

## 1 介绍

i.MX RT1170 跨界处理器创造了 1 GHz 的速度记录。这个开创性的产品系列结合了卓越的算力和多媒体能力，还有更多可用的以及实时的功能。双核的 i.MX RT1170 能以 1 GHz 运行 Arm® Cortex® -M7 核，并以 400 MHz 运行 Arm Cortex-M4。它还提供了同类产品中最佳的安全性。i.MX RT1170 MCU 支持宽温度范围，可适用于消费、工业和汽车市场。

本应用笔记介绍了如何使用恩智浦的 i.MX RT1170 处理器开发一个 H264 视频编码器应用。

对于这样的应用，i.MX RT1170 从 microSD 卡接收 YUV 格式的视频源，然后调用 X264 库对视频源进行编码并生成 H264 数据。

## 2 硬件和软件平台

本节简要介绍该演示应用的硬件和软件平台，包括以下内容：

- [i.MX RT1170 处理器](#)
- [i.MX RT1170 EVK 电路板](#)
- [面向 i.MX RT1170 EVK 电路板的 SDK](#)
- [Libx264](#)

### 2.1 i.MX RT1170 处理器

i.MX RT1170 是一个新的处理器系列，采用恩智浦的先进技术实现了 Arm Cortex®-M7 核的高性能以及 Arm Cortex®-M4 核的高能效。它提供了高性能的处理，为最低的功耗和最佳的实时响应进行了优化。i.MX RT1170 总共有 2MB 的片上 RAM，包括一个 512KB 的 RAM，可以灵活地配置为 TCM 或通用的片上 RAM。i.MX RT1170 集成了先进的电源管理模块，带有 DCDC 和 LDO，降低了外部电源的复杂性，简化了电源时序。i.MXRT1170 还提供多种存储器接口，包括 SDRAM、Raw NAND FLASH、NOR FLASH、SD/eMMC、Quad SPI、HyperRAM/HyperFlash 以及用于连接外设的各种其他接口，如 WLAN、Bluetooth®、GPS、显示器和摄像传感器。与其他 i.MX 处理器一样，i.MX RT1170 也具有丰富的音频和视频功能，包括 MIPI CSI/DSI、LCD 显示、图形加速器、摄像头接口、SPDIF 和 I2S 音频接口。

### 2.2 i.MX RT1170 EVK 电路板

i.MX RT1170 EVK 板是一个平台，用于展示 i.MX RT1170 处理器的最常用的功能。该 EVK 板提供以下功能：

- 6468 CoreMark with Cortex-M7 @ 1 GHz + Arm Cortex-M4 @ 400 MHz
- 2 MB SRAM with 512 KB of TCM for Cortex-M7 and 256 KB of TCM for Cortex-M4

