤醒源。在默认情况下，它被配置为响应SW0按钮和QN9090 BLE（DIP开关配置1001）。

警告

某些组合可能会产生不必要的行为，请参见《硬件指南》，确定支持的唤醒配置。

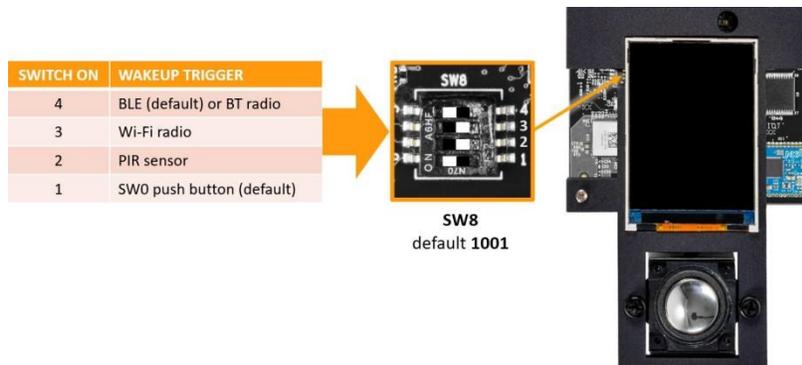


图37. 用于选择唤醒源的DIP开关SW8

SLN-VIZN3D-IOT套件还内置了PIR传感器，能够在检测到运动时唤醒系统。要激活PIR传感器（并禁用SW0按钮和QN9090 BLE唤醒源），请将SW8 DIP开关的配置从1001改为0100。



图38. 带激活PIR传感器的SW8 DIP开关配置

要测试动作激活唤醒，手动将系统设置为睡眠模式，按住套件背面的SW1按钮2秒以上然后释放。一旦电路板进入睡眠模式，在PIR传感器前面做的任何动作都会自动唤醒系统。

6.1.3 自动启用低功耗模式

除了通过板载按钮手动激活低功耗模式设置外，SLN-VIZN3D-IOT还可以配置为自动进入睡眠模式。当启用自动低功耗模式时，该套件使用计时器和其他事件触发器的组合来确定何时应进入睡眠模式。通过“lpm enable/disable” shell命令来配置自动睡眠模式。如需了解详细信息，请参见“配置自动低功耗模式”部分。

启用自动睡眠模式时，以下任何事件都会导致SLN-VIZN3D-IOT进入睡眠模式：

- 识别出人脸
- 10秒过去后未检测到人脸
- 25秒过去后未检测到可识别的人脸

然而，在某些状态下，上述触发条件不会激活低功耗模式，这些状态包括：

- 套件和Smart Lock Manager应用程序之间的BLE连接目前处于活动状态
- 正在进行注册/注销

在上述任何一种情况下，都会推迟到事件完成后才进入低功耗模式，以防止套件在可能比睡眠计时器允许的时间更长的过程中进入睡眠状态。此外，在注册/注销时，注册/注销完成后，睡眠模式计时器将复位。

为了展示自动睡眠模式过程是如何工作的，请考虑以下场景：

SLN-VIZN3D-IOT重新上电并且事先被配置为开启自动睡眠模式。如果上电2秒后还没有检测到人脸；或是检测到人脸并且再过1秒这个人脸被识别后，套件将会进入睡眠模式。

SLN-VIZN3D-IOT重新上电并且事先被配置为开启自动睡眠模式。如果套件在上电9秒后还没有检测到人脸；或是检测到未识别的人脸而且又过了10秒，这张人脸还没被识别出；或是已建立与Smart Lock Manager远程注册应用程序的连接，远程注册了新用户，使用30秒后关闭Smart Lock Manager应用程序。一旦应用程序关闭，应用程序和套件之间的BLE连接就被断开，套件进入睡眠模式，因为在远程注册应用程序使用期间，25秒的“检测到人脸”计时已结束。

SLN-VIZN3D-IOT重新上电并且事先被配置为开启自动睡眠模式。如果套件在上电9秒后还没有检测到人脸；或是检测到了人脸，15秒后，使用SW3按钮开始进行注册，2秒后完成注册。注册完成后，未再检测到人脸，10秒后套件进入睡眠状态。

当低功耗模式的自动配置起效且套件即将进入睡眠状态时，屏幕上会显示如下图所示的“Recognition Failed”（“识别失败”）消息，警告SLN-VIZN3D-IOT将在接下来的1.5秒内进入睡眠模式。



图39. “Recognition timeout”（“识别超时”）消息

如果1.5秒后没有发生任何干扰低功耗模式激活的事件，则会显示常规低功耗模式启动画面，套件进入睡眠状态。



图40. “Enter Sleep”（“进入睡眠”）效果画面

一旦进入睡眠状态，套件只能被图41所示的触发事件唤醒：USB电源（套件重新上电）、复位开关（SW4）、SW0开关、PIR传感器和QN9090蓝牙模块。触发唤醒会使电路板恢复正常工作。

