

Technical White Paper

适用于强大计算、HMI 和连接应用的通用处理器



Alec Schott, Karan Saxena

摘要

基于 ARM 的通用处理器已成为各种应用和行业中不可或缺的通用元件。基于 ARM 的处理器以其能效、可扩展性和性能而闻名，处于现代计算的前沿。这些处理器是从人机界面 (HMI) 到工厂自动化可编程逻辑控制器 (PLC) 等无数设备和系统背后的推动力，它们之所以得到广泛采用，是因为其具有适应能力，支持制造商和开发人员为特定需求量身定制高效的解决方案。

在本文中，我们探讨 TI 基于 ARM 的全新系列处理器的关键特性和应用，并阐明它们在技术领域中的重要性。

内容

1 引言.....	2
2 AM68 处理器.....	2
3 AM69 处理器.....	4
4 AM68 和 AM69 的用例.....	6
4.1 HMI.....	6
4.2 控制器和 PLC - 可编程逻辑控制器.....	7
4.3 工业 PC (IPC)、单板计算机 (SBC) 和模块.....	7
5 软件工具和支持.....	9
5.1 Linux 软件开发套件 (SDK).....	9
5.2 SDK 演示和基准测试.....	9
5.3 培训学院.....	10
6 结语.....	10
7 相关链接.....	10
8 参考文献.....	10

商标

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 引言

2023 年，64 位处理器在工业/医疗领域的全球市场价值为 43 亿美元，预计将以 5.9% 的 CAGR (复合年增长率) 增长⁽¹⁾。随着工业市场的不断发展和整合，技术要求也在不断提高。低端处理器现在正被更高端处理器所取代，后者能够通过强大的 ARM 内核计算每秒百万条指令 (MIPS)。旧的数据接口正在升级，以便通过多个实例支持每秒千兆位的带宽。为了给机器操作员提升可视化效果，需要使用高端显卡。在工厂自动化、楼宇自动化和组网等领域，人们越来越需要利用处理器的上述先进技术。处理器的应用范围越来越广泛，几乎覆盖我们生活的每个角落。

TI 的嵌入式处理器 (EP) 能够满足上述要求，并将这一趋势加速应用到新市场。通过多个 ARM 内核，EP 能够满足对更高计算能力的新需求。通过图形处理单元 (GPU)，EP 能够实现更高级别的可视化效果，满足将机器“看到和感知”的信息传递给操作员的需求。通过多个高速接口，EP 能够填补带宽缺口和满足连接要求，确保不仅仅连接一个产品，而是整栋大楼自身都会保持同步。TI 的通用处理器能够弥补从 15 年前到现在的差距！

本文重点介绍高度集成的 AM6x 处理器和几个用例，包括人机界面 (HMI)、可编程逻辑控制器 (PLC) 和工业 PC (IPC)。本文还讨论了如何使用 AM6x 器件产品组合的异构架构和易用型软件架构来优化系统。

2 AM68 处理器

AM68 是一款双核 Arm® Cortex® A72 微处理器。该处理器是一款高性能、高度集成的器件，可提供卓越的处理能力、连接能力和图形能力。与专为计算和显示要求较低的应用而设计的 AM62⁽²⁾相比，AM68 可实现高达 25k Dhrystone 每秒百万条指令 (DMIPS)，并支持高达 4K 的显示分辨率。AM68x 系列专为工厂自动化、楼宇自动化和其他市场中广泛的成本敏感型高性能计算应用而构建。图 2-1 展示了以下基于 AM68 的异构架构的多个子系统。

- 2GHz 双核 Arm Cortex A72 微处理器可提供高达 25K 的 DMIPS。
- BXS-4-64 GPU 每秒可执行高达 500 亿次浮点运算 (GFLOPS)，为增强视觉应用实现动态 2D 和 3D 渲染。
- 1 个 4L SERDES 接口同时提供三个接口中的两个接口的组合
 - 1 个多达 4 通道的 PCIe Gen 3，每通道高达 8(GT/s)
 - 1 个 USB 3.0 双重角色器件 (DRD) 子系统
 - 1 个多达 4 通道的 DisplayPort/eDP 接口 (高达 4K 分辨率)
- 显示子系统 (DSS) 支持多个显示屏，可灵活地连接不同面板类型，例如 eDP、DSI 和 DPI。
- H.264、H.265 编码器和解码器可以同时多个通道进行编码和解码。此编码器和解码器支持 5.2 级 H.264 基线/主/高配置文件，以及 5.1 级 H.265 主配置文件。H.264、H.265 编码器和解码器的处理速度可达 480Mp/s，例如，可以在 30fps 下处理 8 个 2MP 通道。
- AM68 中包括 2 个 4 通道 MIPI CSI-2 RX。两个高分辨率 (例如，12MP) 摄像头可直接连接到 CSI-2 RX 端口。
- 具备千兆以太网能力，配备两个以太网 RMII/RGMII 接口
- 改进的存储器架构和高速接口让内核和 HWA 实现高利用率，从而提高了系统吞吐量。AM68 支持高达 34GBps 的 DDR 存储器带宽。