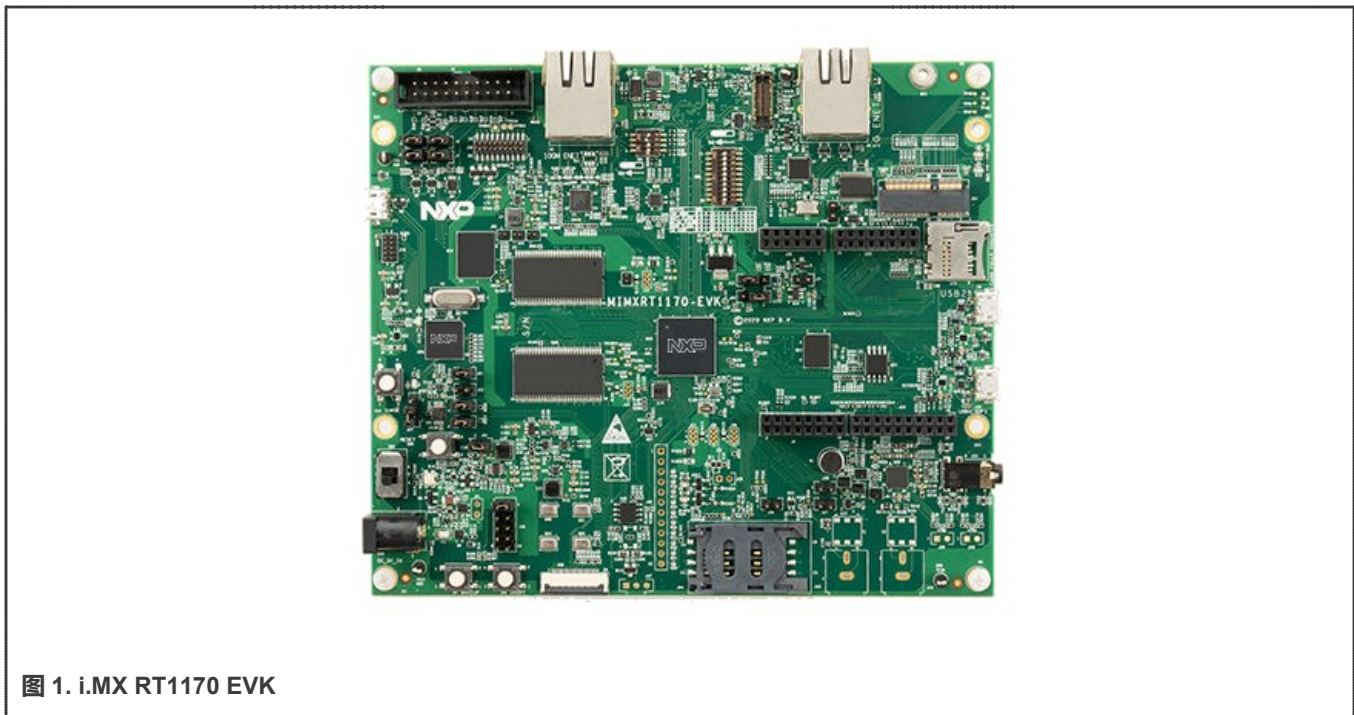
## 目录

1	介绍	1
2	硬件和软件平台	1
2.1	i.MX RT1170 处理器	1
2.2	i.MX RT1170 EVK 电路板	1
2.3	面向 i.MX RT1170 EVK 电路板的 SDK	2
2.4	Libx264	2
3	开发 H.264 视频编码应用	3
3.1	系统结构分析	3
3.2	构建演示项目并运行	4
3.3	存储器空间分配	4
3.4	软件编码	5
3.5	运行演示应用	6
4	性能分析	6
5	结论	7
6	参考资料	7
7	修订历史	7



- 高级的安全性，包括安全启动和加密引擎，并且是“EdgeLock 保证计划”的一部分
- 2 × Gb ENET with AVB and TSN
- 2D GPU
- MIPI® CSI/DSI
- 由 MCUXpresso 软件和工具套件支持

图 1 展示了 i.MX RT1170 EVK 的图片。



## 2.3 面向 i.MX RT1170 EVK 电路板的 SDK

SDK 为恩智浦的各种微控制器系列提供全面的软件支持。该 SDK 包括以下组件：

- 一套灵活的外围驱动程序。
- 丰富的示例应用程序集。
- 恩智浦的各种中间件或从第三方纳入的中间件，如 FreeRTOS、emWin、FatFs、LIBJPEG、LwIP、mbed TLS、USB stack、wolfSSL 等。
- 用于各种工具链的 SOC 头文件、启动文件和链接器配置文件。

## 2.4 Libx264

x264 是一个免费软件库和应用程序，用于将视频流编码为 H.264/MPEG-4 AVC 压缩格式，并按照 GNU GPL 的条款进行发布。

特性概述：

- 提供同类中最佳的性能、压缩和功能。
- 实现了引人注目的性能，可在单个消费级计算机上实时编码 4 个或更多的 1080p 数据流。
- 提供最好的质量，拥有最先进的心理视觉优化。