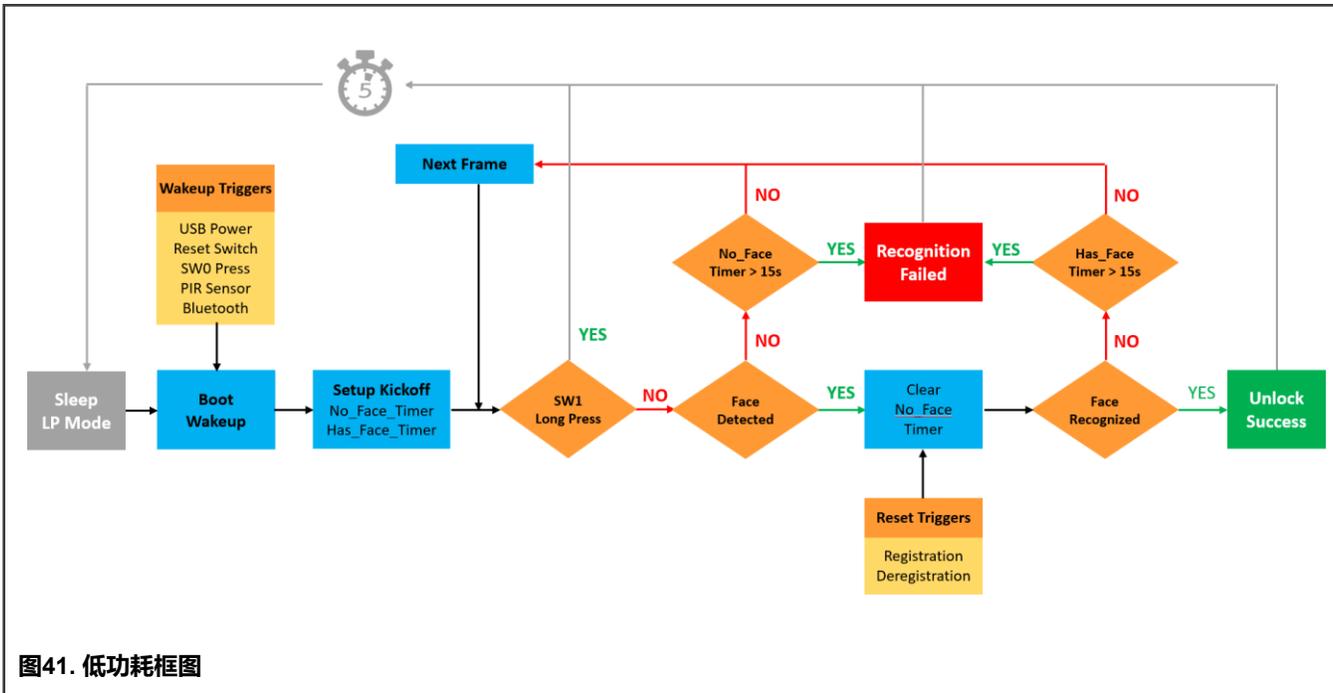


图41. 低功耗框图

6.2 串行命令行接口

6.2.1 连接到串行命令行接口

SLN-VIZN3D-IOT套件支持多个串行命令，使用户可以访问预编程Smart Lock应用程序提供的全套功能。串行命令可以通过套件的内置命令行发出，可使用PuTTY或Tera Term等串行终端仿真器进行访问。

要连接到套件的串行CLI，请确定与套件关联的COM端口，并使用下面所示的[115200, 8, 1, N, XON/XOFF]串行设置进行连接。

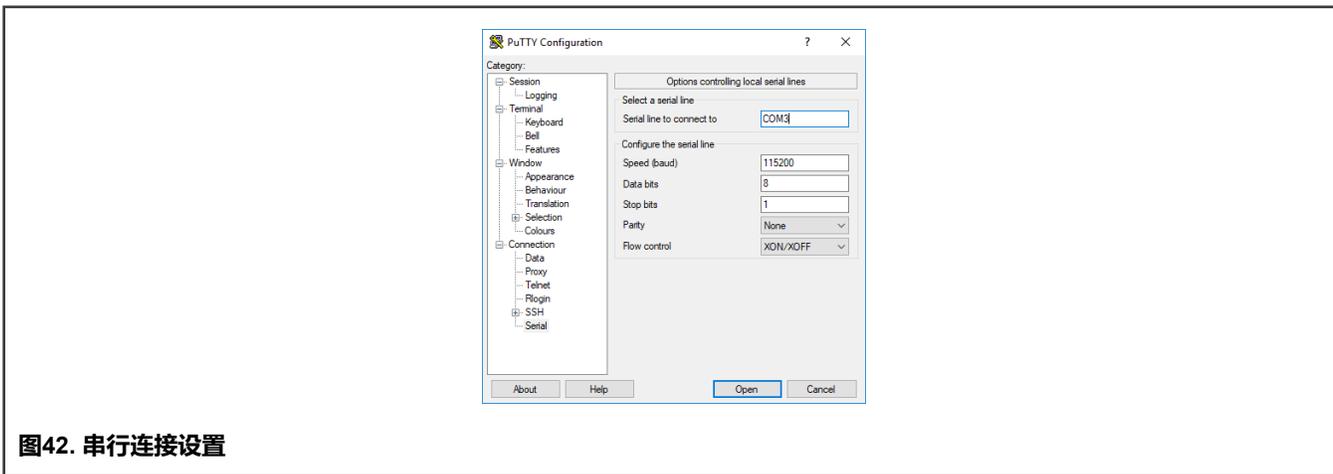


图42. 串行连接设置

连接到套件的串行接口后，您会看到一个空白的终端屏幕，它将回传您输入的任何字符。

使用“help”命令显示所有可用串行命令及其用法的列表。我们将在接下来的章节中介绍其中一些命令。

```

COM3 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
help
"help": List all the registered commands
"exit": Exit program
"version oasis ": get the version of the current oasis library
"version": get the version of the current software.
"reset": resets the board.
"save": Save all registered users to flash
"add username": Add user.
"del -n <username>": Del user by username.
"del -i <id>": Del user by id.
"del -a ": Del all.
"rename <id> new_name": rename user based on id .
"list": get all users registered.
"list -c": get number of registered users.
"log_level <none|error|debug|info|verbose>": set the log level.
"log_level": get the log level.
"display_output <UVC|panel> ": Set display device.
"display_output": Get the display device.
"display_output source <RGB|3DIR|3DDEPTH> ": Set display source.
"display_output source": Get display source.
"ir_pwm <value>": PWM pulse width for IR LED, value should be between 0 (inactive) and 100 (max).
"white_pwm <value>": PWM pulse width for white LED, value should be between 0 (inactive) and 100 (max).
"volume <value>": Volume of the speaker. Value should be between 0 (muted) and 100 (max).
"lpm <enable/disable>": Enable or disable low power functionality based on timeout or disable.
"lpm": Return the current low status <enable | disable>
"ble address": get ble advertising address.
"get_manager": get list of all active managers.
"get_manager <id>": get devices registered to a specific manager
SHELL>>

```

图43. 串行命令“Help”（帮助）菜单

6.2.2 列出可用命令

要显示可运行的所有可用命令的列表，请输入命令“help”。此命令将输出一个类似于下面所示的列表，其中详细列出了所有可用命令及其参数：

表3. 串行命令表

命令	参数	描述
help		列出所有注册的命令
exit		退出程序；关闭串行终端直到复位
version version oasis		获取当前应用程序软件的版本 获取当前oasis库的版本

下一页继续.....

