

通过 Jacinto™ 7 处理器上的 MCU 集成 获得显著优势



Mahmut Ciftci

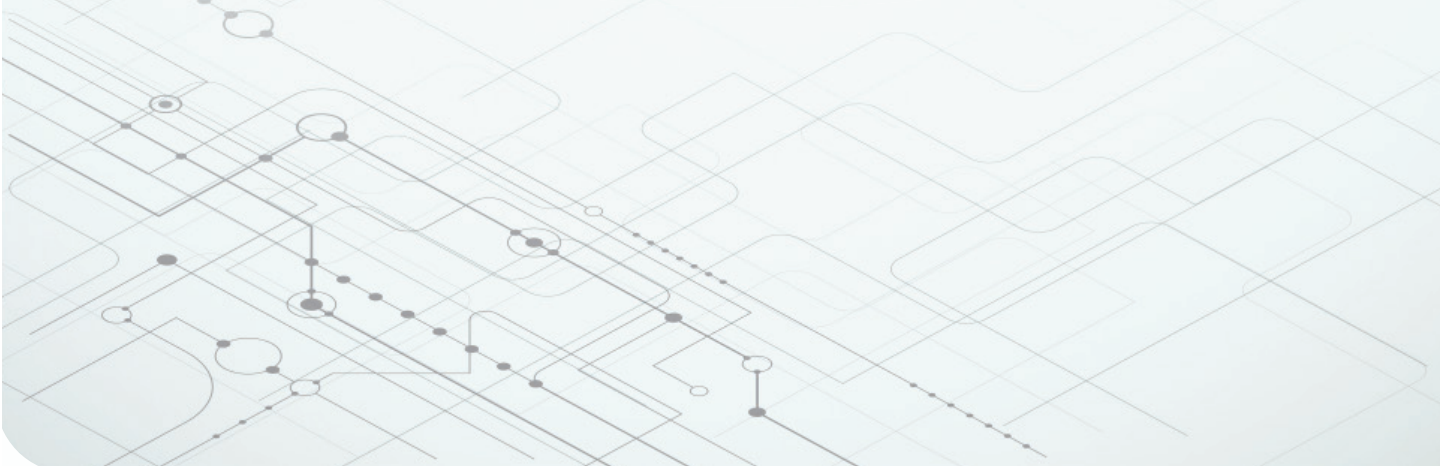
系统架构师,
Jacinto 处理器

Yashwant Dutt

工程经理,
Jacinto 处理器

Sujith Shivalingappa

工程经理,
Jacinto 处理器



在过去的十年里, 汽车架构发生了很大的变化, 致力于满足消费者的要求, 提供了更多娱乐、连接和功能安全特性。最近, 自动驾驶技术受到普遍关注, 这使得汽车成为了一个创新中心并处于技术进步的前沿。因此, 系统复杂性、半导体组件数量和成本迅速攀升。

如今, 典型的汽车都拥有数百个电子控制单元 (ECU), 可管理各种功能。这些 ECU 大多是简单的微控制器 (MCU)。但是, 对于高级驾驶辅助系统 (ADAS) 和汽车网关系统等更复杂的系统而言, 除了汽车 MCU 之外, 还需要配备更加强大的应用处理器, 每一个处理器都需要执行特定的系统功能。

本白皮书介绍了汽车 MCU 在汽车系统中所发挥的作用, 并展示了 Jacinto™ 7 处理器的芯片架构 (该处理器将汽车 MCU 集成到了应用处理器中)。

汽车系统中的汽车 MCU

复杂的汽车嵌入式系统将会在应用处理器和汽车 MCU (也称为唤醒 MCU) 之间分配计算责任。图 1 展示了此类系统的方框图, 其中的应用处理器可以是一个单核或多核处理器, 用于托管单个或多个高级操作系统, 并且驱动显示器、处理应用软件和中间件以及管理高吞吐量数据、复杂图形、摄像头和视觉处理。