- 支持许多不同应用所需的必要功能，如电视广播、蓝光低延迟视频应用，以及网络视频。

x264 构成了许多网络视频服务的核心，如 Youtube、Facebook、Vimeo 和 Hulu。它被电视广播公司和互联网服务提供商（ISP）广泛使用。

### 3 开发 H.264 视频编码应用

本节讲述基于所介绍的硬件和软件平台，来开发 H.264 视频编码应用的过程。

#### 3.1 系统结构分析

图 2 展示了该演示应用的硬件框图，显示了系统的主要组件。

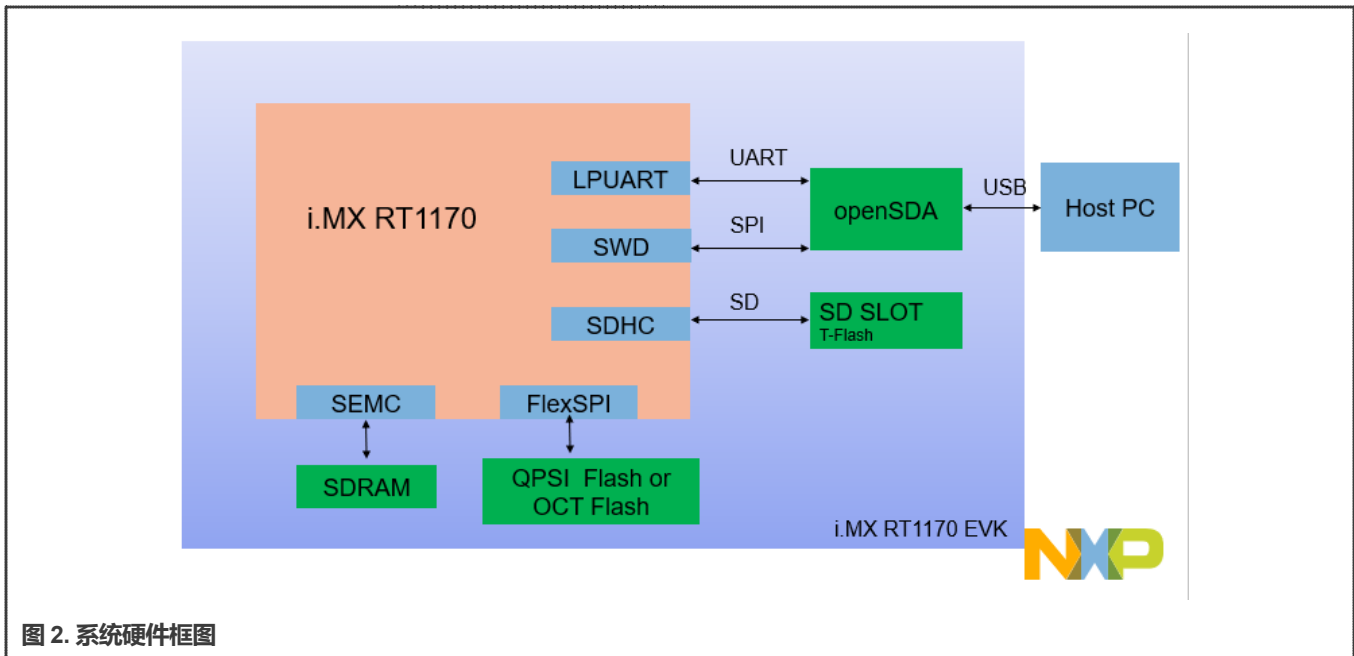


图 2. 系统硬件框图

- RT1170 用 uSDHC 模块读取保存在 microSD 中的 YUV 视频源。
- 外部 SDRAM 器件为帧缓冲区和/或代码空间提供数据空间。RT1170 通过智能外部存储器控制器（SEMC）模块访问 SDRAM 器件。
- 外部 QSPI 闪存或八进制闪存为具有 XIP 功能的非调试运行配置提供代码空间。i.MX RT1170 通过 FlexSPI 控制器访问闪存器件。
- 开放标准串行调试适配器（OpenSDA）提供 SWD 调试访问、调试 UART 桥接和电路板的电源。OpenSDA 通过 USB 端口与主机 PC 进行通信，并实现 CMSIS-DA 调试协议。