表3. 串行命令表 (续)

reset		复位电路板
save		将所有注册用户保存到闪存 (添加用户时默认执行此操作)
add username	<username>	添加用户
del -n del -i del -a	<username> <id> n/a	按用户名删除用户 按id删除用户 删除所有用户
rename	<id> new_name	根据id对用户进行重命名
list list -c		获取所有注册用户 获取注册用户数
log_level log_level	<none error debug info verbose>	获取日志级别 获取当前日志级别
display_output display_output	<UVC panel>	设置显示设备 获取当前显示设备
display_output source display_output source	<RGB 3DIR 3DDEPTH>	设置摄像头源 获取当前摄像头源
ir_pwm	<value>	设置红外LED功率。取值在0 (关闭) 和100之间
white_pwm	<value>	设置白色LED功率。取值在0 (关闭) 和100之间
volume	<value>	设置扬声器音量。取值在0 (关闭) 和100之间
lpm lpm	<enable disable>	设置低功耗定时器 获取当前低功耗定时器状态
ble address		获取BLE广播地址
get_manager get_manager	<id>	获取所有正在运行的管理器的列表 获取注册到特定管理器的HAL设备

6.3 管理用户数据库

6.3.1 列出所有注册用户

使用“list”命令列出当前在系统本地人脸数据库中注册的所有用户 (无论他们是否已保存到闪存中), 以及他们的内部ID号, 而“list-c”命令则显示注册用户的总数。

```
SHELL>> list
Saved - Id 0 Name - user_000
Saved - Id 1 Name - Cooper
```

```
SHELL>> list -c
Users registered 2
```

图44. 列出注册用户名或数量

6.3.2 手动添加用户

要在手动模式下注册新的人脸，只需使用命令“**add <username>**”。此命令的作用与使用SW3按钮进行手动注册几乎一样，但它允许添加特定用户名而不是通用用户名。

此外，使用不带参数的“**add**”命令与使用SW3按钮的手动注册过程的作用是一样的。

```
SHELL>> add Cooper
SHELL>> add
```

图45. 使用特定或通用用户名手动添加新用户

6.3.3 手动删除用户

要删除以前注册的用户，请使用“**del -n**”命令，后跟用户名，或使用“**del -i**”命令，后跟用户ID来删除指定的用户。

```
SHELL>> del -n Cooper
Delete was successful
SHELL>> del -i 0
Delete was successful
```

图46. 手动删除用户

此外，使用不带参数的“**del**”命令与使用按钮SW2的手动注销过程的作用是一样的。

```
SHELL>> del
```

图47. 手动删除下一个识别的用户

或者，也可以运行“**del -a**”命令删除以前注册的所有用户。

```
SHELL>> del -a
All users successfully deleted
```

图48. 手动删除所有用户

6.3.4 重命名用户

“rename”命令可用于重命名已注册到数据库中的用户。为此，只需使用“rename user_ID newusername”命令。下面列举了正在使用的命令示例。

```
SHELL>> rename 0 Cooper
Update was successful
```

图49. 重命名注册用户

6.3.5 手动将用户保存到闪存中

注册的人脸会自动保存到闪存中，以确保用户在电路板复位或重新上电后能够正常访问。然而，如果禁用了自动保存功能（请参见软件开发指南），则可以使用“save”（“保存”）命令将注册用户手动存储到闪存中。用户将按添加顺序保存，在命令完成后会返回一条成功消息。

```
SHELL>> save
Saving users to flash...
User list saved
```

图50. 手动将所有注册用户保存到闪存

6.4 显示器配置

SLN-VIZN3D-IOT套件预装有Rocktech RK024HH298 VGA 2.4英寸竖向并口屏，但Smart Lock应用程序的图形界面也可以通过USB连接到与普通USB网络摄像头设备类似的计算机屏幕。



图51. Rocktech RK024HH298

要激活USB Video Class (UVC) 并在计算机屏幕上使用Smart Lock应用程序的图形界面显示摄像头输出，请在串行终端输入命令“display_output UVC”。下发命令后，需要使用“reset”命令或物理重启电路板来复位电路板，使更改生效。

```
SHELL>> display_output UVC
Display output set. Reset the board for the change to take effect.
SHELL>> reset
```

图52. 启用UVC视频输出命令

要恢复出厂配置并（重新）激活套件附带的屏幕，只需输入命令“`display_output panel`”。

```
SHELL>> display_output panel
Display output set. Reset the board for the change to take effect.
SHELL>> reset
```

图53. 启用基于面板的视频输出命令

注意

SLN-VIZN3D-IOT套件利用MIMXRT117F并行显示控制器，通过SLN-VIZN3D-IOT SDK包中提供的恩智浦驱动程序/中间件控制所提供的TFT屏幕。

VIZN3D电路板内置了与Rocktech RK043FN02H-CT WQVGA 4.3英寸横向TFT电容触摸屏兼容的并行显示连接器（J208、J209）。RT1060 EVK SDK包中提供了此显示器的底层驱动程序。

VIZN3D电路板还有一个MIPI显示连接器（J206），用于连接Rocktech RK055HDMIPI4M HD720 5.5英寸TFT横向电容触摸屏。RT1170 EVK SDK包中提供了此显示器的底层驱动程序。

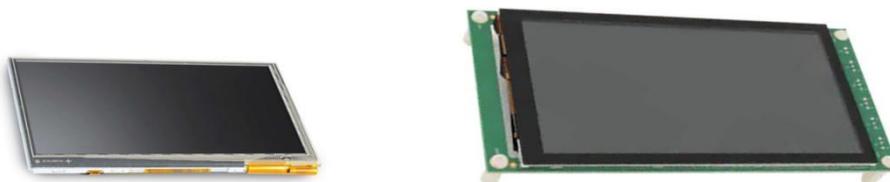


图54. Rocktech RK043FN02H-CT（左）和RK055HDMIPI4M（右）

6.5 摄像头配置

可以通过“`display_output source`”命令在RGB、3DIR和3DDEPTH选项之间进行选择，配置在屏幕上显示的摄像头输出。

```
SHELL>> display_output source RGB
Display output source set
SHELL>> display_output source 3DIR
Display output source set
SHELL>> display_output source 3DDEPTH
Display output source set
```

