

简化软件开发，实现投资回报最大化



Henry Wiechman

德州仪器 (TI) 嵌入式处理器软件营销和战略
部门

Adrian Fernandez

德州仪器 (TI) 微控制器开发体验部门经
理

概述

近年来，与嵌入式系统开发相关的软件挑战显著增大。这些系统继续添加高级功能以及更高速度的接口和多个连接选项，从而迫使需要更复杂的调度算法以及更大的功耗和代码大小。终端产品需求也在迅速变化，公司力求向多个市场推出基础产品的不同版本。由于上市时间窗口的缩小，开发人员需要一个具有直观抽象级别和操作系统支持的强大软件基础，从而更快地创建应用。

这一软件基础应支持广泛的器件产品系列，让它们能轻松重用应用代码，以便能够将初始投资移植到各种具有不同系统要求的产品。

SimpleLink™ 微控制器 (MCU) 软件开发套件 (SDK) 是一整套经过验证、配备全套文档的驱动程序、堆栈和代码示例，使工程师能够使用德州仪器 (TI) 的 [SimpleLink 联网 MCU 系列](#) 开发创新和差异化的应用。这一强大的 SDK 将基本软件组件和易于使用的示例封装在一个全面的软件包中，从而提供统一和一致的体验。无论是驱动程序和通信栈还是操作系统内核，客户使用 TI 基于 ARM® Cortex®-M 的 MCU 来快速高效开发新应用时所需的一切都包含在该 SDK 中。该 SDK 很好地集成到了开发环境中，通过充分利用 SysConfig（一种统一软件配置工具）的图形配置功能来加快初期开发，同时便于用户使用高级调试功能。

SimpleLink SDK 之间的这种统一体验，可让开发人员将时间用来打造使产品出类拔萃的应用。TI 的 SimpleLink 产品系列是经过全面测试和集成、开箱即用的强大解决方案。凭借 100% 的代码可移植性，SDK 的共同基础最大限度地实现了重用。

TI 对该平台的持续耕耘保证了 API 兼容。此外，该 SDK 的通用组件可在行业标准的开源许可模型下使用，因而客户可以直接在应用中使用。

SimpleLink SDK 如何改进开发周期

设计新产品和应用并非看起来那么容易。从头开始开发新产品需要在工具、软件和时间方面进行大量投资才能了解新的设计环境。新工具的易用性如何？它们有详尽的文档吗？是否有培训可帮助设计人员更快上手？软件使用什么类型的 API？它们采用行业标准还是专有标准并在不断变化？支持的底层器件产品系列有多广泛？如何支持软件和工具？在考虑这些上手挑战的同时，还必须灵活多变并能够快速适应不断变化的客户需求和要求，因此开发人员可能很快就招架不住。

TI 的 SimpleLink MCU SDK 可实现快速开发并简化业界最广泛联网 MCU 产品系列的移植过程，从而随着客户需求和连接标准要求的不断变化，灵活地提供产品系列。

该 SDK 支持 SimpleLink MCU 产品系列中的所有器件，包括：

- **MSP432™ MCU**：基于可扩展 ARM Cortex-M4F 的 MCU，集成闪存高达 2MB

- **MSP432P4 MCU**：超低功耗和高精度模数转换器 (ADC)

- **MSP432E4 MCU**：通过集成以太网 MAC 和 PHY、USB 和 CAN 实现高性能

- **CC32x0 器件**：具有集成 Wi-Fi® 和高级安全功能且基于 ARM Cortex-M4 的 MCU。

- **CC2640R2F 和 CC1310/CC1350 无线 MCU**：适用于高性能射频应用且基于 ARM Cortex-M3 的低功耗无线 MCU。这些器件支持多种无线标准，包括低功耗 Bluetooth® 和低于 1GHz 标准（如无线 M-Bus、SigFox 和 6LoWPAN），并支持双频带功能。

- **CC2642R/CC2652R 和 CC1312R/CC1352R/CC1352P 无线 MCU**：适用于高性能射频应用、基于 ARM Cortex-M4F 的低功耗无线 MCU。这些器件支持多种无线标准，包括 Zigbee®、Thread、低功耗蓝牙、低于 1GHz 标准和多标准，并支持双频带功能。