图 3 显示了这个演示应用的帧数据流图。

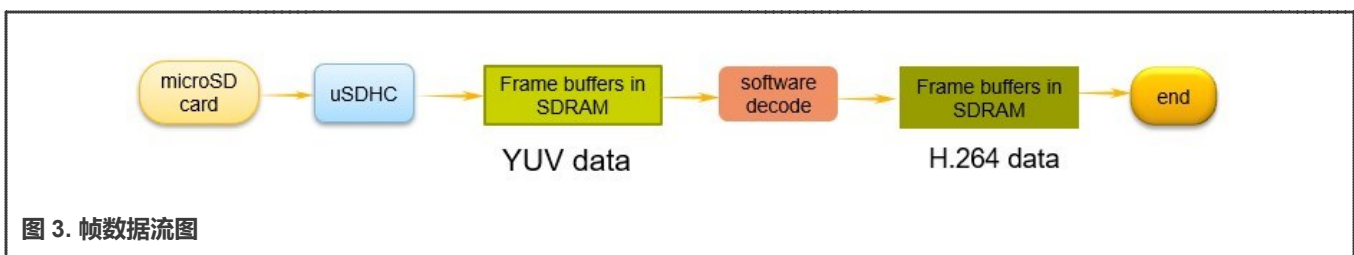


图 3. 帧数据流图

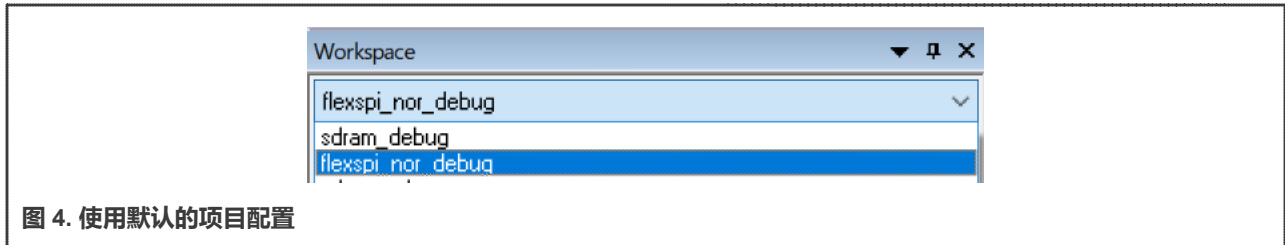
i.MX RT1170 EVK 从 microSD 卡中读取视频源并存储在位于 SDRAM 中的帧缓冲器中。用 X264 对视频数据进行软件编码。


## 3.2 构建演示项目并运行

本文档本身包含代码包，你可以直接构建项目，如下所示：

### 3.2.1 从 Flash (闪存) 中构建和运行

1. 使用 IAR 打开 <h264encode.eww>。使用默认的项目配置，将构建一个针对 flash XIP 的项目：



2. 按 F7 键来构建，这可能需要一分钟。
3. 构建完成后，按 Ctrl-D 或点击 ，以进入调试会话。
4. 在 IAR 进入调试会话并在 main() 函数处停止后，按 F5 键运行。

由于代码已被烧写到 Flash，所以之后可复位电路板，让它再次运行。

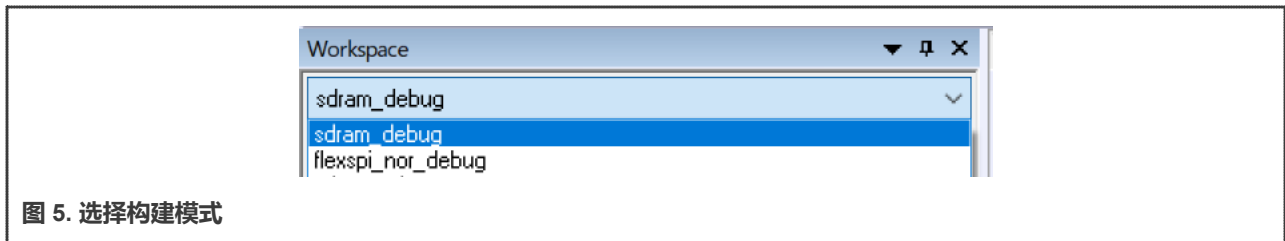
### 3.2.2 构建和运行

要下载该程序，请继续进行以下操作。

#### 注意

这些配置展示了如何利用 ITCM 和 DTCM 来进一步提高性能。我们将 ITCM 重新配置为 448 kB，将 DTCM 重新配置为 64 kB，这也包括在 Flash 配置中。

