

TI 15.4 协议栈 Linux® 网关示例应用程序

内容

1	简介	2
2	背景	2
3	支持的硬件组合	3
4	所需硬件	4
5	对 CC13x0 LaunchPad 进行编程	5
6	软件设置	6
7	运行应用程序	9
8	后续步骤	13

附图目录

1	硬件组合 1 概览	3
2	硬件组合 2 概览	4
3	通过 SD 卡启动 BBB	6
4	BBB 与 Linux 主机相连	7
5	BBB 与 Windows 主机相连	7
6	使用网络路由器将 BBB 与 Linux 或 Windows 主机相连	7
7	协处理器 LaunchPad 已连接到 BBB	9
8	/dev/ttyACM0 设备检查	10
9	UART 配置	10
10	网络启动后由本地 Web 服务器提供的 TI-15.4 MAC 网关应用程序 Web 应用程序	11
11	传感器 LaunchPad 状态更改 LCD	12
12	设备连入网络后的 TI 15.4 协议栈网关应用程序 Web 应用程序	13

附表目录

1	商用路由器	8
2	连接 Web 服务器所用的 IP 地址	12

商标

LaunchPad, BoosterPack, SmartRF are trademarks of Texas Instruments.
 UBUNTU is a registered trademark of Canonical.
 Linux is a registered trademark of Linus Torvalds.
 Windows is a trademark of Microsoft Corporation.
 Wi-Fi is a trademark of Wi-Fi Alliance.
 All other trademarks are the property of their respective owners.

1 简介

本快速入门指南旨在为开发人员提供开始使用开箱即用 TI 15.4 协议栈 Linux®SDK 示例应用程序的相关说明。

2 背景

TI 15.4 协议栈 Linux SDK 示例 应用程序 能够帮助开发人员创建超低功耗、超远距离的星型拓扑网络解决方案。TI 15.4 协议栈 Linux SDK 包括收集器和网关示例 应用程序（除其他参考资料外，请参见《[TI 15.4 协议栈嵌入式开发人员指南](#)》，了解详细信息）。Linux 收集器示例应用程序使用 UART 与运行 MAC 协处理器 (CoP) 的 CC13x0 相连。收集器示例应用程序构成了执行网络协调器（启动网络并允许器件加入该网络）功能的全功能设备，并且还提供监视和收集一个或多个传感器设备中传感器数据的应用程序。此外，网关示例应用程序还为 Linux 网关应用程序提供了套接字服务器接口。

在 NodeJs 框架内实现的 Linux 网关应用程序作为客户端，与 Linux 收集器创建的套接字服务器相连。此外，Linux 网关应用程序建立了本地 Web 服务器，用户可以通过 Web 浏览器与其相连，用于监视和控制网络设备。收集器和网关示例 应用程序向 IP 桥接引入了电气电子工程师协会 (IEEE) 802.15.4 标准，是使用 TI 15.4 协议栈创建物联网 (IoT) 应用程序 的良好开端。

注：在以下章节中，CC1310 和 CC1350 平台的项目名称均称为 CC13x0。根据使用的无线 MCU，将 x 替换为 1 或 5。

3 支持的硬件组合

开箱即用 Linux 收集器和网关示例 应用程序 可以通过两种主机硬件组合中的任意一种运行。

硬件组合 1

该应用程序在 BeagleBone Black (BBB) 上运行。它使用 BBB 和 CC13x0LP 运行 MAC CoP。BBB 运行收集器和网关 应用程序，而 CC13x0 运行 MAC CoP 应用程序。

- 优点
 - 设置后，只需要使用 Web 浏览器。
 - 不需要立即使用 Linux 计算机。
- 缺点
 - 需要执行额外步骤来设置 BBB。

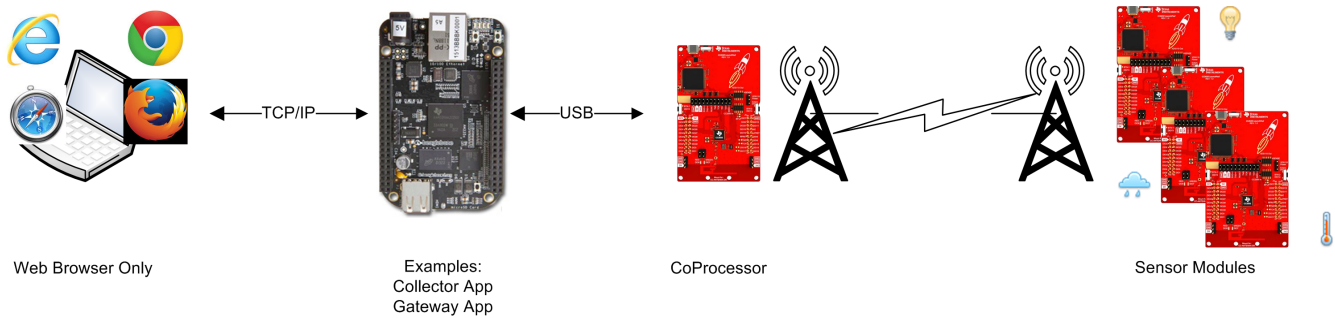


图 1. 硬件组合 1 概览

硬件组合 2

收集器和网关示例 应用程序 在运行 UBUNTU®的 Linux 计算机上运行。x86 计算机与运行 MAC CoP 应用程序的 CC13x0 LaunchPad 相连。