MCU 则负责由 ECU 所执行的所有操作。它将监视应用处理器并评估其计算结果。MCU 还将处理其他传感器输入、管理与汽车网络的通信 (通过控制器区域网络 [CAN]、本地互连网络 [LIN] 和以太网实现)、执行其他维护活动并支持唤醒和待机功能。在某些功能安全用例中, 汽车 MCU 还可以管理功能安全要求。

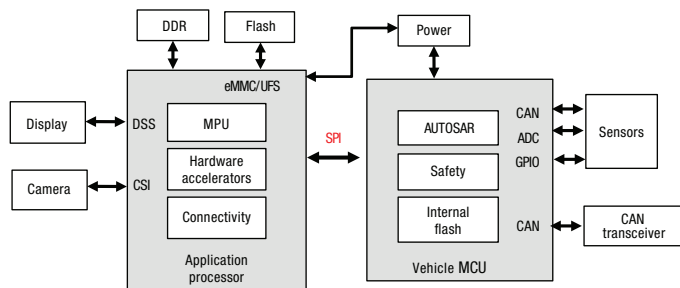


图 1. 复杂汽车系统的通用方框图。

典型的汽车 MCU 支持:

- 多种连接接口, 可通过 CAN、LIN 和以太网与汽车网络的其他节点通信。
- 多种输入和输出接口 (例如通用输入/输出 [GPIO]、模数转换器 [ADC]、串行外设接口 [SPI] 和 I2C), 可监控各种传感器和外设。
- 高速存储器, 可存储数据和程序 (嵌入式/外部存储器)。
- 低功耗待机模式。
- 快速启动, 可响应汽车网络消息 (例如在 50ms 至 100ms 内提供 CAN 响应)。
- 汽车安全完整性等级 (ASIL)-D 安全支持 (如果需要), 可达到系统安全目标。
- 汽车开放系统架构 (AUTOSAR) 堆栈和应用程序。

随着系统复杂性和功能集的增加, 对车辆 MCU 的要求将会不断提高, 包括:

- 更高的计算能力, 以便满足复杂软件的更高计算需求。
- 更大的嵌入式闪存, 以便处理更复杂的软件。
- 更多的高速存储器, 以便容纳更大的软件 (同时包括数据和指令)。
- 多个以太网端口, 以便支持多个网络。
- 更多的输入和输出接口 (CAN、LIN 和 ADC)。
- 更高的网络安全要求。

这些更高的要求意味着更高的汽车 MCU 成本, 因此物料清单 (BOM) 成本将会增加。

当采用图 1 中所示的分离式架构时, 软件开发会成为一个挑战。应用处理器和汽车 MCU 基于不同的架构, 并且都具有自己的软件开发套件 (SDK)。软件开发和验证必须在两个不同的软件环境中进行, 这会显著增加软件开发和验证的复杂性和工作量。

此外,当系统需要具备满足功能安全要求的能力时,分离式架构还会使这种能力变得更加复杂。如果必须兼顾应用处理器和 MCU 的要求,那么管理这两个组件就会变得非常困难。此外,在具有 ASIL-D 安全要求的系统中,处理器间通信 (IPC) 必须具有较高的中央处理单元性能,从而满足功能安全需求 (尤其是存在大量数据时)。

DRA8xx 和 TDA4xx 片上系统 (SoC) 是 Jacinto 7 处理器系列的组成部分,且提供了将汽车 MCU 集成到应用处理器中的全新架构。该架构可解决不断提高的系统要求,同时优化系统 BOM 成本、实现统一的软件开发并简化功能安全和安全支持。

在 Jacinto 7 处理器上集成 MCU

Jacinto 7 汽车应用处理器平台包括针对 ADAS、汽车网关和驾驶舱系统的创新功能 (尤其是在与汽车 MCU 集成的情况下)。图 2 展示了 Jacinto 7 SoC 的高级架构。应用处理器分为两个独立的域:主域和 MCU 域。主域提供高性能计算内核,如微处理单元和图形处理单元、多媒体加速器和视觉硬件加速器 (包括数字信号处理器)。此外,主域还会提供必要的输入、输出和视频接口 (如捕获和显示)。

MCU 域将会替代通常被分摊到外部汽车 MCU 上的功能。主域和 MCU 域是彼此分开的,各自具有独立的电压、电源、时钟和复位功能。硬件防火墙可确保两个域之间不相互干扰 (FFI)。