1. 选择构建模式。

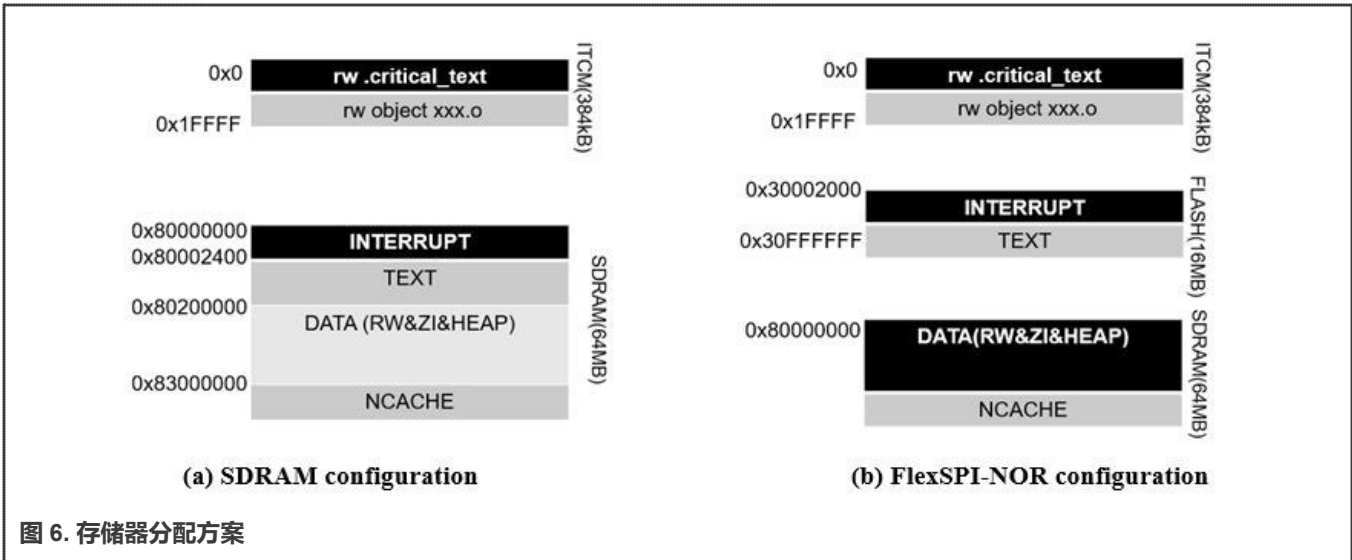


2. 重复从 Flash 中构建和运行中的第 2 步、第 3 步和第 4 步。

在这个演示中，两种不同的程序构建和运行模式有相同的启动函数。启动函数是 startup\_MIMXRT1176\_cm7\_x264.s。与 SDK 中的 startup\_MIMXRT1176\_cm7.s 文件相比，该文件增加了对 TCM 的重新配置。

