



Do-Kyoung Kwon, Karan Saxena, and Manisha Agrawal

### 摘要

AM69A 处理器是 AM6xA 可扩展嵌入式处理器系列中的高端边缘 AI 器件。此处理器专为具有多达 12 个摄像头的边缘 AI 而设计，并提供多种方法来通过异构处理内核和集成硬件加速器优化网络边缘性能。AM69A 处理器是市场上出色的嵌入式处理器，适用于需要以低功耗和低延迟对多个摄像头输入进行处理而实现高性能分析的工业应用。借助适用于 AM6xA 的 Processor SDK Linux (PSDK Linux) 和配套工具，并充分利用视觉和 AI 硬件加速器，可在包括 AM69A 在内的 AM6xA 系列上更快、更轻松的开发多摄像头 AI 应用。PSDK Linux 为 AM6xA 处理器系列提供了统一的软件开发框架，因此如果您具备在 AM62A 或 AM68A 上的开发经验，那么在 AM69A 上的开发过程会更容易。

### 内容

1 引言.....	2
2 AM69 处理器.....	2
3 运行在 AM69A 上的边缘 AI 用例.....	4
3.1 AI 盒.....	4
3.2 机器视觉.....	5
3.3 多摄像头 AI.....	7
3.4 其他用例.....	7
4 软件工具和支持.....	8
5 结论.....	8
6 参考文献.....	8

### 插图清单

图 2-1. AM69A 子系统方框图.....	3
图 3-1. AM69A 上的 AI 盒数据流方框图.....	4
图 3-2. AM69A 上的机器视觉数据流方框图.....	6
图 3-3. AM69A 上的多摄像头 AI 数据流方框图.....	7

### 表格清单

表 3-1. AI 盒用例的 AM69A 资源利用率和功耗估算.....	5
表 3-2. AM69A 在机器视觉用例中的资源利用率和功耗估算.....	6
表 3-3. 多摄像头 AI 用例的 AM69A 资源利用率和功耗估算.....	7

### 商标

Arm® and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited.  
Linux® is a registered trademark of Linus Torvalds.  
Python® is a registered trademark of Python Software Foundation.  
所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

由于摄像头可提供丰富的视觉数据，因此摄像头是机器人和机器感知和理解周围环境的主要传感器模式。随着基于深度学习的 AI 和具有 AI 功能的嵌入式处理器（即边缘 AI 处理器）的进步，相较以往，现在可以在更低的功耗下以更高的准确性对庞大而复杂的视觉数据进行分析。因此，摄像头是应用最广泛的传感器，可用于分析场景、检测障碍物、识别标签以及 2D 和 3D 条形码、定位物体的位置以及自主机器人的位置、绘制环境地图等等。

根据计算资源和数据源的接近程度，执行视频分析的 AI 有两种方法，分别是云 AI 和边缘 AI。云 AI 处理中央计算基础设施上的视觉数据，用于深度神经网络 (DNN) 模型的训练和推理。云 AI 可以使用大量计算资源来分析海量数据，尤其在模型训练方面表现出色，因此云 AI 一直处于主导地位。但是，由于数据需要传输到云，因此对于实时应用，云 AI 会带来延迟和安全问题。相比之下，边缘 AI 在直接连接到摄像头传感器的器件上运行 DNN 模型推理。由于摄像头数据在本地处理，因此边缘 AI 可实现实时处理，同时减少延迟和安全问题。

边缘 AI 需要可以处理多个摄像头并同时执行多个 DNN 推理的低功耗边缘 AI 处理器。随着边缘 AI 处理器变得越来越强大，边缘 AI 技术正广泛用于许多应用，这反过来又在尺寸、功耗和散热方面对边缘 AI 处理器提出了挑战。该处理器需要外形小巧，并且能够在工厂和施工现场的恶劣环境下，以及在车辆内或安装在道路上的摄像头内高效运行。此外，移动机器人和机器人等某些设备需要在遵循严格功能安全标准的应用中通过边缘 AI 处理器认证。