- 优点
 - 易于设置
 - 无需 BBB；相反，所有示例 应用程序 均在 Linux 开发主机上运行
- 缺点
 - 需要使用 Linux 计算机
 - 未展示出示例应用程序的可扩展性
- 有关 Linux 主机的重要要求
 - 预编译的 Linux 二进制程序假定：x86_64计算机运行 UBUNTU 14.04 64 位 LTS

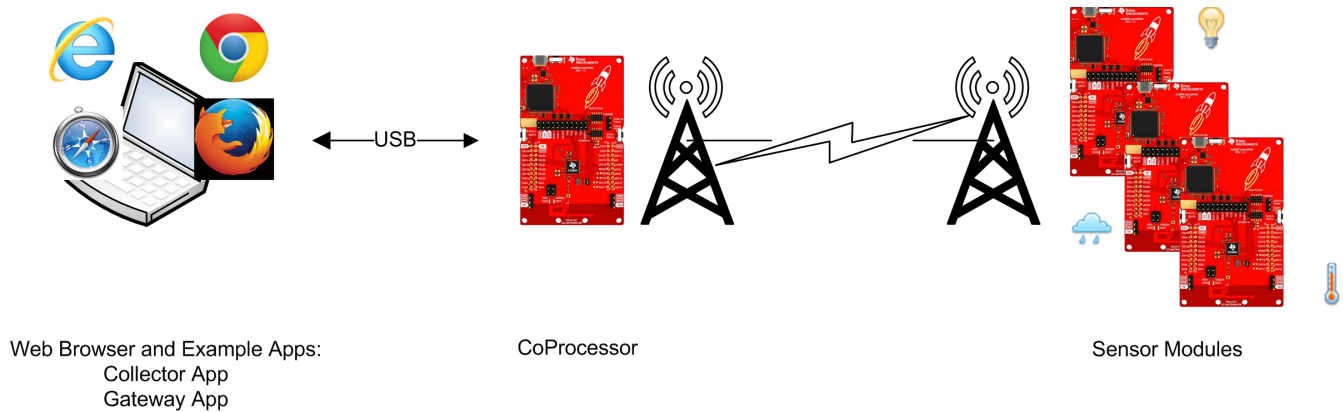


图 2. 硬件组合 2 概览

硬件组合 1 和 2 的共同点

网络设备 - 至少两个 CC13x0 LaunchPad™(LP) 开发套件。LP1 运行预编译的 MAC CoP 应用程序，而 LP2（到 n）作为传感器节点运行预编译的传感器应用程序。

4 所需硬件

嵌入式设备（共用）：

- 两个 [CC1310 LP](#) 或两个 [CC1350 LP](#)
- 一个 LCD BoosterPack™- 可选 (<http://www.ti.com.cn/tool/cn/430boost-sharp96>)

硬件组合 1 - BBB 主机（直接在 BBB 上运行预编译 应用程序）：

- BBB (<https://beagleboard.org/black>)
- 8GB SD 卡（TI 处理器 SDK 映像需要至少 8GB 存储空间）
- 一种用于配置和设置 BBB SD 卡的方法（Windows™或 Linux 计算机）
- 用于托管和运行用于查看示例应用程序的 Web 浏览器的 PC
- 在某些配置中，可能需要标准 Wi-Fi™路由器（有关详细信息，请参见图 6）

硬件组合 2 - Linux 主机（在 Linux x86 开发主机上运行预编译 应用程序）：

- UBUNTU 14.04 LTS 64 位 Linux 计算机

5 对 CC13x0 LaunchPad 进行编程

若要运行示例应用程序，用户必须首先使用 MAC CoP 十六进制文件对一个 CC13x0 LP 进行编程，并使用传感器示例应用程序十六进制文件对其他 LP 进行编程。用所需的十六进制文件对 CC13x0 进行编程时，可以采用两种方式。在本快速入门指南中，使用在 Windows 计算机上运行的 Flash Programmer 2 工具。此外，开发人员还可以使用 Serial Flash Programmer 工具（TI 15.4 协议栈 Linux 安装目录下 /doc 中《TI 15.4 协议栈开发人员指南》所述）将所需十六进制映像编程到 CC13x0LP 中。