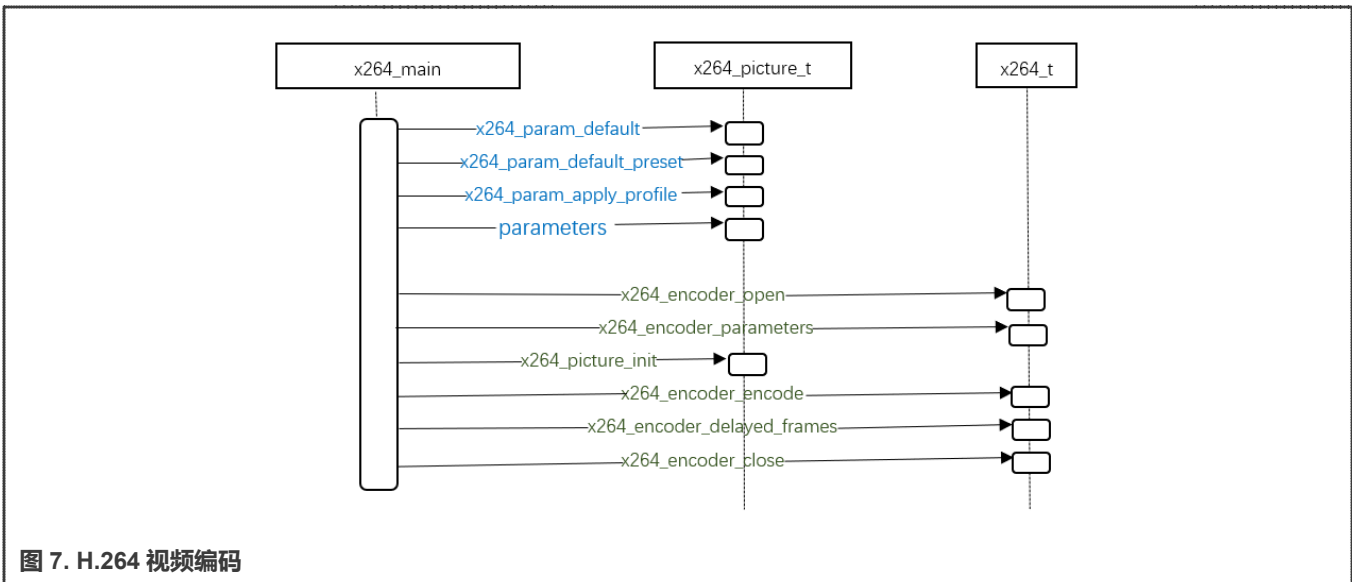
## 3.3 存储器空间分配

对于这个演示应用，我们用图 6 所示的方案来分配存储器空间。



### 3.4 软件编码

编码过程是从 microSD 卡读取视频源，并使用 `libx264` 对视频数据进行编码。图 7 显示了 `libx264` 视频解压缩的过程。



如图 7 所示，`libx264` 编码可以分为：初始化编码器、编码、关闭编码器。

虚线箭头表示在某些情况下会被调用。

以 `x264` 开头的结构和函数在 `libx264` 中定义。

初始化编码器：

1. `x264_param_Default()`：设置默认参数。
2. `x264_param_default_Preset()`：当预设或细调不为 NULL 时，设置默认预设。这个演示设置 `char * preset = 超快`。
3. `x264_param_apply_Profile()`：如果 `profile` 为 NULL，设置 `profile` 文件。这个演示设置了 `char * profile = baseline`。
4. **要设置的各种参数**：可以修改 `param->i_frame_total`。默认的输入和输出文件是 `test.yuv`，`test.h264`。由于读取文件名和文件格式的限制，用户在测试自己的视频源时，最好将视频源的名称改为 `test.yuv`。要修改参数，请按 `Ctrl+Shift+f` 进行修改，如图 8 所示。