本文介绍了高度集成的 AM69A 处理器。文中介绍了 AM69A 上运行的边缘 AI 的几个用例，并提供了资源利用率和功耗的估算值。这些用例包括 AI 盒、机器视觉、多摄像头 AI 等。本文还讨论了如何使用 AM69A 的异构架构、经过优化的 AI 模型以及易于使用的软件架构来开发边缘 AI 系统。

## 2 AM69 处理器

AM69A 处理器是 AM6xA 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，AM69A 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。AM62A<sup>(111)</sup> 和 AM68A<sup>(222)</sup> 分别适用于 1 - 2 个摄像头和 4 - 8 个摄像头的应用，与之相比，AM69A 能够实时处理 12 个摄像头，并提高了 AI 性能。如图 2-1 所示，AM69A 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 **Arm Cortex-A72 微处理器**，提供高达每秒 100K Dhrystone DMIPS 的性能。
- **视觉处理加速器 V3 (VPAC3)** 在视觉成像子系统 (VISS) 中执行图像处理，以便通过去马赛克、缺陷像素校正、自动曝光、自动白平衡、色差校正 (CAC) 等功能来支持原始图像传感器。此外，VPAC3 包括镜头失真校正 (LDC)、多标量 (MSC) 和双边噪声滤波 (BNF) 硬件加速器 (HWA) 功能，可加速校正失真的图像，将图像调低为多个分辨率以及进行噪声滤除。AM69A 有两个 VPAC3 实例，假设系统开销为 20%，这些实例每秒可以处理 1,200 MP (MP/s) 的图像。
- **数字信号处理 (DSP) 和矩阵乘法加速器 (MMA)** 集成在一起，用于深度学习加速和传统的计算机视觉任务。AM69A 处理器有四个以 1GHz 频率运行的 512 位 C7x DSP。每个 DSP 与四个 MMA 之一紧密耦合，每个周期可以进行 4K (64 × 64) 8 位固定乘法累加。当以 1GHz 频率运行时，四个 MMA 可提供 32 万亿次运算/秒 (TOPS) 的最大计算速度。

- **H.264、H.265 编解码器**可以同时多个通道进行编码和解码。H.264、H.265 编解码器支持 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。有两个视频编解码器实例，所以 H.264、H.265 编解码器和解码器处理速度为 960MP/s，例如，16 个速度为 30 帧/秒 (fps) 的 2MP 通道。
- **AM69A 配备了 3 个 4 通道移动行业处理器接口 (MIPI) CIS-2 RX 端口。**可以将三个高分辨率 (例如，12MP) 摄像头直接连接到 CSI-2 RX 端口，并由两个 VPAC3 实例进行捕获和预处理。可通过 MIPI CSI-2 4:1 聚合器捕获十二个 2MP 摄像头。
- **BXS-4-64 GPU** 每秒可执行高达 500 亿次浮点运算 (50 GFLOPS)，为增强视觉应用实现动态 2D 和 3D 渲染。
- **显示器系统 (DSS)** 支持多个显示器，可灵活地连接不同类型的板，例如 eDP、DSI 和 DPI。
- **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。AM69A 支持高达 64 千兆字节/秒 (GBps) 的 DDR 存储器带宽。