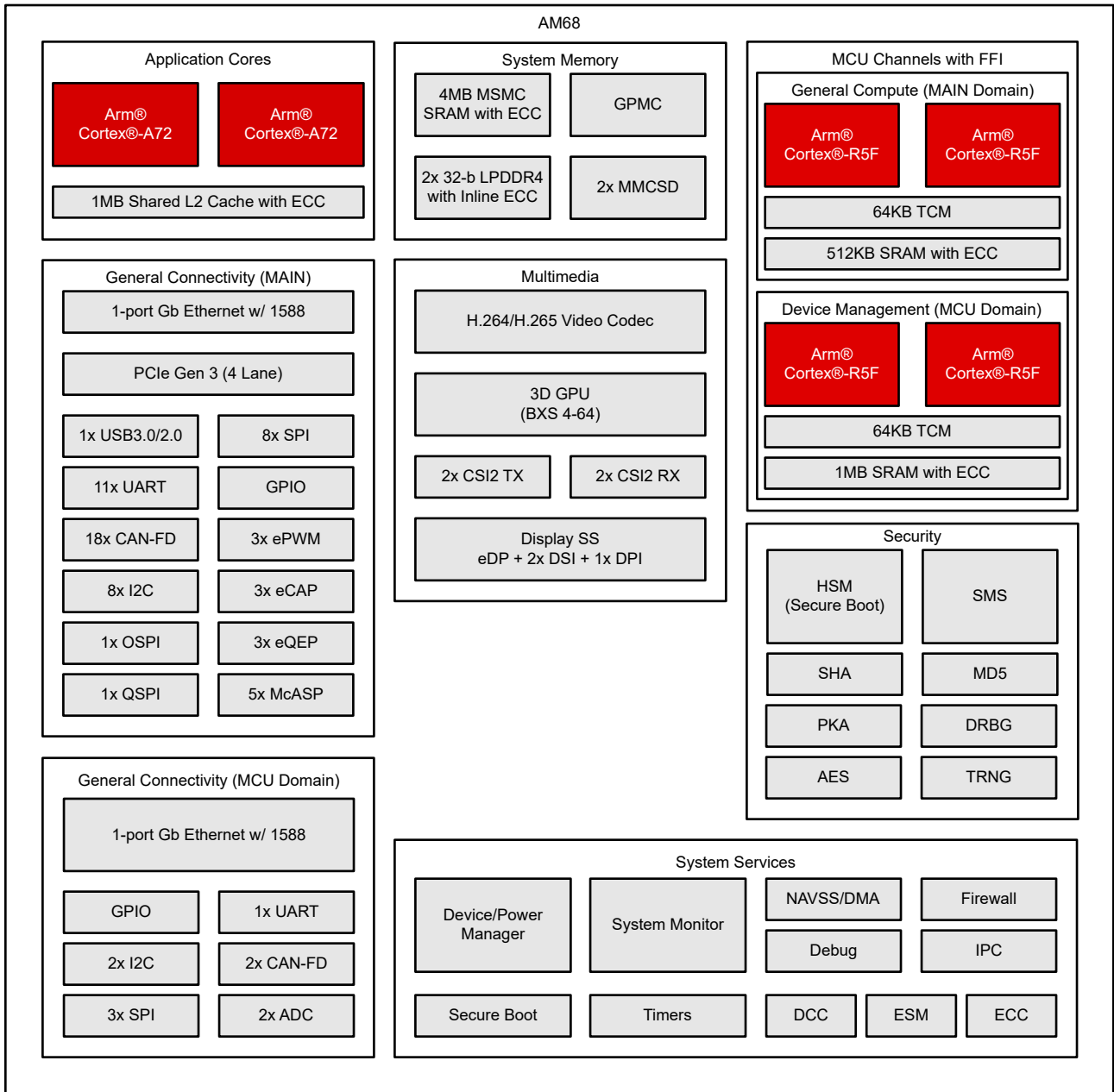


图 2-1. AM68 子系统方框图

3 AM69 处理器

AM69 处理器是 AM6x 可扩展嵌入式处理器系列中的高性能器件。除了八核 Arm® Cortex® A72 微处理器之外，AM69 还具备更高水平的处理能力、图像和视频处理以及图形功能。AM62⁽²⁾ 和 AM68 分别是具有 1 至 4 个 A53 内核和 2 个 A72 内核的应用的理想选择，而与之相比，AM69 可提供多达 8 个 A72 内核，从而利用 100k DMIPS 的 ARM 计算能力，将您的应用程序提升到更高的水平。如图 3-1 所示，AM69 处理器基于异构架构，包含多个子系统，具体如下：