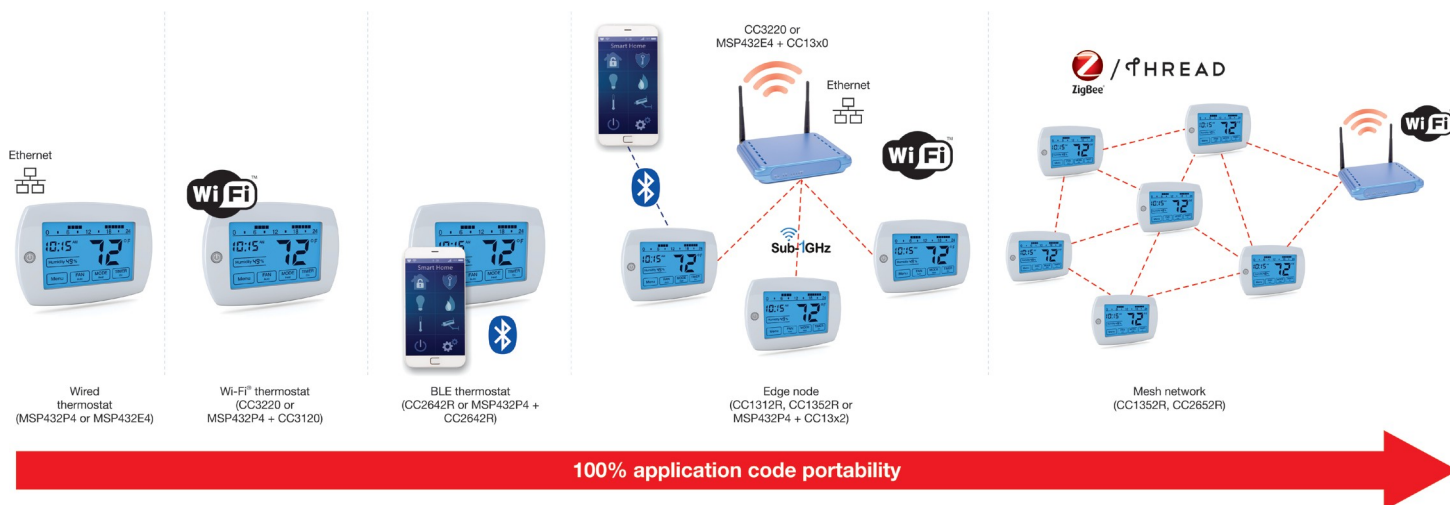


图 1. 应用可扩展性示例

SimpleLink SDK 可使开发人员的投资回报最大化。如下图 1 所示，该 SDK 可让设计人员在一个 SimpleLink MCU（如 [MSP432P4111](#) 器件）上开发应用，然后在不同的 SimpleLink MCU（如 CC3220 无线 MCU）上重复使用该应用来添加新功能，而无需从头开始开发。全套 TI 驱动程序同符合 POSIX 标准的 API 和集成的 RTOS 支持相结合，简化了集成并确保与众多第三方软件组件的兼容性。

在一个典型的开发场景中，客户最初可能引入使用 SimpleLink MSP432P4 MCU 的超低功耗恒温器或使用 MSP432E4 MCU、支持以太网的恒温器。随着业务的增长和客户需求的变化，客户发现有必要使用支持 Wi-Fi 的恒温器，以便让最终用户在家居自动化中使用 Wi-Fi 连接。然后，他们可以在 SimpleLink CC3220 无线 MCU 或主机 MSP432 MCU 与 CC3120 无线网络处理器的基础上设计一个新的应用。先前为基于 MSP432 MCU 的恒温器开发的所有恒温器控制软件、用户界面和应用，完全可以重新用于支持 Wi-Fi 的新恒温器。如此一来，客户就能轻松地将 Wi-Fi 添加到他们的现有产品中，而不必一切重新开始。

将来，如果客户发布一个需要低功耗蓝牙进行手机配对或连接到现有 Thread/Zigbee 网络的家居用恒温器，这些软件可以再次移植到多标准 CC2652R 无线 MCU。即使转移到工业环境中的网关传感器网络时，为独立恒温器开发的相同软件仍然可以在低于 1GHz 传感器网络应用中使用（该应用包括 CC1352R 器件，还包括适用于低功耗蓝牙连接的双频带功能）。如果

需要更宽的范围，该软件也可扩展至具有超低功耗集成式 PA 的 CC1352P 器件。

TI 认识到，客户需要值得信赖并确信现在和将来都可用的软件。TI 的 SimpleLink SDK 将定期发布软件更新，因此设计人员拥有可预测的升级路径，并具备 API 代码向上兼容性。所有 SDK 组件都经过完全集成和整体测试，能为应用开发提供坚实的基础。而且 SimpleLink SDK 是由 TI 开发、维护和直接支持的，通过全天候 [E2E™ 社区](#)以及 [SimpleLink Academy](#) 亲身实践培训，可确保您在整个设计过程中获得支持。

SimpleLink MCU SDK:

分解

TI 的 [SimpleLink MCU SDK](#)（图 2）是一种能满足您所有开发需求、开箱即用的完整解决方案。通过这款 SDK，您可以将时间用来构建差异化的应用，而不必担心创建诸如通信栈或从头开发驱动程序等细枝末节的事情。