图55. 3个摄像头输出命令

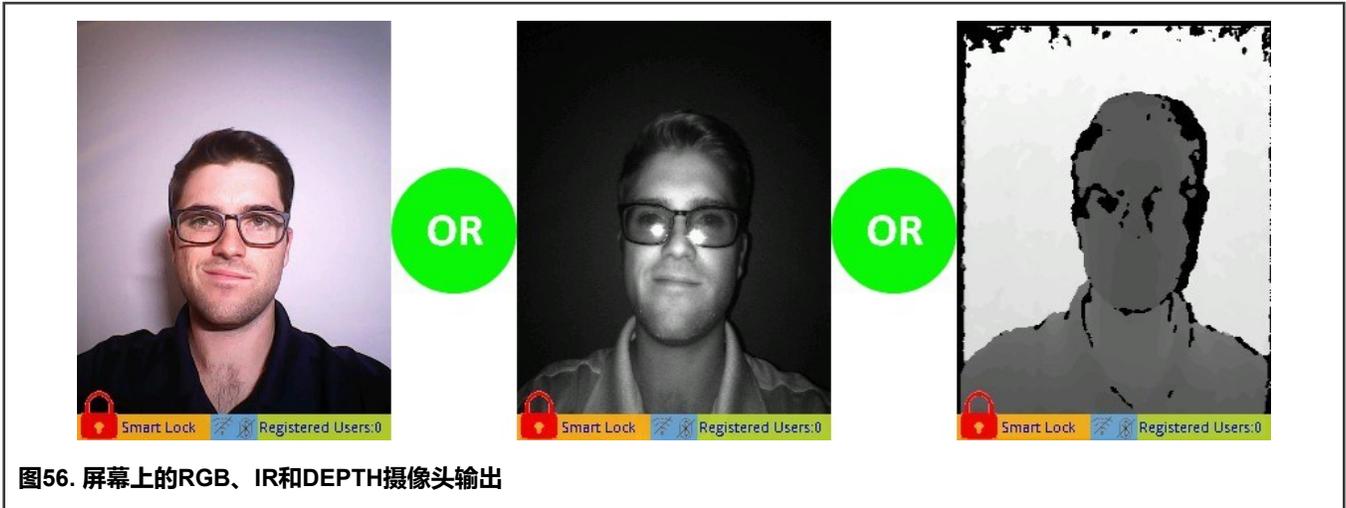


图56. 屏幕上的RGB、IR和DEPTH摄像头输出

注意

此命令只会更改显示的摄像头输出，而不会更改检测和识别算法使用的摄像头输出。

6.6 音频配置

Smart Lock应用程序包括音频反馈提示，与屏幕消息一起用于增强用户体验或模拟无头用例。

SLN-VIZN3D-IOT套件预装了PUI ASE02808MR-150-R封闭式2W扬声器，音频电路由RT117F MQS接口控制。

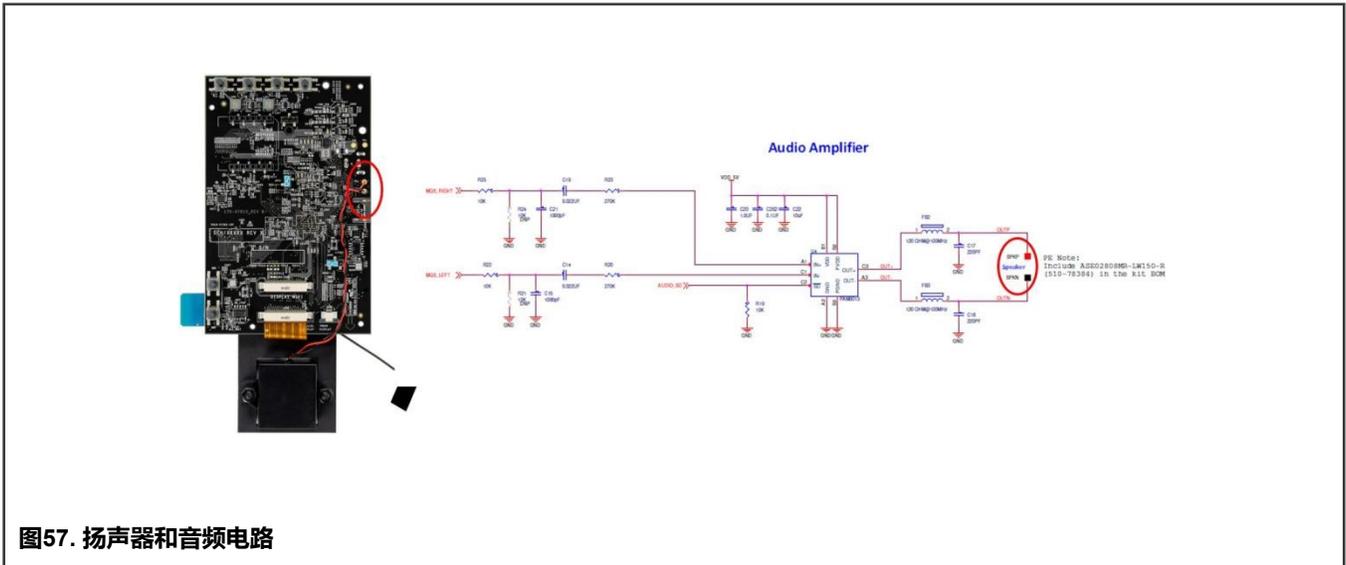


图57. 扬声器和音频电路

Smart Lock应用程序支持的音频消息的完整列表如下表所示。

表4. Smart Lock应用程序的音频消息列表

语音ID	音频消息	活动
1	Starting Registration (开始注册)	注册

下一页继续.....