- 一个主频为 2GHz 的八核 (8x) Arm Cortex-A72 微处理器，可实现高达 100K Dhrystone 每秒百万条指令 (DMIPS) 能力。
- BXS-4-64 GPU 每秒可执行高达 500 亿次浮点运算 (GFLOPS)，为增强视觉应用实现动态 2D 和 3D 渲染。
- 4 个 4L SERDES 接口可提供多种高速接口的组合
 - 2 个 4L PCIe Gen 3 或多达 4 个 2L PCIe Gen 3 (每通道高达 8(GT/s))
 - 8 个 SGMII 以太网端口 (TSN)，带八个端口
 - 所有端口均支持 1Gb、2.5Gb SGMII
 - 两个端口均支持 5Gb、10Gb USXGMII 或 5Gb XFI
 - 1 个 USB 3.0 双重角色器件 (DRD) 子系统
 - 1 个多达 4 通道的 DisplayPort/eDP 接口 (高达 4K 分辨率)
- 显示子系统 (DSS) 支持多个显示屏，可灵活地连接不同面板类型，例如 e/DP、DSI 和 DPI。
- 2 个具备 H.264 和 H.265 支持的编码器和解码器可以同时多个通道进行编码和解码。此编码器和解码器支持 5.2 级 H.264 基线/主/高配置文件，以及 5.1 级 H.265 主配置文件。2 个编解码器能够以 480 MP/s 的速度和 4K60 吞吐量处理每个模块。
- AM68 中包括 3 个 4 通道 MIPI CIS-2 RX。三个高分辨率 (例如，12MP) 摄像头可直接连接到 CSI-2 RX 端口。
- 改进的存储器架构和高速接口让内核和 HWA 实现高利用率，从而提高了系统吞吐量和能效。AM69 支持高达 64GBps 的 DDR 存储器带宽。