注： 传感器和 CoP 器件很容易混淆。确保在编程时对器件进行标记。

若要对 LP 进行编程，请执行下列步骤：

1. 从 <http://www.ti.com.cn/tool/cn/SIMPLELINK-CC13X0-SDK> 下载 SimpleLink CC13x0 SDK，然后进行安装。
2. 下载并安装 SmartRF™ Flash Programmer 2（网址<http://www.ti.com.cn/tool/cn/flash-programmer>）。
3. 对 CC13x0 LP 1 进行编程 - 此器件运行 CoP 示例应用程序。
 - (a) 标记此器件收集器。LCD BoosterPack 在 CoP 应用程序中不受支持。
 - (b) 在 Windows PC 中，使用 SmartRF Flash Programmer 2 通过 coprocessor_cc1310lp.hex 或 coprocessor_cc1350lp.hex 对 CC1310 LP 或 CC1350 LP 进行编程。
 - 对于 CC1310 LP，十六进制文件位于
C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\rtos\CC1310_LAUNCHXL\ti154stack\hexfiles
 - 对于 CC1350 LP，十六进制文件位于
C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\rtos\CC1350_LAUNCHXL\ti154stack\hexfiles
4. 对 CC13x0 LP 2 进行编程 - 此器件运行传感器示例应用程序。
 - (a) 标记此器件传感器。可选：将 LCD BoosterPack 连接到此 LP。
 - (b) 在 Windows PC 中，使用 SmartRF Flash Programmer 2 通过 sensor_default.hex 对 CC1310 LP 或 CC1350 LP 进行编程。
 - 对于 CC1310 LP，十六进制文件位于
C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\rtos\CC1310_LAUNCHXL\ti154stack\hexfiles\default
 - 对于 CC1350 LP，十六进制文件位于
C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\rtos\CC1350_LAUNCHXL\ti154stack\hexfiles\default

注： 重要事项 - 默认十六进制文件是针对 915MHz 频段操作构建的。若要重新构建适合其他频段（例如，868MHz ETSI 频段）的十六进制文件，请参见：

- 《嵌入式开发人员指南》或《Linux 快速入门指南》
- 《Linux SDK 开发人员指南》，特别是收集器示例应用程序配置章节，更改 Linux 示例应用程序。

故障排除 - 如果器件（传感器或 CoP）混淆，则使用 Flash Programmer 2 工具确认闪存内容。

- 取消选中擦除 (ERASE) 选项，取消选中编程 (PROGRAM) 选项，只启用验证 (VERIFY) 选项和回读功能，以再次确认闪存操作。
-

6 软件设置

根据所使用的硬件设置组合，分别执行6.1节或6.2节中的步骤，获取运行应用程序所需的软件设置（8节中对应用程序的运行进行了说明）。

6.1 硬件组合 1

本节介绍使用硬件组合 1 运行应用程序时所需的步骤。

6.1.1 BBB SD 卡映像

使用处理器 SDK 映像对 SD 卡进行编程，步骤如下：

1. 下载预编译的 TI 处理器 SDK SD 卡映像 am335x-evm-linux-03.01.00.06.img.zip网址：http://software-dl.ti.com/processor-sdk-linux/esd/AM335X/latest/index_FDS.html
2. 按照 wiki 页面上的说明对 microSD 存储卡进行编程。
 - 使用 Windows 计算机：http://processors.wiki.ti.com/index.php/Processor_SDK_Linux_Creating_a_SD_Card_with_Windows
 - 使用 Linux 计算机：http://processors.wiki.ti.com/index.php/Processor_SDK_Linux_create_SD_card_script

6.1.2 启动 BBB

通过 SD 卡启动 BBB，步骤如下：

1. 断开电源，并从 BeagleBoard 上拔下 USB 电缆。
2. 将 SD 卡插入 BBB（请参见图 3）。
3. 按下（并按住）启动开关。**重要事项：**只有在首次通电时才会检测到启动开关。
4. 为 BBB 供电（1.5A，5V）。
5. 等待几秒钟，然后松开启动开关。在大约 5 到 15 秒内，LED 开始闪烁。

注：通过新格式化的 SD 卡第一次启动时，需要大约 1 到 2 分钟时间，在这段时间内，BBB Linux 发行版执行一些一次性步骤。

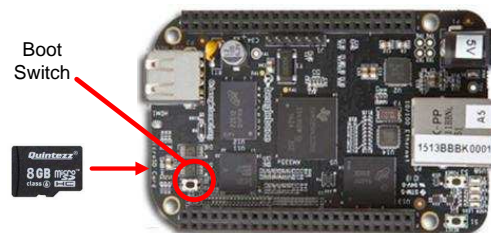


图 3. 通过 SD 卡启动 BBB

6.1.3 检测 BBB 网络地址

可行的网络配置有四种：（USB 或网络电缆）×（Windows 或 Linux）= 4。选择适合您的环境的组合。所有四种组合如下所示：

- 使用 **USB** 电缆将 **BBB** 与 **Linux** 主机相连 – 使用 TCP/IP 通过 USB 电缆连接（也称为 Linux USB Gadget 接口）。对于 USB BBB 配置，BBB 始终使用 IP 地址 192.168.7.2（此地址在 TI 处理器 SDK SD 卡映像中已进行硬编码）。