表4. Smart Lock应用程序的音频消息列表 (续)

2	Registration Successful (注册成功)	注册
3	Registration Failed (注册失败)	注册
4	Look at Camera (看摄像头)	注册
5	Starting Deregistration (开始注销)	注销
6	Deregistration Successful (注销成功)	注销
7	Deregistration Failed (注销失败)	注销
8	Recognition Successful (识别成功)	识别并进入低功耗模式
9	Fake Face (假脸)	识别
10	Recognition Failed (识别失败)	识别并进入低功耗模式
11	Enter Sleep (进入睡眠模式)	进入低功耗模式
12	Bluetooth Connected (蓝牙已连接)	蓝牙连接
13	Bluetooth Disconnected (蓝牙已断开)	蓝牙连接

要更改扬声器音量，请输入“**volume**”命令，后跟0至100之间的值。要完全禁用音频提示，只需输入扬声器音量值0。

```
SHELL>> volume 25
Volume set
SHELL>> volume
Current volume is 25
```

图58. 扬声器音量命令

6.7 配置LED亮度

6.7.1 红外LED

SLN-VIZN3D-IOT套件内置了由LED驱动器控制的红外LED，该LED驱动器可根据照明条件调节LED的功率。RT117F使用PWM信号来控制LED驱动器，PWM信号的可配置占空比通过串行命令进行设置。

要更改红外LED发射的功率，请输入命令“**ir_pwm**”，后跟0至100之间的值。

警告

红外LED可能对人眼有害，因此我们建议不要超过35%的功率，切勿直视红外LED。

```
SHELL>> ir_pwm 20
Brightness set
```

```
SHELL>> ir_pwm
IR LED Brightness is currently set to: 20
```

图59. 红外LED功率命令

6.7.2 白色LED

VIZN3D电路板内置了由LED驱动器控制的两个白色LED，LED驱动器可根据照明条件调节LED的功率。RT117F使用PWM信号来控制LED驱动器，PWM信号的可配置占空比通过串行命令进行设置。

要更改白色LED发射的功率，请输入命令“**white_pwm**”，后跟0至100之间的值。

警告

白色LED可能对人眼有害，因此我们建议不要超过35%的功率，切勿直视白色LED。

```
SHELL>> white_pwm 20
Brightness set
SHELL>> white_pwm
White LED Brightness is currently set to: 20
```

图60. 红外LED功率命令

6.8 配置自动低功耗模式

SLN-VIZN3D-IOT针对电池供电应用进行了部分优化，支持能够手动，使用按钮，或者自动使用定时器和触发器的组合来进入低功耗状态。有关低功耗模式的更多信息，请参见“[低功耗模式](#)”部分。

要控制低功耗定时器，请输入带有enable或disable参数的串行命令“**lpm**”，以激活或停用该定时器。

```
SHELL>> lpm enable
SHELL>> lpm disable
```

图61. 控制低功耗定时器命令

要获得当前的低功耗定时器模式，请输入不带任何参数的命令“**lpm**”。

```
SHELL>> lpm
lpm enable
```

图62. 低功耗状态定时器命令

6.9 调试日志消息

为了帮助开发人员了解我们的解决方案是如何运行的，套件中预编程的Smart Lock应用程序提供了五个级别的日志消息：**none**、**error**、**debug**、**info**和**verbose**。

要获取当前的日志级别，请输入不带任何参数的串行命令“log_level”。

```
SHELL>> log_level
log_level none
```

图63. 获取日志级别命令

串行调试消息在默认情况下被禁用，但可以使用“log_level <none|error|debug|info|verbose>”串行命令启用。无论启用哪种模式，它都会启用接收“高于”指定级别的所有级别的消息。例如，命令“log_level debug”也会启用接收错误级别消息。

```
SHELL>> log_level debug
Log_level set
```

图64. 设置日志级别命令

要接收调试日志，必须将USB转UART转换器连接到RT117F MCU的物理UART，可从套件背面的J202扩展头访问该物理UART。MCU UART使用3V3信号，确保转换器与此电压兼容或进行了相应的配置。下图展示了如何连接UART转换器。

警告

一些USB转串行适配器已经含有内置的3V3源，不需要将3V3连接到VIZN3D电路板。请查看适配器文档以避免故障。

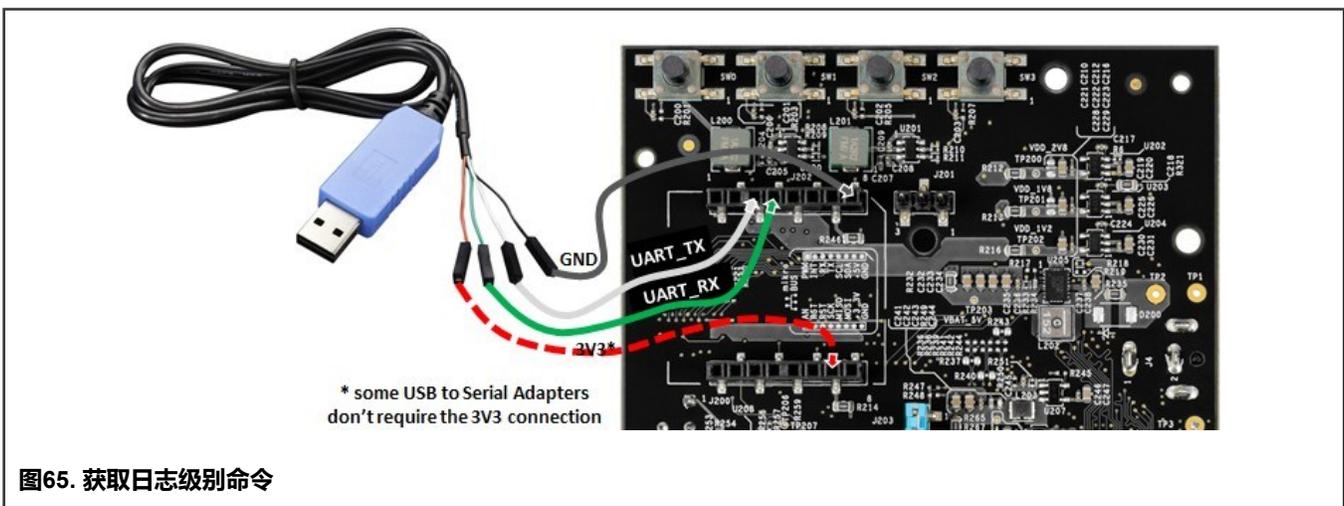


图65. 获取日志级别命令

在连接了USB转UART转换器的情况下，使用PuTTY或Tera Term等串行终端仿真器，并使用如下所示的[115200, 8, 1, N, XON/XOFF]串行设置连接到与USB-UART转换器关联的COM端口：