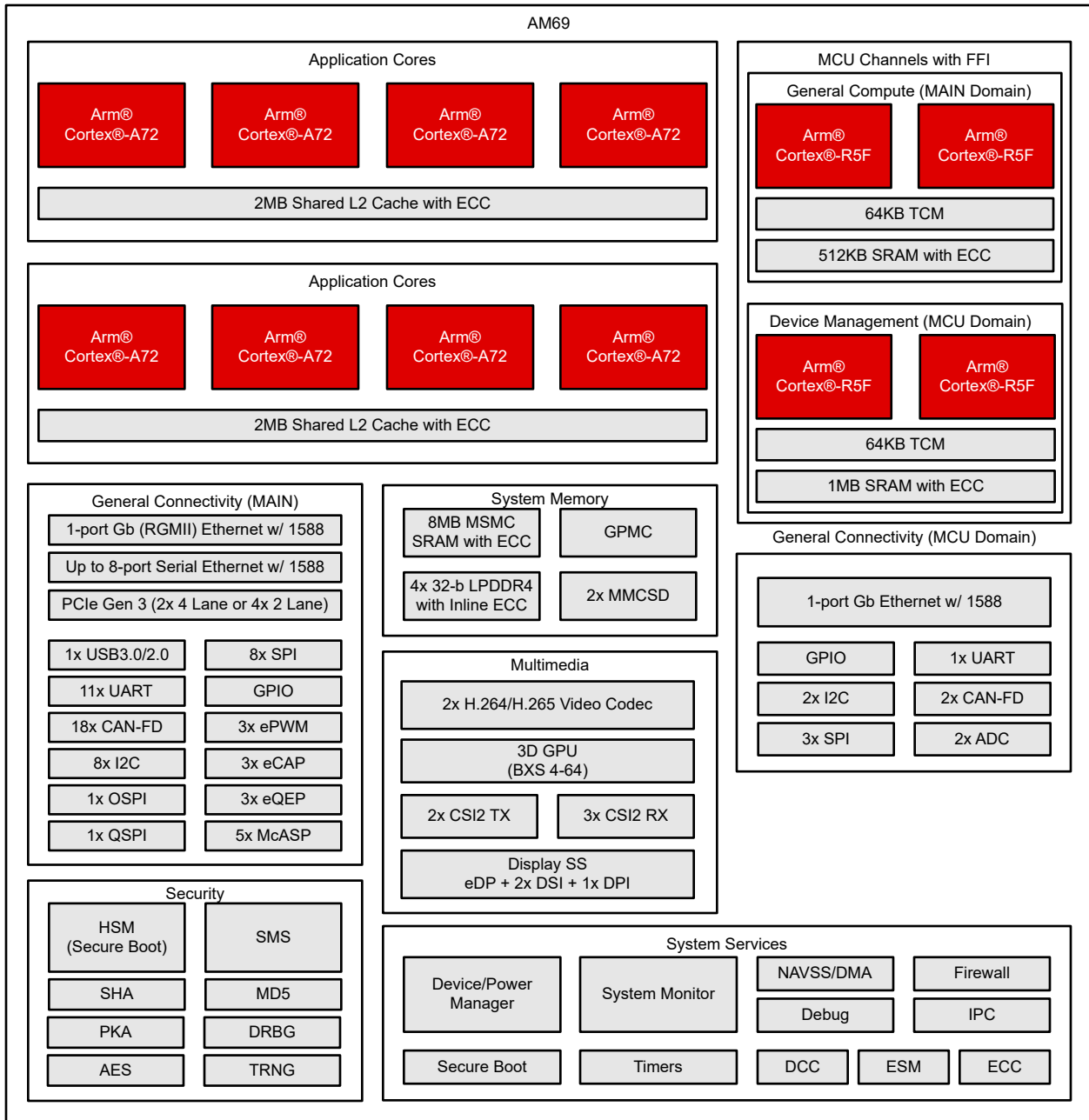


图 3-1. AM69 子系统方框图

4 AM68 和 AM69 的用例

在当今快速发展的技术环境中，各种应用领域（包括既有领域和新兴产品）对通用计算和外设的需求在不断增长。本节介绍了一系列常见用例，每个用例都具有独特的输入要求，例如计算强度、高速接口要求和显示规格。我们将了解我们的处理器系列（AM6x 系列）如何满足这种多样化的应用需求。

为了说明这些功能，本节将提供来自各个行业的实际示例。这些示例涵盖各种应用，例如制造环境中的人机界面（HMI）、用于工业自动化的可编程逻辑控制器（PLC）以及各种行业中使用的工业 PC（IPC）。这些案例研究将提供具体的见解，展示我们的处理器系列如何在实际应用中发挥作用，推动技术的发展和提升。

4.1 HMI

人机界面（HMI）是机器及其用户之间的重要桥梁，以图形方式呈现机器的状态，同时让用户可以通过处理器发送命令来控制器件。HMI 在各行各业都有应用，包括工业制造、工厂自动化、楼宇自动化和储能，以及需要通过视觉显示与机器交互的其他应用。

HMI 通常包括一个用于运行操作系统（OS）并执行自定义应用程序的处理器、一个高分辨率显示器或触摸屏来进行输入、一个 GPU 来让用户真正体验到图形加速的效果，以及 USB、PCIe 和以太网等高速接口来连接到外部世界。HMI 有许多不同的级别，从低端到高端都有，而高端的 HMI 利用多核处理器来实现高水平的计算。但实施方案是一致的，如图 4-1 中的典型 HMI 方框图所示。

AM6x 处理器（例如 AM68 或 AM69 器件）非常适合 HMI 应用，可以满足中高端应用的需求，并能够有效地帮助客户满足未来的需求。图 4-1 展示了使用 AM68 或 AM69 器件的 HMI 的典型方框图。此应用非常灵活，可根据所用的特定 AM6x 系列器件进行扩展。