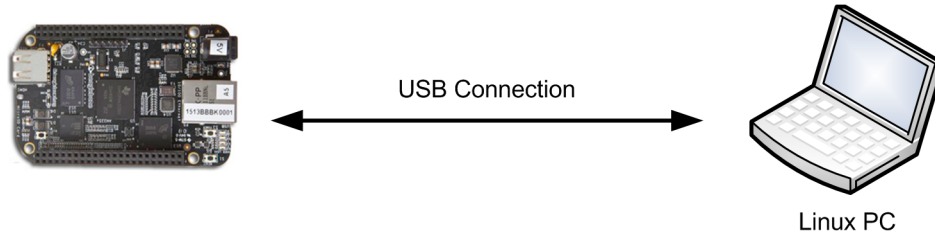


图 4. BBB 与 Linux 主机相连

- 使用 **USB** 电缆将 **BBB** 与 **Windows** 主机相连 – 目前不支持该方法（Windows 驱动程序的原因）。

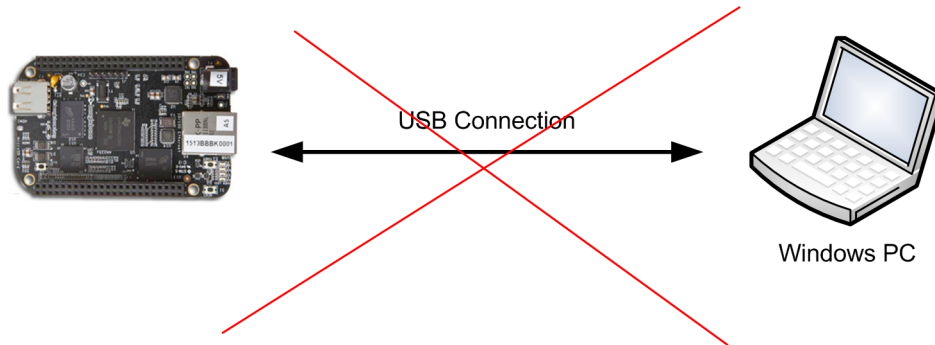


图 5. BBB 与 Windows 主机相连

- 将 **BBB** 与网络路由器相连并使用 **Linux** 或 **Windows** 主机 – 支持该方法。

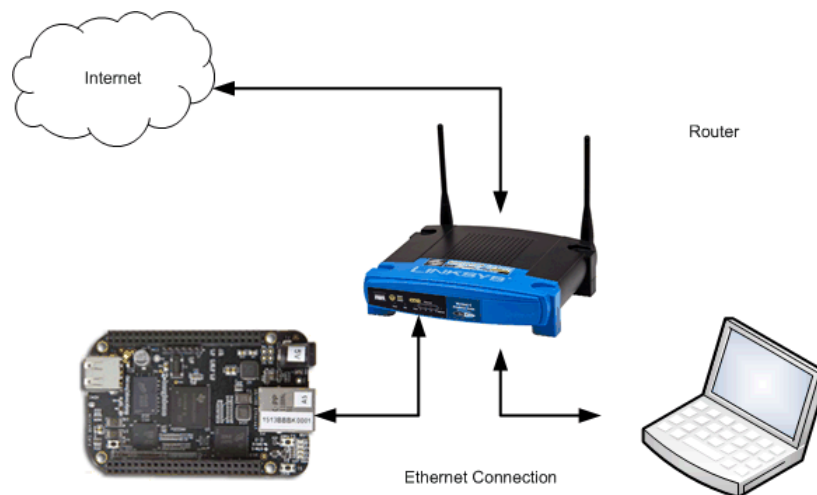


图 6. 使用网络路由器将 BBB 与 Linux 或 Windows 主机相连

在该配置中，BBB 的 IP 地址可以采用两种方法确定。

- 方法 1: 使用 FTDI 电缆通过 BBB 上的串行插头进行连接，使用 ifconfig 确定分配给 BBB 的 IP 地址。
 - 方法 2: 大多数路由器包含用于配置设备的内置 Web 服务器（请参见表 1）。
1. 将 BBB 与路由器相连。
 2. 启动 BBB。
 3. 找到 DHCP 客户端页面，确定 BBB 的 IP 地址。下文列举了几个示例。此功能的通用名称是 DHCP 客户端表。

注：故障排除 - DHCP IP 地址通常由设备启动顺序确定。如果先启动用户的笔记本电脑，则地址可能为：xx.xx.xx.100。接下来启动 BBB，地址可能为：xx.xx.xx.101 - 但是，下次使用时，或者连接了另一个设备时（例如手机或平板电脑），生成的启动顺序可能会发生改变，因此 IP 地址也可能会更改。

表 1. 商用路由器

品牌	示例链接
LinkSys	http://www.linksys.com/us/support-article?articleNum=139502
NetGear	http://documentation.netgear.com/fvs336g/enu/202-10257-01/FVS336G_RM-11-07.html
Belkin	http://www.belkin.com/pyramid/AdvancedInfo/F5D8235-4/Advance/reserveIP.htm