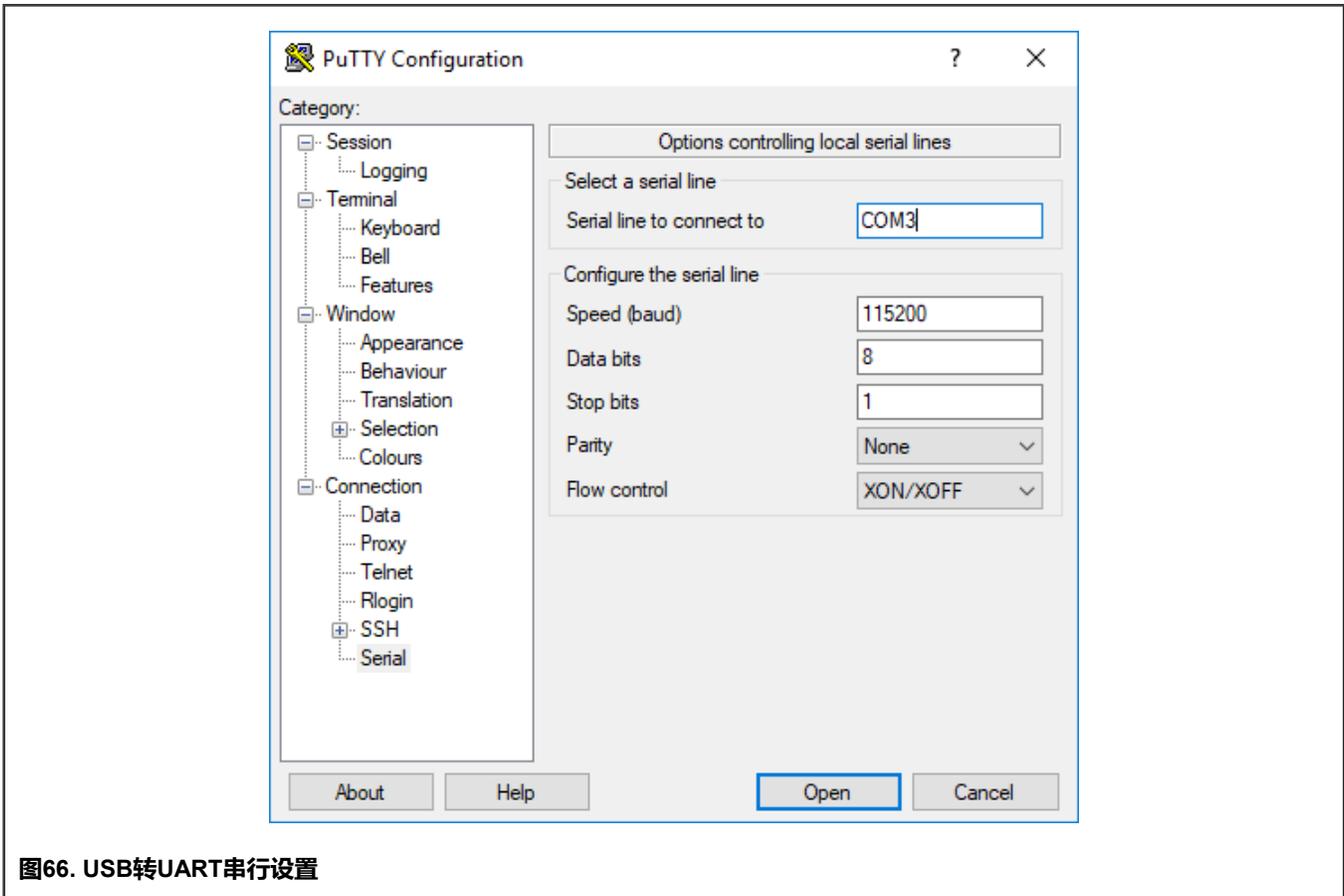


图66. USB转UART串行设置

Error—传输错误相关信息。包括与HAL设备和Framework Manager的初始化例程有关的消息。错误消息的独特之处在于，与其他类型的消息不同，错误消息还包括打印错误消息的文件和行号，以帮助更轻松地区别错误的来源。

示例：

```
.main.c:88: In function "APP_InitFramework":
[ 0. 84][Error] - FWK_CameraManager_Init error 1
```

图67. 错误日志

Debug—用于调试程序的信息。其中包括有关各种管理器、HAL设备的消息，以及来自Oasis Lite人脸识别引擎的最新推理结果。

示例：

```
[ 0. 6][Debug] - [MAIN]:Started
[ 0. 77][Debug] - [LpmManager]:Starting...
[ 0. 93][Debug] - [LpmManager]:INIT lpm dev[0]
[ 0.339][Debug] - START lpm dev [0]
[ 0.384][Debug] - [LpmManager]:started 0
[ 0.401][Debug] - ++HAL_FlashDev_Littlefs_Init
[ 9.612][Debug] - Littlefs mount success
[ 9.641][Debug] - --HAL_FlashDev_Littlefs_Init
[ 9.756][Debug] - Littlefs directory exists: -17
[ 10.140][Debug] - HAL_GfxDev_Pxp_Register
[ 105. 10][Debug] - START camera dev[0]
```

```
[ 105. 61][Debug] -
HAL_CameraDev_FlexioGc0308_Start( [ 211. 18][Debug] -
--HAL_InputDev_ShellUsb_start
[ 211. 52][Debug] - START input dev [2]
[ 211.116][Debug] - [BleWirelessUartTask] start.
[ 289.126][Debug] - --display_dev_init
[ 289.177][Debug] - [DisplayManager]:START dev[0]
[ 289.196][Debug] - ++display_dev_start
[ 289.216][Debug] - --display_dev_start
[ 308. 9][Debug] - START camera dev[1]
[ 308. 47][Debug] - HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Start
[ 543.324][Debug] - [OASIS]DET: - No face detected.
[ 561.105][Debug] - HEADER_PACKET:
[ 561.186][Debug] - HEADER PACKET PARSE SUCCESSFUL[27].
[ 561.267][Debug] - [BleWirelessUartTask]: BLE QN9090 start scan.
[ 561.307][Debug] - DATA_PACKET:
[ 561.331][Debug] - DATA PACKET PARSE SUCCESSFUL[27].
[ 627.380][Debug] - HEADER_PACKET:
[ 632.938][Debug] - HEADER PACKET PARSE SUCCESSFUL[27].
[ 633. 18][Debug] - [BleWirelessUartTask]: BLE QN9090 already start scan.
[ 633. 52][Debug] - DATA_PACKET:
[ 633. 72][Debug] - DATA PACKET PARSE SUCCESSFUL[27].
[ 744.816][Debug] - [OASIS]DET: - No face detected.
[ 940.486][Debug] - [OASIS]DET: - No face detected.
[ 1138.5371][Debug] - [OASIS]DET: - No face detected
```