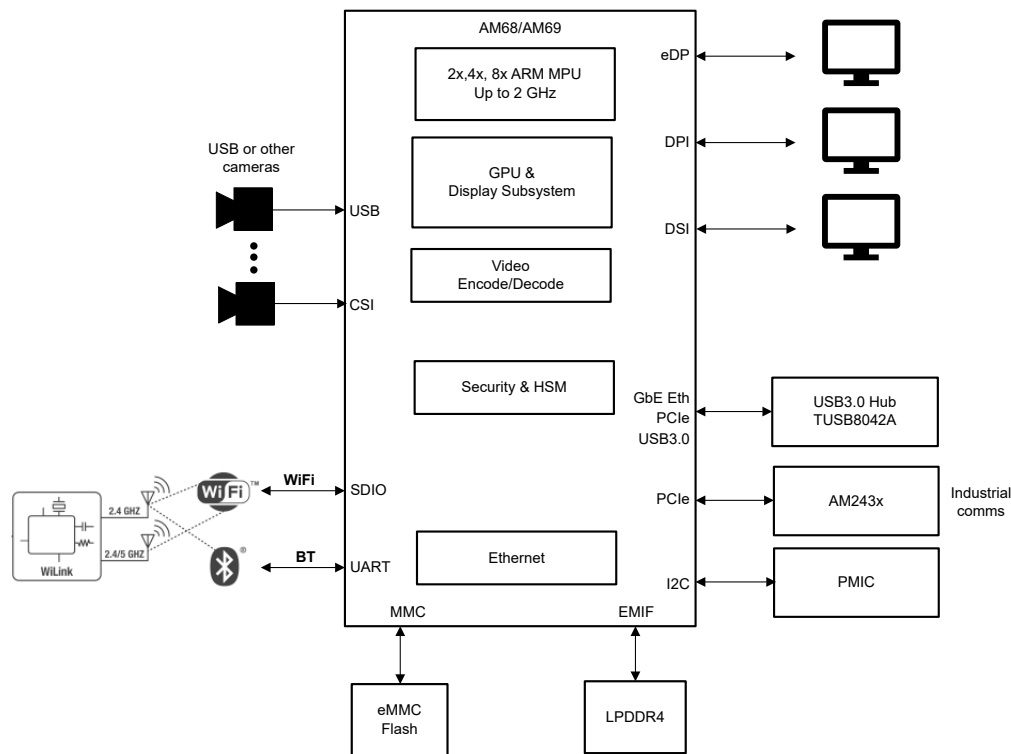


图 4-1. AM68/AM69 的 HMI 盒方框图

图 4-1 展示了使用 AM68 或 AM69 器件的 HMI 的典型方框图。可以根据所用的 AM6x 系列器件对此应用进行扩展或缩减。处理器可通过 PCIe 或以太网与 PLC 或其他控制器等外部模块连接，从而捕获要在屏幕上显示的正确数据。显示的数据可以是压力表、显示转速的电机编码器或机器状态。在这里，操作员可以决定接下来需要做什么：他们应该利用 USB3 上传新的测试程序或数据吗？他们应该采用 PCIe Gen 3 向固态硬盘写入一组数据吗？或者，他们是否只需按下按钮将新命令发送回机器来确认状态？

在开发用于在屏幕上解释和显示此数据的软件方面，客户起着关键作用，而当涉及到处理复杂的任务时，GPU 起到关键作用。基于 Linux 的 SDK 适用于我们的处理器，并且得到了主线内核的支持，因此可以使自定义应用程序在我们的平台上的集成变得更加高效。此外，CSI2-RX 接口有助于将多个摄像头连接到 HMI，因此非常适合需要区域监控和环境监测的应用。

对于有更高要求的项目，我们的 AM6x 处理器分析型号使您能够深入研究摄像头输入的高级分析，将常规 HMI 变为智能 HMI，请参阅白皮书：[在智能摄像头应用中使用 AM69A 实现高级 AI 视觉处理](#)和[在智能摄像头应用中使用 AM68A 实现高级 AI 视觉处理](#)，了解边缘 AI 如何将您的项目推向工业革命的下一个阶段。

4.2 控制器和 PLC - 可编程逻辑控制器

工业 3.0 的目标是使用逻辑处理器和信息技术来实现自动化流程。工业 4.0 的目标是提高制造业生产流程的自动化程度，包括智能工厂、智能制造等。AM6x 系列处理器面向这两次革命，并利用该系列处理器的分析型号迈向下一次的工业 5.0。

为了确保每台机器都按预期运行并执行其应该完成的任务，工业环境中的自动化至关重要。AM6x 器件具有计算能力强大的 A72 内核和种类繁多的连接外设，所以可用作控制器。控制器的关键要求包括 PCIe Gen3、USB3.0 和多个以太网端口，因为这将说明可以集中连接多少个模块和传感器，从而根据输入数据作出决策。