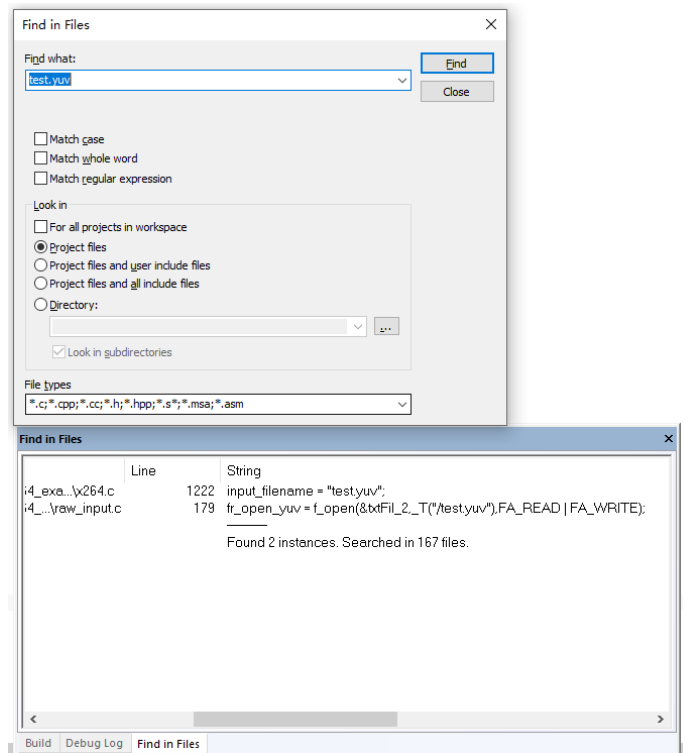


图 8. 参数搜索

编码：

1. **x264\_encoder\_open()**：打开编码器并返回一个编码器句柄 `x264_t *`。
2. **x264\_encoder\_encode**：用于执行编码的函数。要编码的输入数据在 `x264_picture_t` 中，而输出的编码数据在 `x264_nal_t` 数组中。在输入端，待编码数据的缓冲区地址被分配给 `x264_picture_t` 中的相应变量。
3. **x264\_encoder\_delayed\_frames**：返回当前延迟（缓冲）的帧数。调用 `x264_encoder_encode` 的调用将循环进行，直到 `x264_encoder_delayed_frames` 返回的值为 0。

### 3.5 运行演示应用

本应用笔记提供了此演示应用的全部源代码和项目文件。要运行该演示：

- 用一条微型 USB 电缆，将主机 PC 与 EVK-MIMXRT1170 电路板的 OpenSDA USB 端口 J11 连接起来。
- 可以选择打开一个串行终端工具，设置为 115200 波特率、8 个数据位、无奇偶校验位和 1 个停止位，以显示调试日志。
- 设置启动模式。将 SW1-1, SW1-2, SW1-3, SW1-4 分别设置为 OFF, OFF, ON, OFF。
- 启动调试会话或下载二进制文件到处理器。
- 在 IDE 中启动调试器或按复位按钮 SW3，开始运行演示。

## 4 性能分析

在这个演示中，选择了两个不同的视频源进行编码，用不同的构建和运行方法测试每秒帧数（fps）。

表 1 显示了不同视频源的测试结果，包含视频读取、编码的总时间。

表 1. 测试结果\_1(fps)

视频源	分辨率	总帧数	SDRAM (fps)	FLASH (fps)
bigbuckbunny_480x272.yuv	480×272	200	23.5	10
formen_352x288.yuv	352×288	200	28.8	12

表 2 包含了视频读取、编码和存储的总时间。

表 2. 测试结果\_2(fps)

视频源	分辨率	总帧数	SDRAM (fps)	FLASH (fps)
bigbuckbunny_480x272.yuv	480×272	200	18	8.5
formen_352x288.yuv	352×288	200	21	10

## 5 结论

本应用笔记介绍了如何基于 i.MX RT1170 EVK 板的 SDK，用 i.MX RT1170 处理器开发 H.264 视频编码应用的步骤，从构建项目到完成应用。SDK 提供的外围驱动程序和各种中间件使整个开发过程很简单。

要开发您自己的 H.264 视频编码应用，请查看与本应用笔记一起提供的演示应用程序的源代码。

## 6 参考资料

以下文件可提供进一步参考。

- *i.MX RT1170 处理器参考手册* (文档 [IMXRT1170RM](#))

## 7 修订历史

版本号	日期	实质性变更
0	2021 年 3 月 24 日	初版发布

## How To Reach Us

### Home Page:

[nxp.com](http://nxp.com)

### Web Support:

[nxp.com/support](http://nxp.com/support)

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](http://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](mailto: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.

© 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](mailto:salesaddresses@nxp.com)

Date of release: March 25, 2021

Document identifier: AN13205