6.1.4 使用安全复制功能将预编译文件复制到 BBB

使用安全复制 (SCP) 功能将 bbb_prebuilt.tar.gz 文件复制到 BBB，注意 SDK 名称中的“xx”是最终版本安装程序编号。

Linux 预编译文件位于 `${HOME}/ti/simplelink/ti15.4stack_linux_64_02_00_01_xx/prebuilt`

在 Linux 上，命令为（回顾一下，`${SDK_ROOT}` 是 Linux SDK 安装目录，用相应的地址代替 `${BBB_IP_ADDRESS}`）：

```
bash$ cd ${SDK_ROOT}/prebuilt
bash$ scp bbb_prebuilt.tar.gz root@${BBB_IP_ADDRESS}:~/.
```

在上面的命令中，结尾的符号：`~/.` 是用户主目录的速记符号。在这种特定情况下，目录是 `/home/root`

6.1.5 使用 Secure Shell 登录 BBB（获取 Shell 命令提示符）

1. 使用 Secure Shell (SSH) 登录 BBB: `bash$ ssh root@${BBB_IP_ADDRESS}`
此命令连接到 BBB 并提供根 (#) 命令提示符，具体为：`root@am335x-em#`
2. 解压 TAR 文件。
`root@am335x-evm# cd ${HOME}`（tar 文件所在位置）
`root@am335x-evm# tar xf bbb_prebuilt.tar.gz`
3. 预编译二进制文件位于预编译目录中，具体为：`/home/root/prebuilt`

6.2 硬件组合 2

本节介绍使用硬件组合 2 运行应用程序时所需的步骤。

6.2.1 Linux 主机软件设置

1. 从以下网址将 TI-15.4 协议栈 Linux SDK 安装程序下载到运行 UBUNTU OS（64 位，版本 14.04 LTS）的 x86 计算机<http://www.ti.com.cn/tool/cn/SIMPLELINK-CC13X0-SDK>。
2. 转到下载的文件所在目录，安装 TI 15.4 协议栈 Linux SDK。请注意，TI 15.4 协议栈默认安装目录是 `${HOME}/ti/simplelink/ti15.4stack_linux_64_02_00_01_xx`

- 以普通用户身份执行以下命令（不要以根用户身份执行这些步骤）。注意 **xx** 是编译序列号，可以忽略。

```
bash$ cd ${where_the_run_file_is_located}
bash$ chmod +x ti15.4stack_linux_x64_02_00_00_xx.run
bash$ ./ti15.4stack_linux_x64_02_00_00_xx.run
```

- 如果需要，执行 **bash\$ sudo apt-get** 更新。注意行 **bash\$ sudo apt-get** 更新的字体必须与本节中使用的 **bash\$** 行相同。

- 安装软件包：**build essential**。

```
bash$ sudo apt-get install build-essential
```

- 安装软件包：**NodeJS**。

```
bash$ sudo apt-get install nodejs
```

- 键入用户名，该用户名必须是组拨号成员。

```
bash$ sudo adduser $USER dialout
```

- 可选（可以稍后完成）：要交叉编译 BBB，从 <http://www.ti.com.cn/tool/cn/PROCESSOR-SDK-AM335X> 下载并安装 **TI processor-SDK-Linux-AM335x**。TI-AM335x-Linux SDK 包含交叉编译为 BBB 所需的所有交叉编译工具、头文件、库和所需的其他文件。有关详细信息，请参见《TI 15.4 协议栈 Linux 开发人员指南》。