图68. 调试日志

Info—可能对开发人员有用，但通常不如调试消息重要的消息。包括摄像头图像帧的入队和出队消息以及更细粒度的Oasis相关消息。

示例：

```
[ 504940.528][Info] - [OASIS]INVALID_FACE.
[ 504991.520][Info] - --HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Dequeue
[ 505005.386][Info] - ++HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Enqueue
[ 505005.404][Info] - Submitting empty buffer
[ 505005.421][Info] - --HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Enqueue
```

图69. Info日志

Verbose—最低级别的日志消息。主要关于各个管理器之间消息传递的内部状态。通常不需要启用此级别的日志记录。

示例：

```
[ 505205. 5][Verbose] - Task:[2] put message:[0x8038ADA4]:[5]
[ 505205. 46][Verbose] - Task:[2] put message:[0x8038ADA4]:[5] done
[ 505214.641][Info] - --HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Dequeue
[ 505217.338][Verbose] - Task:[0] put from isr message:[0x8038AC6C]:[0]
[ 505217.376][Verbose] - Task:[0] put from isr message:[0x8038AC6C]:[0] done
[ 505238.127][Verbose] - Task:[2] put message:[0x8038AD70]:[5]
[ 505238.175][Verbose] - Task:[2] put message:[0x8038AD70]:[5] done
[ 505238.199][Info] - ++HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Enqueue
[ 505238.221][Info] - Submitting empty buffer
[ 505238.237][Info] - --HAL_CameraDev_CsiOrbbecUls_Enqueue
```

```
[ 505245.613][Verbose] - Task:[8038AC44]:[0]:[8038B640] Waiting to receive message
[ 505245.649][Verbose] - Task:[8038AECC]:[1]:[8038B6C0] Waiting to receive message
```

图70. Verbose日志

除了上面所示的日志消息外，将“log_level”设置为“none”或“error”以外的任何值也会产生一些有用的屏幕信息。屏幕上的输出反映了当前正在识别的人脸的信息。

在下面的屏幕截图中，用户0的面部已被识别（为“id:0”），与套件内部数据库中的匹配人脸的相似度为89.60%（为“sim 89.60%”），已通过内部模糊度检查（为：“blur:0”），最重要的是通过了3D和2D活体检查（为“3d_fake:0”和“2d_fake:0”）。最后，下面识别的人脸位置也是正确的，因为它正对着摄像头（pose:front（“姿势：正面”））。



图71. 已识别人脸的屏幕显示信息

6.10 获取BLE地址

输入命令“ble address”可轻松显示套件中的蓝牙ID。要在拥挤的环境中快速识别套件，并将其与Android Smart Lock Manager应用程序进行配对，需要使用此ID。

```
SHELL>> ble address
BLE SSID [VN60648E]
```

图72. 获取BLE地址命令

6.11 获取管理器及管理器部件运行信息命令

要显示解决方案上运行的管理器列表，请输入串行命令“get_manager”。

```
SHELL>> get_manager
ID- 0 priority- 5 Name- camera_manager
ID- 1 priority- 4 Name- display_manager
ID- 2 priority- 3 Name- vision_algo_manager
ID- 4 priority- 3 Name- output_manager
ID- 5 priority- 6 Name- input_manager
```

图73. 推理引擎和oasis版本命令

要显示在特定管理器注册的设备列表，请输入命令“**get_manager**”，后跟先前获得的管理器ID。

```
SHELL>> get_manager 2
SHELL>> ManagerID-2. DeviceID 0 DeviceName - OASIS_3D
```

图74. 推理引擎和oasis版本命令

如需了解有关Framework管理器和HAL设备的更多信息，请参见软件开发指南。

6.12 打印版本信息

要快速识别应用程序支持的功能，需要了解套件上当前运行的Smart Lock应用程序的版本。使用“**version**”命令可显示套件上当前运行的应用程序的版本。此命令还可用于打印正在运行的应用程序正在使用的当前应用程序bank。在执行大容量存储设备拖放烧写以确定要提供给套件的二进制文件类型时，此命令非常有用。如需了解有关大容量存储设备拖放烧写的更多信息，请参见《SLN-VIZN3D-IOT软件开发指南》。

```
SHELL>> version
App running in bankA
Version 1.1.0
```

图75. “version”命令

此外，“**version oasis**”命令可识别套件上运行的Oasis Lite库的版本。

```
SHELL>> version oasis
Oasis version 1.23.0
```

图76. “version oasis”命令

6.13 复位SLN-VIZN3D-IOT

在某些情况下可能需要重新启动套件，却无需对套件进行物理上下电操作或按下复位按钮。可以使用“**reset**”命令来实现重启，该命令执行套件软复位，并再次执行整个启动过程。

```
SHELL>> reset
System will reset
```

图77. 软复位命令

注意

在对SLN-VIZN3D-IOT套件进行任何复位后，可能需要重新启动用于控制或与电路板进行通信的任何计算机应用程序（例如，用于USB转串行命令的串行终端，用于UVC模式的摄像头应用程序）。

6.14 终止SLN-VIZN3D-IOT CLI

“exit”命令用于终止串行终端程序并终止与电路板的串行通信，直到下一次重新上电。通常没有需要使用此命令的场景。

```
SHELL>> exit
```

图78. Exit命令

第7章

故障排除

7.1 注册人脸

本节介绍了在尝试执行人脸注册和识别时，可以采取哪些步骤来帮助调试潜在的故障点。如果在完成这些步骤后，仍然无法确定问题的原因，请前往恩智浦论坛专门讨论SLN-VIZN3D-IOT套件的部分寻求更多帮助。