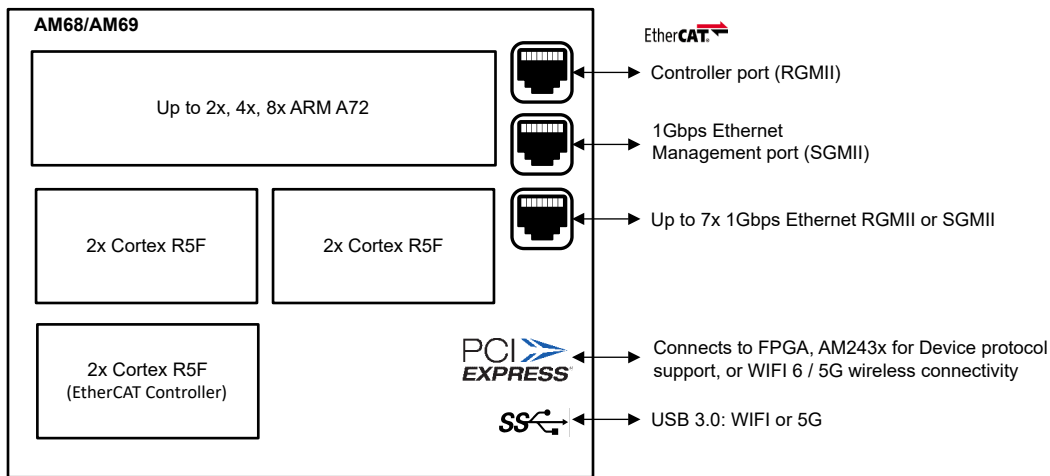


图 4-2. 可编程逻辑控制器方框图

图 4-2 展示了 AM68/AM69 上的 PLC 用例示例的数据流，其中涉及从外部传感器或模块捕获数据作为输入，以数字方式将数据发送到 SoC 中功能强大的 A72 内核，作出预先确定的决策，然后将输出命令发送到系统的其余部分（可以是泵、灯或螺线管）。

品类繁多的 AM6x 处理器系列具有特定的设计和功能特点，使其非常适合用于 PLC。AM68 是一种更简单的 PLC，只需几个高速接口和 2 个 ARM A72 内核即可实现更高的计算性能。AM69 是一款可达到出色效果的 SoC，不仅需要许多具有多个 PCIe 端口或以太网端口的高速接口，还需要使用 8 个 CPU 内核来实现更高的可计算性。此外，该 TI 处理器系列中的其他器件（例如 [DRA821U](#)、[DRA829J/V](#)、[AM62](#)、[AM64](#)）可以弥补 PLC 的性能差距。有关更多信息，请参阅各自的产品页面。

4.3 工业 PC (IPC)、单板计算机 (SBC) 和模块

工业 PC 通常称为 IPC，是专为在工业环境中使用而设计的坚固耐用型计算机。这些计算机用于楼宇自动化和工厂自动化等行业中的过程控制、数据采集和实时监控等应用。工业 PC 涵盖广泛的终端设备解决方案，可满足当今工业环境的各种需求。

单板计算机 (SBC) 是在单个电路板上构建或可通过模块形式生产的紧凑型计算机系统，可连接到更大的通用产品载板。SBCs 和模块通常包括处理器、存储器、高速接口和其他基本 IO 接口。在一个模块上，IO 连接通常引出到标准边缘连接器，这样它就可以与通用型载板连接。这些应用代表了一些可使用我们的 TI 处理器实现的多用途终端设备。

在工厂自动化环境中，工业 PC 和 SBC 的方框图如图 4-3 所示。这些产品遵循结构化路径，这对于流畅和高效的运行至关重要。最初，从工厂内的一系列传感器、设备和机械中采集数据，捕获与工艺、环境条件等相关的重要信息。然后，通过从模数转换器到数字输入和以太网连接的各种通信接口，将这些原始数据传送到工业 PC。

这些产品的核心是处理器，这是负责高效准确地处理传入数据的中央组件。这涉及到实时分析、执行控制算法以及决策逻辑。处理器的能力在优化工厂运营效率 and 生产力方面起着关键作用。根据分析结果，控制信号会传输到终端器件（包括执行器、电机和其他传感器），在工厂车间编排准确而协调的行动。

此外，工业 PC 还有助于与其他工厂系统（包括可编程逻辑控制器 [PLC] 和人机界面 [HMI]）进行顺畅的通信，从而实现全方位连接和信息传输。在这个复杂的工业计算过程中，德州仪器 (TI) 的处理器可以在每一步提供全面的解决方案，从而确保制造业部门实现稳健、高效且互连的运营。