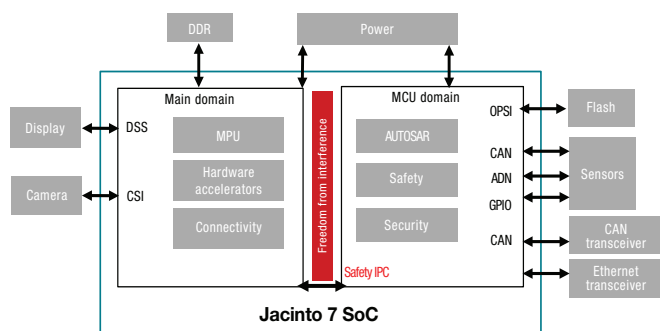


图 2. 基于 Jacinto 7 SoC 的系统架构。

Jacinto 7 SoC 的 MCU 域包括:

- 处理内核。MCU 域基于双核 Arm® Cortex®-R5F 处理器;每个内核均可进行配置,从而实现锁步或分离模式。Cortex-R5F 内核的运行频率最高可达 1GHz,并且性能显著高于独立的汽车 MCU。

- 外设和 I/O 接口。MCU 子系统具有一套支持汽车用例的全面 I/O,包括:

- 多个 CAN 灵活数据速率实例。
- 以太网。
- 多个 GPIO、SPI、I2C 和脉宽调制实例。
- 多通道 ADC。

- 功能安全。Jacinto 7 SoC MCU 域旨在支持高达 ASIL-D 等级的系统。集成到 MCU 域中的以下功能单元可实现更高的安全等级:

- 内置自检。
- 所有存储器上的错误校正码 (ECC)。
- 错误信令模块。
- 循环冗余校验。
- 看门狗计时器。
- 双路时钟比较器和温度传感器。

有关详情,请参阅我们的[《将 Jacinto™ 7 处理器的功能安全特性用于汽车设计》](#)白皮书。

- 安全性。Jacinto 7 架构中的 MCU 域是整个 SoC 的安全主设备。MCU 包括一个设备管理和安全控制器,该控制器可支持:

- 使用唯一密钥进行安全启动。
- 加密加速器: Rivest, Shamir and Adelman-4K; 真随机数发生器/确定性随机位发生器; 安全哈希算法 2-512; 以及高级加密标准 (AES) 256。
- 硬件安全模块服务。
- 内存和外设防火墙。

电源

低待机功耗是汽车 MCU 提供的一个主要特性。Jacinto 7 SoC 可向 MCU 域提供独立电源,以此实现低待机功耗。在典型情况下,MCU 域将保持断电状态,且只有在出现 CAN 活动时才会被唤醒。根据所收到的 CAN 消息,SoC 将开启整个系统上电过程或重新返回断电模式。

闪存

Jacinto 7 SoC 不支持集成闪存,而是依靠八通道 SPI (OSPI) 或 Hyperflash 等外部 NOR 闪存来存储启动映像和其他映像。MCU 域具有带 ECC 支持的内部随机存取存储器,可运行

AUTOSAR 堆栈和其他软件；而且还可以访问大型外部双倍数据速率存储器，从而提供额外的程序和数据空间。OSPI 支持就地执行 (XIP)，可缩短唤醒时间，且 XIP 中的映像在执行之前要先经过身份验证。

启动和早期 CAN 响应

在已集成 MCU 的 Jacinto 7 处理器平台上，可实现快速启动和早期 CAN 响应。MCU 域是整个 SoC 的启动主设备，可启动并运行 CAN 堆栈，从而满足 50ms 至 100ms 的时间要求。