7.1.1 调整人脸接近度和位置

因为人脸识别利用人脸“标识符”来确定被观察的人脸，所以两个摄像头都要能看到这些标识符。通常，人脸角度不正确和/或与摄像头的距离不适当可能会导致注册失败。下面列举了一些不当使用的例子。



图79. 不正确的人脸角度和接近度

当尝试注册人脸时，在理想情况下，人脸应占据边界框内的大部分，位于边界框内部的中心，并直视摄像头。为了帮助确保人脸角度正确，可以从左到右、从上到下缓慢移动面部。

Orbbec摄像头的3D模块经过了校准，可以正确扫描0.3米至1.0米之间的人脸。如果用户的面部距离摄像头比上述范围更近或更远，那么深度信息将无效，应用程序会生成“fake face”（“假脸”）消息。

7.1.2 使用日志消息进行调试

在调试注册问题时，日志消息可提供有用的信息，特别是在调试活体检测问题时。如需了解有关如何激活日志消息的更多信息，请按照本《指南》的“[调试日志消息](#)”部分中的步骤进行操作。屏幕上的指示器在鉴别注册过程中出现的问题时尤为有用。

第8章

文档详情

8.1 参考资料

以下参考资料可用于补充本文档：

表5. 参考文档

文档/链接	备注
http://www.nxp.com/MCUXpresso	MCUXpresso IDE下载
https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/MCUXpresso_IDE_User_Guide.pdf	MCUXpresso IDE用户指南
https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/SLN-VIZN3D-IOT-DG.pdf	SLN-VIZN3D-IOT软件开发指南
https://www.nxp.com/mcu-vision3d	SLN-VIZN3D-IOT主页

8.2 缩略语和定义

表6. 缩略语和定义

缩略语	定义
FTDI	Future Technology Devices International
GUI	Graphic User Interface
IOT	Internet of Things
IVT	Instruction Vector Table
JTAG	Joint Test Action Group
MCU	Microcontroller Unit
MEMS	Micro-Electro-Mechanical System
MSD	Mass Storage Device
OEM	Original Equipment Manufacturer
OTW	Over the Wire
OTP	One Time Programmable
ROM	Read-Only Memory

下一页继续.....

表6. 缩略语和定义 (续)

缩略语	定义
RTOS	Real-Time Operating System
SDK	Software Development Kit
UART	Universal asynchronous receiver-transmitter

第9章

修订历史

下表列出了自初版发布以来对本文档所做的实质性变更。

表7. 修订历史

版本号	日期	实质性变更
0	2021年11月1日	初版发布

How To Reach Us

Home Page:

nxp.com

Web Support:

nxp.com/support

Limited warranty and liability— Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use NXP products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits based on the information in this document. NXP reserves the right to make changes without further notice to any products herein.

NXP makes no warranty, representation, or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does NXP assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in NXP data sheets and/or specifications can and do vary in different applications, and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "typicals," must be validated for each customer application by customer's technical experts. NXP does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. NXP sells products pursuant to standard terms and conditions of sale, which can be found at the following address: nxp.com/SalesTermsandConditions.

Right to make changes - NXP Semiconductors reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

Security— Customer understands that all NXP products may be subject to unidentified or documented vulnerabilities. Customer is responsible for the design and operation of its applications and products throughout their lifecycles to reduce the effect of these vulnerabilities on customer's applications and products. Customer's responsibility also extends to other open and/or proprietary technologies supported by NXP products for use in customer's applications. NXP accepts no liability for any vulnerability. Customer should regularly check security updates from NXP and follow up appropriately. Customer shall select products with security features that best meet rules, regulations, and standards of the intended application and make the ultimate design decisions regarding its products and is solely responsible for compliance with all legal, regulatory, and security related requirements concerning its products, regardless of any information or support that may be provided by NXP. NXP has a Product Security Incident Response Team (PSIRT) (reachable at PSIRT@nxp.com) that manages the investigation, reporting, and solution release to security vulnerabilities of NXP products.

NXP, the NXP logo, NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD, COOLFLUX, EMBRACE, GREENCHIP, HITAG, ICODE, JCOP, LIFE, VIBES, MIFARE, MIFARE CLASSIC, MIFARE DESFire, MIFARE PLUS, MIFARE FLEX, MANTIS, MIFARE ULTRALIGHT, MIFARE4MOBILE, MIGLO, NTAG, ROADLINK, SMARTLX, SMARTMX, STARPLUG, TOPFET, TRENCHMOS, UCODE, Freescale, the Freescale logo, Altivec, CodeWarrior, ColdFire, ColdFire+, the Energy Efficient Solutions logo, Kinetis, Layerscape, MagniV, mobileGT, PEG, PowerQUICC, Processor Expert, QorIQ, QorIQ Qonverge, SafeAssure, the SafeAssure logo, StarCore, Symphony, VortiQa, Vybrid, Airfast, BeeKit, BeeStack, CoreNet, Flexis, MXC, Platform in a Package, QUICC Engine, Tower, TurboLink, EdgeScale, EdgeLock, eIQ, and Immersive3D are trademarks of NXP B.V. All other product or service names are the property of their respective owners. AMBA, Arm, Arm7, Arm7TDMI, Arm9, Arm11, Artisan, big.LITTLE, Cordio, CoreLink, CoreSight, Cortex, DesignStart, DynamIQ, Jazelle, Keil, Mali, Mbed, Mbed Enabled, NEON, POP, RealView, SecurCore, Socrates, Thumb, TrustZone, ULINK, ULINK2, ULINK-ME, ULINK-PLUS, ULINKpro, µVision, Versatile are trademarks or registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere. The related technology may be protected by any or all of patents, copyrights, designs and trade secrets. All rights reserved. Oracle and Java are registered trademarks of Oracle and/or its affiliates. The Power Architecture and Power.org word marks and the Power and Power.org logos and related marks are trademarks and service marks licensed by Power.org. M, M Mobileye and other Mobileye trademarks or logos appearing herein are trademarks of Mobileye Vision Technologies Ltd. in the United States, the EU and/or other jurisdictions.

© NXP B.V. 2021.

All rights reserved.

For more information, please visit: <http://www.nxp.com>

For sales office addresses, please send an email to: salesaddresses@nxp.com

Date of release: 01 November 2021

Document identifier: SLN-VIZN3D-IOT-UG