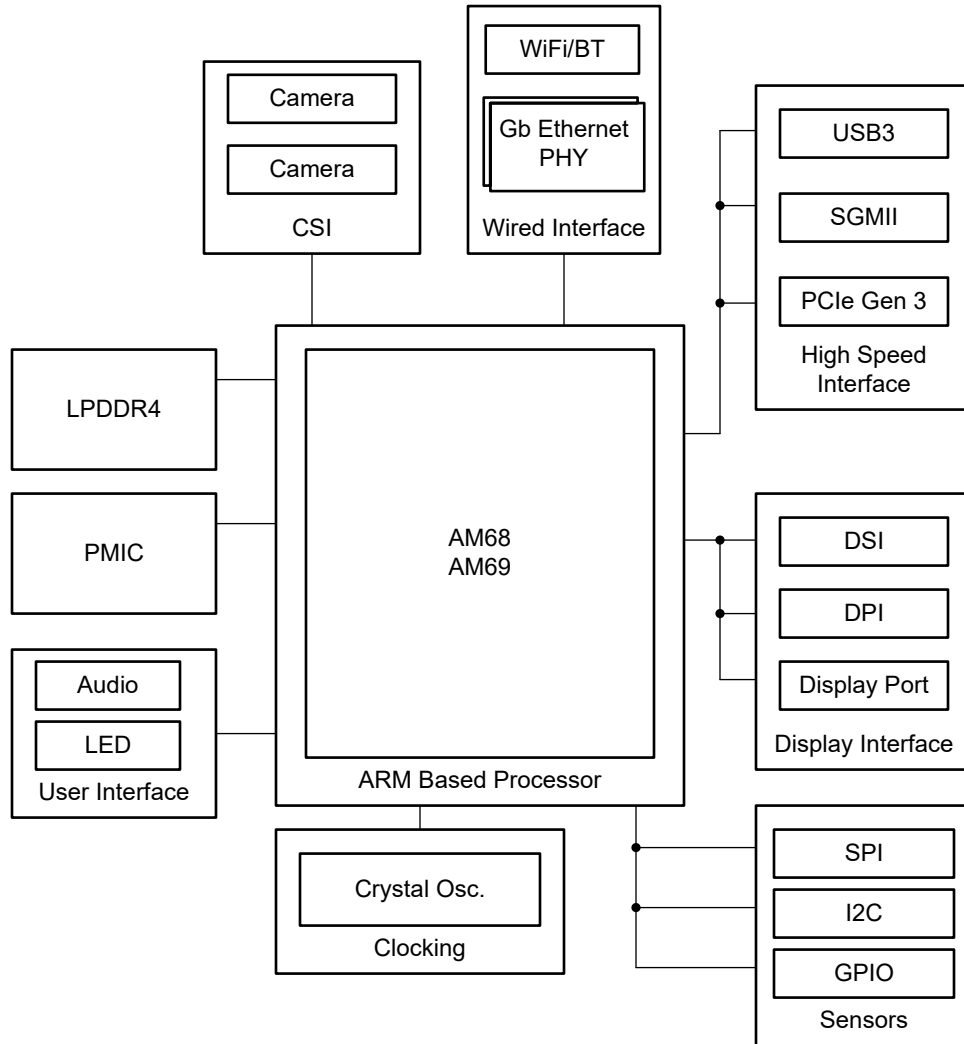


图 4-3. 单板计算机方框图

5 软件工具和支持

我们品类丰富的 Arm® 应用处理器产品系列为汽车、工业和物联网设备提供各种高效的边缘计算性能。我们使用片上系统 (SoC) 架构，在不牺牲关键系统资源 (如功率、尺寸、重量和成本) 的情况下提供高性能。我们的开发平台包括硬件、开源软件和工具，有助于客户将产品快速推向市场。这些处理器已经非常强大，而且借助于 Yocto Linux 和主线内核以及每季度发布的 SDK 和 CI/CD，AM68 和 AM69 上的应用编程将变得更简单、更快速。

5.1 Linux 软件开发套件 (SDK)

Processor Linux SDK 是面向嵌入式处理器的统一软件平台，设置简单，并可立即获取基准测试和演示。SDK 中提供的组件包括 u-boot、内核、文件系统、Linux 驱动程序等。固件构建工具包用于远程内核和硬件加速器驱动程序。

SDK 提供以下功能：

- Arm® Cortex®-A72 具有长期稳定 (LTS) 内核支持
- 板级支持包 (BSP)
- 基于 Yocto Project® 的文件系统
- 基于 Qt® 软件的工业级开箱即用型 HMI 演示，模拟工业自动化的“操作员级”功能，展示了集成显示、图形加速、CSI 和以太网/WiFi 连接。

5.2 SDK 演示和基准测试

SDK 为客户提供了构建块，使他们可以根据本文的任何 AM68 和 AM69 用例开始开发。客户还可以使用一套丰富的基准测试和 SDK 演示。可以通过下面的 SDK 性能指南访问这些基准测试。