注： 预编译的 Linux 应用程序 位于 `$(SDK_ROOT)/预编译目录` 中。

6.2.2 Linux 主机预编译目录

故障排除注意事项：所有这些步骤均以普通用户身份执行。不要以根用户身份执行这些步骤。

- 更改为 SDK 安装目录。

```
bash$ cd ${SDK_ROOT}
```

- 更改为 Linux 预编译目录。

```
bash$ cd prebuilt
```

7 运行应用程序

7.1 连接协处理器 **LaunchPad**

将运行 CoP 的 CC13x0 插入 x86 计算机或 BBB。

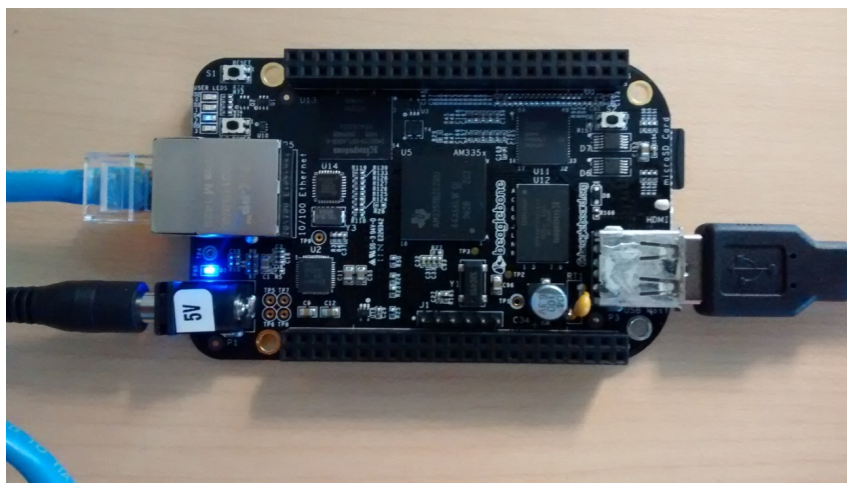
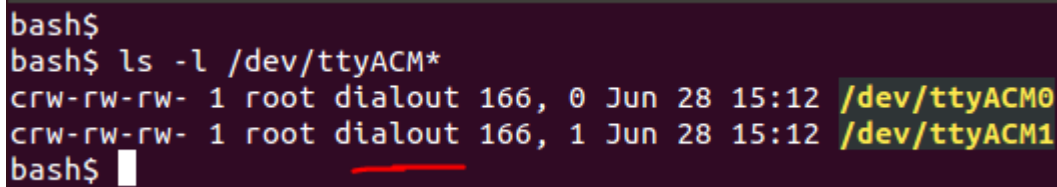


图 7. 协处理器 **LaunchPad** 已连接到 **BBB**

7.1.1 协处理器 LaunchPad 故障排除

- 使用以下命令检查 `/dev/ttyACM0` 设备:

```
bash$ ls -l /dev/ttyACM*
```



```
bash$
bash$ ls -l /dev/ttyACM*
crw-rw-rw- 1 root dialout 166, 0 Jun 28 15:12 /dev/ttyACM0
crw-rw-rw- 1 root dialout 166, 1 Jun 28 15:12 /dev/ttyACM1
bash$
```

图 8. `/dev/ttyACM0` 设备检查

LP 表示为两个名为 `/dev/ttyACM<somenumber>` 的 USB 串行端口，通常是 ACM0 和 ACM1，它们是组拨号成员。收集器示例应用程序使用以下位置的配置文件：`/${PREBUILT}/bin/collector.cfg`

默认配置文件假设 LP 是：`/dev/ttyACM0`

有时，最简单的解决方案是编辑或更改 `/${PREBUILT}/bin/collector.cfg` 文件。

- 多个 `/dev/ttyACM` 设备（原因 1）

在某些情况下，某个应用程序可能已崩溃，或者已拔出 LP USB 电缆并已插回。此事件可能导致应用程序继续引用现有 `/dev/ttyACMx` 设备名称。移除 USB 设备并重新插入后，仍使用原有名称。Linux 随后使用下一个可用数字（例如，`/dev/ttyACM2` 或 `/dev/ttyACM3` ...等）。另一个示例是关闭笔记本电脑盖或挂起虚拟机，并在稍后恢复。最简单的解决方法是重新启动计算机（另一种方法是通过终止来终止各种进程）。

- 多个 `/dev/ttyACM` 设备（原因 2）

对于 BBB（硬件组合 1），LP 通常是唯一存在的设备，因此，LP 通常显示为 `/dev/ttyACM0` 和 `/dev/ttyACM1`。对于 Linux x86（硬件组合 2），通常会有多个设备插入 Linux 开发主机，这些其他设备也可能显示为 `/dev/ttyACM<somenumber>`。例如，当通过 USB 连接到用户的 Linux 计算机时，可将 BBB 配置为显示 `/dev/ttyACM<somenumber>`。

如有需要，简单的解决方案是编辑 `/${PREBUILT}/bin/collector.cfg` 文件（请参见图 9）。

```
[uart-cfg]
;; Launchpads use USB and show up as: /dev/ttyACM0 and ACM1
;; Solutions using an FTDI or Prolific cable use /dev/ttyUSB0 or USB1
;; Hard serial ports are: /dev/ttyS0 to ttyS9
;devname = /dev/ttyUSB1
devname = /dev/ttyACM0
baudrate = 115200
; we use the default flags
flag = default
```

图 9. UART 配置

- 权限不正确

对于 BBB（硬件组合 1），应用程序通常以根用户身份运行，因此绝不会出现权限问题。对于 Linux x86（硬件组合 2），应用程序通常以普通用户身份运行，因此很容易忽略 `adduser` 步骤。

```
bash$ sudo adduser $USER dialout
```

请记住，添加拨号组后，所做更改不会自动传播到现有的其他 shell 窗口。最简单的方法是重新启动计算机并重新登录。

7.2 启动应用程序 - 启动网络

预编译目录包含名为 `run_demo.sh` 的简单 `shell` 脚本

```
cd ${PREBUILT}          (change to the prebuilt directory)
bash ./run_demo.sh     (run the demo)
```