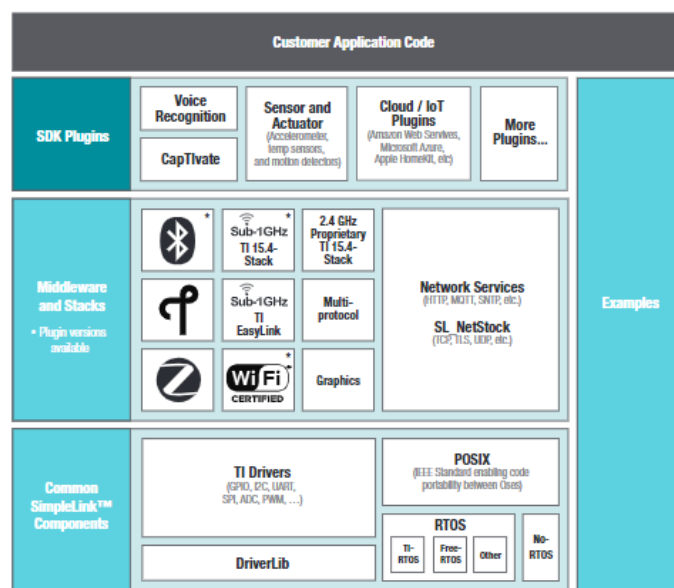


图 2. SimpleLink SDK 组件

TI 驱动程序

TI 驱动程序 API 在所有 TI SimpleLink 器件上均以相同方式呈现特定于硬件的驱动程序功能，让开发人员能够以可移植、功能丰富的方式访问各种外设。TI 驱动程序是开源的 [采用 Berkeley 软件分发 (BSD) 许可证]，并建立在硬件抽象层上，提供对器件完整功能的完全访问。例如，虽然 UART 的硬件实现情况在每个器件上可能不同，但是用于访问其通用功能的 TI 驱动程序 API 是相同的。

这种器件无关的方法确保了现在和将来在 SimpleLink 器件之间轻松移植应用代码。通过这些直观而一致的 TI 驱动程序 API 呈现的其他外设包括模数转换器 (ADC)、SPI、PWM 和 GPIO 等。由于可通过 TI 驱动程序对硬件抽象层进行全面访问，因此开发人员能够通过利用硬件抽象层 (HAL) 或通过寄存器级编程直接访问微控制器，进一步优化其应用。借助 TI 驱动程序，客户可以开发完全符合其需要的应用。

操作系统/内核

内核提供实时的多任务服务，如任务的时序和调度。所有 TI SimpleLink SDK 都预装了 TI-RTOS 内核，并且符合 POSIX 标准。TI-RTOS 是值得信赖的强大解决方案，已经部署在各种 TI 嵌入式解决方案的数千个应用中。内核是开源的 (采用 BSD 许可证)，采用 TI 的器件产品系列通过锁步方式开发而成，可实现非常低的延迟和高效的代码规模。开发人员可以优化应用的功耗、性能和代码大小来满足他们的需求。SimpleLink SDK 还支持其他 RTOS 内核，如 FreeRTOS。RTOS 内核运行硬件抽象层以及一套用于所有片上外设的功能驱动程序。

POSIX 层将把应用所用的 RTOS 内核功能分离出来。POSIX 是关于操作系统之间兼容性的 IEEE 工业标准。由于要求典型应用的代码小于 2KB，因此 POSIX 层能轻松地将示例和用户应用重新用于并移植到不同的内核。客户可以选择是否使用该层，但使用该层后，客户可以使用他们当前熟悉的或者想要在将来转移到的任何操作系统。POSIX 兼容性还允许 TI 第三方合作伙伴连接到 SimpleLink SDK 器件以添加对其内核的支持。这为使用任何操作系统 (包括 FreeRTOS) 进行设计提供了完全的自由。

中间件

TI 的中间件在驱动程序的基础上添加功能。通信栈和图形库只是中间件的两个例子。TI 已完成适用于 SimpleLink 器件的这一中间件的所有测试和集成，因此能够快速轻松地将诸如 Wi-Fi 或低功耗蓝牙等新技术集成到应用中。

每个 SimpleLink SDK 器件所含中间件的一些示例如下一页的图 3 所示。

SDK 插件

SimpleLink SDK 旨在为开发人员提供一致的平台来构建其应用。

这种一致的平台使 TI、第三方甚至社区成员都能够轻松开发依赖于 TI SimpleLink SDK 的插件，以便支持外部组件。最初，通过实现连接的低功耗蓝牙和 Wi-Fi 插件完善 SimpleLink MSP432 SDK。TI 的插件产品将继续扩展，包括传感器、致动器、显示器等，使开发人员能够使用这种模块化软件方法快速构建复杂的系统。