AM68 SDK 性能指南	链接
AM69 SDK 性能指南	链接

SDK 附带了一些开箱即用的演示，例如以下各节中所述的演示。

5.2.1 TI Apps Launcher

TI Apps Launcher 是一款适用于 TI 平台、基于 QT 的应用程序启动器。目前，TI Apps Launcher 在所有支持的平台中整合了以下应用程序。

- 工业 HMI
- 实时摄像头
- 基准测试 (系统和 GPU)
- Firefox
- SoC 统计

有关详细信息，请参阅 AM68 和 AM69 的 SDK 文档。

5.2.2 Seva Store

Seva Store 是 TI 开发的演示库工具，支持用户在目标上以 Docker 容器形式下载和安装演示。开发人员可以在任何公共 Docker 仓库以 Docker 映像形式托管其演示，并将其链接到 Seva Design Gallery。Seva Design Gallery 与 Seva Control Center 交互，使用 [docker-compose](#) 从预先确定的来源轻松启动演示。Seva Control Center 采用 Flutter 和 Go 构建。要详细了解 Seva Control Center 的工作方式，请参阅此[链接](#)。

5.2.3 Wi-Fi 演示

AM68 和 AM69 SK 电路板有一个 PCIe M2E Key 接口端口，该端口连接到 Intel-9260 Wi-Fi 卡。使用此端口可设置 Wi-Fi 演示，这样，电路板在上电后可用作 Wi-Fi 接入点 (AP) 或 Wi-Fi 基站，并可连接到路由器或热点等外部接入点。该板还在接入点接口上自动启动 iperf3，用户可以在其器件上运行 iperf3 来测试吞吐量。有关这方面的详细信息，请参阅 AM68 和 AM69 的 SDK 文档。

5.3 培训学院

AM68 和 AM69 的培训学院介绍了入门基础知识，并为新客户id提供通往 TI 生态系统的入口。这些学院还包括内容全面的 Linux Academy，涵盖了以下主题：

- **Linux 系统设计**：概述整个设计过程。这里包括一个检查清单，用于收集设计过程的许多不同方面。
- **评估 Linux**：这里展示了几种可立即用来在 TI 开发板上探索 Linux 的方法。在此模块中，用户可以通过各种实验开始直接与 SDK 交互，学习常见的实践以及加快开发的提示和技巧。
- **在 TI EVM 上开发 Linux**：介绍了如何在开发过程中修改 SDK。这里介绍了引导模式、刷写、重新构建 U-Boot、Linux 内核等核心组件。借助 Linux SDK 和 TI 的开发板，甚至可以在定制硬件生产之前就开始用户空间应用开发。
- **将 Linux 移植到定制硬件**：大多数嵌入式系统的目标是让 Linux 在定制硬件上启动和运行。“将 Linux 移植到定制硬件”部分介绍了此过程。本节还讨论了其他 Linux 定制。
- **常见问题解答**：[TI E2E 论坛](#)上介绍了常见问题解答。

AM68 Academy	链接
AM69 Academy	链接

6 结语

事实证明，AM68 和 AM69 器件在一般用途应用中表现出色，支持多显示屏、图形加速和高速接口。具有多个内核和加速器的异构架构提供了灵活的方法来优化最终应用的性能。随着技术的不断进步，还能实现更多可能性，我们会发现可以应用这些处理器的新领域。

在开始使用该器件前，开发人员可以先浏览免费的培训学院。开发人员可以通过入门套件板和 Processor SDK Linux，随时使用 AM68 或 AM69 开始应用开发工作。这些器件的产品页面上提供了文档、预构建映像和演示。

7 相关链接

AM68 产品页面	https://www.ti.com.cn/product/cn/AM68
AM68 SDK	https://www.ti.com.cn/tool/cn/download/PROCESSOR-SDK-LINUX-AM68
AM68 Academy	链接
AM68 入门套件	https://www.ti.com.cn/tool/cn/SK-AM68
AM69 产品页面	https://www.ti.com.cn/product/cn/AM69
AM69 SDK	https://www.ti.com.cn/tool/cn/download/PROCESSOR-SDK-LINUX-AM69
AM69 Academy	链接
AM69 入门套件	https://www.ti.com.cn/tool/cn/SK-AM69

8 参考文献

1. Industrial/Medical Semiconductor Forecast, 2018 Edition, Market Analysis and Forecasts to 2023, Semicast Research Ltd.
2. 德州仪器 (TI)，“使用高能效 AM62A 处理器的边缘 AI 智能摄像头”技术白皮书

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（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，不保证没有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、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司