比较 Jacinto 7 MCU 集成与外部汽车 MCU

表 1 比较了 Jacinto 7 平台的 MCU 域与

特性	Jacinto 7 MCU	外部 MCU
处理内核	提供更高的性能；与外部 MCU 相比，内核可在更高的速度下运行。	更低性能
I/O 支持	CAN、ADC、SPI、GPIO、PWM、以太网	CAN、ADC、SPI、GPIO、PWM、以太网
功能安全	高达 ASIL-D 级；简化了混合关键应用的安全支持	高达 ASIL-D 级；可能落后于最新的功能安全要求
安全性	最新的安全支持	可能落后于最新的安全要求
电源	可满足低功耗要求	低待机电流
系统 BOM 成本	省去了外部 MCU，可显著节省系统 BOM 成本；可节省印刷电路板 (PCB) 空间	可能导致成本大幅增加 (具体取决于闪存大小、功能安全要求等因素)
引导	满足 CAN 响应的 50ms 至 100ms 启动时间要求	满足 CAN 响应的 50ms 至 100ms 启动时间要求
软件开发	实现了与应用处理器的统一软件开发	独立 SDK
闪存	外部闪存 (OSPI、Hyperflash)	内部闪存；由于需要较大的闪存，MCU 成本显著增加。
通信	内部 IPC 可提供更快、更安全的通信	外部接口、SPI 等

表 1: 已集成 MCU 的 Jacinto 7 处理器与传统外部 MCU 的特性对比

Jacinto 7 软件架构

Jacinto 7 软件开发 (包括针对 DRA8xx 和 TDA4xx SoC 的开发) 实现了应用处理器和汽车 MCU 的统一。只需使用单个 Jacinto 7 平台 SDK，即可完成针对主域和 MCU 域的软件开发。

图 3 和图 4 展示了网关和 ADAS 用例的示例软件架构。在这些示例中，MCU 域运行：

- 系统启动和设备管理。
- AUTOSAR 实时操作系统、堆栈和应用程序。
- 诊断。
- 功能安全和信息安全服务。

主域运行：

- 高级操作系统。

- 自适应 AUTOSAR 和客户应用等应用。
- 中间件和互联功能。
- 视觉和多媒体算法。

可实现功能安全的高性能 IPC 将管理主域与 MCU 域之间的通信。

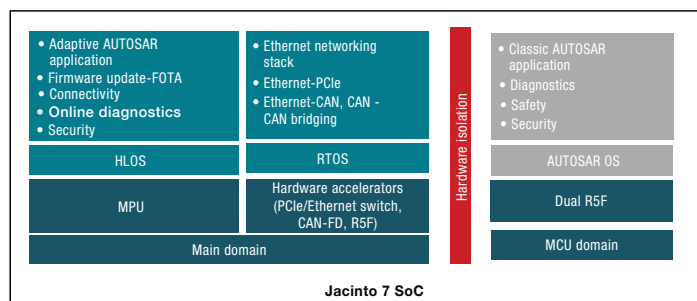


图 3. 典型网关系统的 Jacinto 7 软件架构。

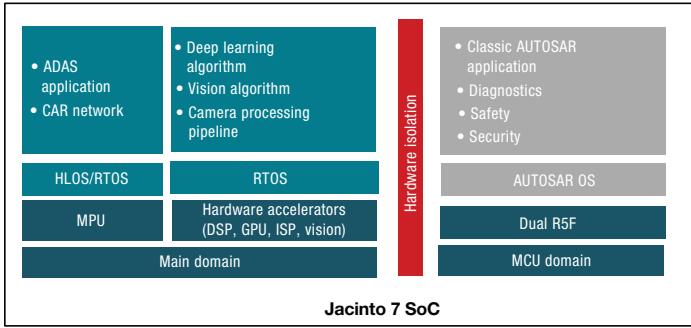


图 4.ADAS 的 Jacinto 7 软件架构。

结束语

与外部 MCU 相比, 在将汽车 MCU 集成到 Jacinto 7 平台后可提供许多优势, 包括:

- 灵活的高性能 MCU。
- 较低的系统 BOM 成本。
- 统一的软件开发。
- 简化的功能安全和安全支持。

此外, 汽车 MCU 集成在所有 Jacinto 7 系列的产品中都很常见, 这可以扩展到各种终端设备类型, 从而实现软件和硬件的重复使用。

有关 Jacinto 7 处理器的更多信息, 请访问 ti.com/jacinto7。

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。

所有其它商标均是其各自所有者的财产。

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