BBB（硬件组合 1）：`shell` 脚本打印浏览器的 URL。

1. 选择合适的 URL。
2. 剪切 URL 并将其粘贴到浏览器中（有关详细信息，请参见下文故障排除）。

Linux x86（硬件组合 2）：脚本自动启动浏览器。

7.2.1 网络故障排除

- 错误消息

应用程序应在后台启动，最终返回 `bash` 命令提示符。在此过程中，软件打印 CoP 应用程序的软件版本。如果未执行此操作或打印出其他错误消息，请查阅节 7.1.1 中的故障排除步骤。

- 要使用哪个 URL？

BBB（硬件组合 1）打印出两个不同的 URL 地址。URL 192.168.7.2 专用于仅有 USB 接口的 Linux。另一个 URL 用于有线接口，应为之前使用的 `${BBB_IP_ADDRESS}`。

- 原有网络信息？

清除非易失性存储器以启动网络刷新。要执行此操作，可从 `${prebuilt}/bin` 中删除 `nv-simulation.bin`

- 网络配置错误

可以更改 PAN ID、信标顺序、通道等网络配置（位于 `${prebuilt}/bin/collector.cfg` 中的 `collector.cfg`）。

7.3 网关应用程序网页 - 开启网络以便新设备连入

图 10 所示为示例网页。最初，示例应用程序启动时不存在任何设备，网络为关闭状态，而且不接受新设备。

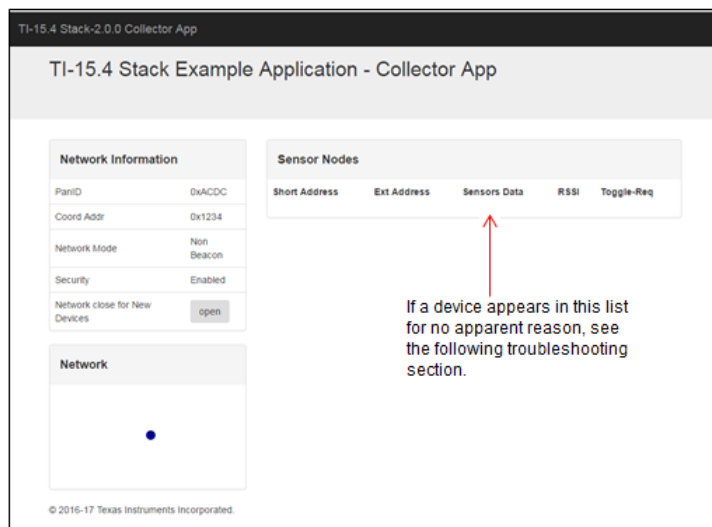


图 10. 网络启动后由本地 Web 服务器提供的 TI-15.4 MAC 网关应用程序 Web 应用程序

7.3.1 网关应用程序网页故障排除

- 关于端口号

BBB（硬件组合 1）：默认的 Web 服务器端口为 80。BBB 正在运行两个演示；演示 1 位于默认服务端口（端口 80），这是处理器 SDK 包的演示。

硬件组合 1 和 2：TI 15.4 协议栈 Linux SDK 示例网关应用程序使用端口 1310，因此，请务必在连接网关所用的 URL 中使用 1310。例如，URL 应如表 2 所示。

表 2. 连接 Web 服务器所用的 IP 地址

IP 地址	硬件组合
http://192.168.7.2:1310	硬件组合 1 - 使用 USB 接口的 BeagleBone
http://\${BBB_IP_ADDRESS}:1310	硬件组合 1 - 使用有线接口的 BeagleBone
http://localhost:1310	硬件组合 2 - 仅限 Linux
http://\${LINUX_IP_ADDRESS}:1310	硬件组合 2 - 仅限 Linux

- 设备列表及恢复上一状态

应用程序第一次运行时，设备列表中不存在任何设备。如果是第二次运行 Linux 示例应用程序，收集器应用程序通过读取以下文件恢复到上一状态：`${PREBUILT}/bin/nv-simulation.bin`。因此，传感器设备可能最初就显示在设备列表中，即使它不存在或未通电也是如此。

- 重置设备（Linux 收集器应用程序和传感器应用程序）

要重置 Linux 收集器应用程序，可删除 `nv-simulation.bin` 文件并重新启动演示应用程序。相同的恢复操作适用于嵌入式传感器示例应用程序。如果重置或重新启动设备，设备会恢复为上一状态。若要重置传感器 LP 上的嵌入式传感器应用程序：

1. 同时按住 BTN1 和 BTN2。
2. 按下然后释放 RESET 按钮。
3. 同时释放 BTN1 和 BTN2。

7.4 将设备连入网络

启动时，收集器示例应用程序最初会将网络关闭；因此传感器设备不能连入网络。要打开网络，可单击 Web 浏览器上的打开 (Open) 按钮。在几秒钟内（具体时间取决于轮询间隔和其他配置），传感器将连入网络。当设备连入网络后，红色 LED 指示灯点亮。如果传感器 LP 具有 LCD 模块，则在 LCD 上指示当前状态（请参见图 11）。有关详细信息，请参见附带的文档。