| 器件 | CC3220 | CC2642R/CC2640R2F | CC1352P/CC1352R/CC1350 | CC1312R/CC1310 | CC2652R/CC2652P | MSP432P4 | MSP432E4 |
|----------|---|---|---|---|---|--|--|
| 包括中间件栈和库 | <ul style="list-style-type: none"> • Wi-Fi | <ul style="list-style-type: none"> • 低功耗蓝牙 | <ul style="list-style-type: none"> • EasyLink 低于 1 GHz 射频 • TI 15.4-Stack 低于 1GHz 射频 • 低功耗蓝牙 | <ul style="list-style-type: none"> • EasyLink 低于 1GHz 射频 • TI 15.4-Stack 低于 1GHz 射频 | <ul style="list-style-type: none"> • 低功耗蓝牙 • Thread • Zigbee • TI 专有 15.4-Stack 2.4GHz 射频 | <ul style="list-style-type: none"> • IQ Math • 图形库 | <ul style="list-style-type: none"> • 网络堆栈 • USB • CAN |

图 3. 支持各个独特 SimpleLink 器件的中间件

硬件抽象层 (HAL)

硬件抽象层 (HAL) 包含将写入内容提取到硬件寄存器中的 C 函数。TI 驱动程序和操作系统内核均使用 HAL 构建, 以便访问硬件功能。在特定于器件的头文件基础上构建的 HAL 符合 ARM CMSIS 标准, 因而简化了寄存器级别之外的器件模块访问。通过访问 DriverLib HAL, 开发人员可以分析 TI 驱动程序的各层, 以便更好地控制其应用或通过强化软件来进行外设优化和特定于器件的优化。

示例和培训

该 SDK 提供了大量免费示例。通过使用这些示例, 客户可以快速轻松地立即开始编写应用。每个示例都带有自己的文档和项目文件, 为您提供入门所需的一切。所有示例均使用受支持的 RTOS 内核提供。某些 SDK 还提供了不使用 RTOS 的示例。

可供所有客户免费访问的 SimpleLink Academy 提供了数十个练习和研讨会, 可帮助您迅速开始设计应用。SimpleLink Academy 策划的培训为各种不同经验水平的开发人员提供支持, 帮助他们充分利用这些器件。

结论

当今的开发人员面临着无数的挑战: 快速扩展的功能和连接要求, 以及关于电源、代码大小和上市时间的持续压力。一个强大而直观的软件基础是加快初期开发的必要条件。这个软件基础应当支持一个器件产品系列, 从而通过这些器件实现多种不同的系统配置, 同时充分利用初始投资。通过实现完整的代码可移植性和采用共同基础, SimpleLink MCU SDK 目前可最大限度地实现各器件的重复使用并移植到未来规划的器件上。这最终将会节省时间和资金, 使设计人员能够专注于开发差异化的应用。通用软件平台还允许设计人员轻松扩展和添加适合新市场的功能。

TI 的 SimpleLink SDK 插件使用外部组件和软件 (包括连接栈、传感器、致动器等) 进一步扩展产品的功能。这些插件是根据 SDK 中所含的 TI 驱动程序构建的, 可直接从 TI 以及第三方开发商处获得。

要了解最新 SimpleLink SDK 器件、插件等的最新动态, 请访问 www.ti.com/simplelink。

重要声明：本文所提及德州仪器 (TI) 及其子公司的产品和服务均依照 TI 标准销售条款和条件进行销售。TI 建议用户在下订单前查阅全面的全新产品与服务信息。TI 对应用帮助、客户应用或产品设计、软件性能或侵犯专利不承担任何责任。有关任何其他公司产品或服务的发布信息均不构成 TI 因此对其的批准、担保或认可。

平台标识、E2E、MSP432 和 SimpleLink 均为德州仪器 (TI) 的商标。所有其它商标均是其各自所有者的财产。

© 2019 Texas Instruments Incorporated



ZHCY106D

重要声明和免责声明

TI 均以“原样”提供技术性 & 可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、适合某特定用途或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

所述资源可供专业开发人员应用 TI 产品进行设计使用。您将对以下行为独自承担全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品；(2) 设计、验证并测试您的应用；(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保或其他要求。所述资源如有变更，恕不另行通知。TI 对您使用所述资源的授权仅限于开发资源所涉及 TI 产品的相关应用。除此之外不得复制或展示所述资源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知识产权授权许可。如因使用所述资源而产生任何索赔、赔偿、成本、损失及债务等，TI 对此概不负责，并且您须赔偿由此对 TI 及其代表造成的损害。

TI 所提供产品均受 TI 的销售条款 (<http://www.ti.com.cn/zh-cn/legal/termsofsale.html>) 以及 [ti.com.cn](http://www.ti.com.cn) 上或随附 TI 产品提供的其他可适用条款的约束。TI 提供所述资源并不扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品所发布的可适用的担保范围或担保免责声明。

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 © 2020 德州仪器半导体技术（上海）有限公司