- 状态 1 = 未连入
- 状态 3 = 已连入
- 状态 4 = 已恢复
- 状态 5 = 孤立状态

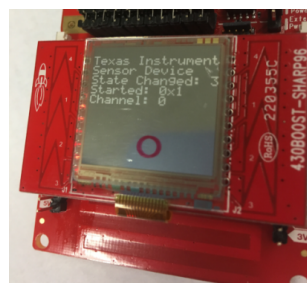


图 11. 传感器 LaunchPad 状态更改 LCD

7.5 数据通信

出现新设备后，最初只显示短地址和扩展地址。数据字段显示为---（连字符），表示无数据。

传感器数据报告

大约 1-2 分钟后，会在屏幕上显示数据（确切的时间间隔使用 `#define` 值在收集器应用程序中配置），相关详细信息，请参见《TI 15.4 协议栈嵌入式开发人员指南》或 Linux 收集器源代码示例。此后，传感器节点周期性地报告传感器数据。

驱动

单击切换 LED (Toggle LED) 按钮会向传感器模块发送消息以切换 LED。在所需的传感器 LP 上可能会发生轻微的切换操作延迟（几秒钟）。产生这种延迟的原因是传感器节点处于休眠模式，仅在接收收集器缓冲的命令时定期唤醒。

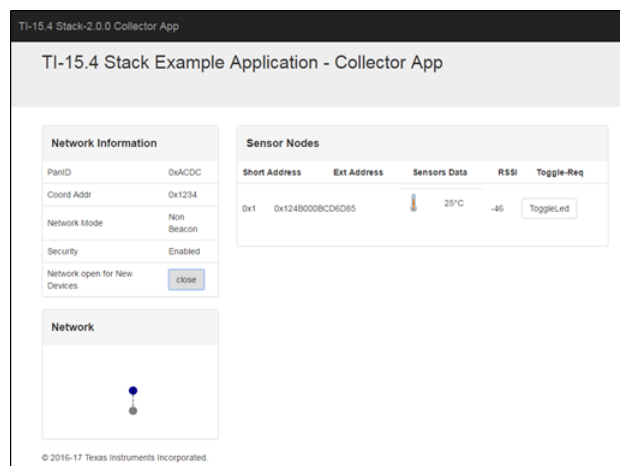


图 12. 设备连入网络后的 TI 15.4 协议栈网关应用程序 Web 应用程序

注：要通过源代码运行示例，可参见《TI 15.4 协议栈 Linux 开发人员指南》中的第 4.2.1 节。

8 后续步骤

有关其他信息，请参见随 TI 15.4 协议栈 Linux SDK 安装的《TI 15.4 协议栈 Linux 开发人员指南》。有关协议栈运行、设置数据包监听器等的详细信息，请参见通过 TI 15.4 协议栈 Windows 安装程序安装的《TI 15.4 协议栈开发人员指南》。开发人员还可以参考安装的 TI 15.4 协议栈 SDK 中附带的其他文档。

有用的链接

- 各种疑问和常见问题均可在 TI e2e 论坛获得解答。用户可以提问并解答其他开发人员的疑问：http://e2e.ti.com/support/wireless_connectivity/proprietary_sub_1_ghz_simpliciti/
- [TI 15.4 协议栈 Wiki 页面](#)

修订历史记录

注：之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

Changes from Original (July) to A Revision	Page
• 将文本从 x86_64 计算机更改为 Linux 计算机。	3
• 将 x86 更改为 x86_64。	3
• 将文件位置从 C:\ti\simplelink\ti-15.4-stack-sdk_2_00_00_xx\examples\hexfiles 更新为 C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\os\CC1310_LAUNCHXL\154stack\hexfiles 和 C:\ti\simplelink_cc13x0_00_00_00\examples\os\CC1350_LAUNCHXL\154stack\hexfiles。	5
• 将文件位置从 C:\ti\simplelink\ti-15.4-stack-sdk_2_00_00_xx\examples\hexfiles 更新为 C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\os\CC1310_LAUNCHXL\154stack\hexfiles\default 和 C:\ti\simplelink_cc13x0_sdk_1_00_00_00\examples\os\CC1350_LAUNCHXL\154stack\hexfiles\default。	5
• 从 am335x-evm-linux-02.00.02.11.img.zip 更新为 am335x-evm-linux-03.01.00.06.img.zip。	6
• 位置从 \${HOME}/ti/simplelink/ti15.4stack_linux_64_02_00_00_xx/prebuilt 更新为 \${HOME}/ti/simplelink/ti15.4stack_linux_64_02_00_01_xx/prebuilt	8
• 将目录从 \${HOME}/ti/simplelink/ti15.4stack_linux_64_02_00_00_xx 更新为 \${HOME}/ti/simplelink/ti15.4stack_linux_64_02_00_01_xx。	8
• 向网络故障排除添加内容（节 7.2.1）	11
• 向7.5 节添加注释。	13
• 已添加 TI wiki 页面链接	13

有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等产权包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默示的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

邮寄地址：上海市浦东新区世纪大道 1568 号中建大厦 32 楼，邮政编码：200122
Copyright © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司