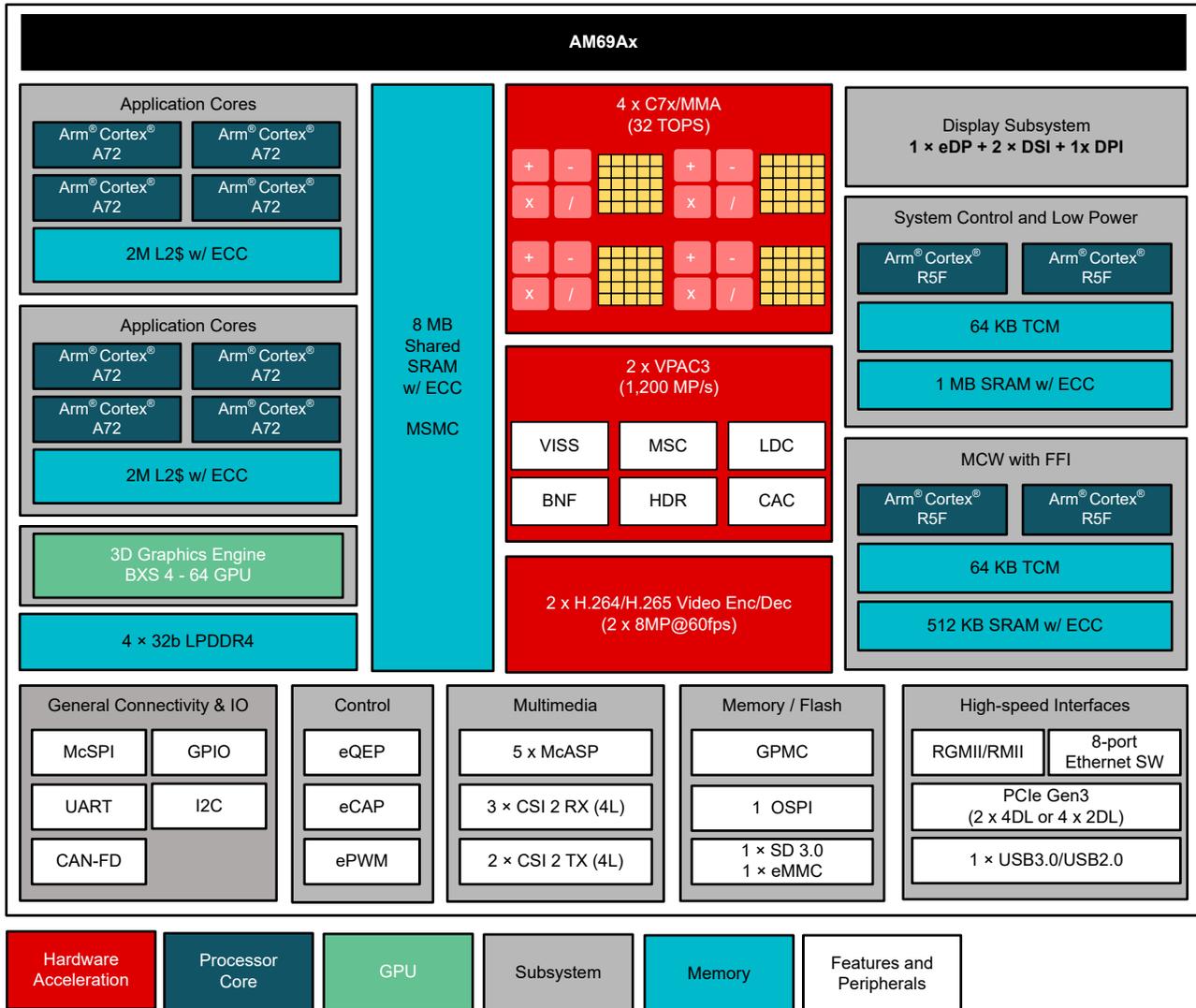


图 2-1. AM69A 子系统方框图

深度学习推理效率对于边缘 AI 系统的性能至关重要。如 [TDA4 边缘 AI 处理器性能和效率基准测试](#) 应用手册所示，与基于 GPU 的推理相比，基于 MMA 的深度学习推理在 FPS 和 TOPS 方面的效率提高了 60%。TI Model Zoo 也提供了针对 C7xMMA 进行优化的网络模型 (33)，这是针对 C7xMMA 进行了优化且适用于各种计算机视觉任务的 DNN 模型集合。这些模型包括常用的图像分类、2D 和 3D 物体检测、语义分割和 6D 姿态估计模型。对于 TI Model Zoo 中的几个模型，包括 AM69A 在内的 TI 嵌入式处理器上的 8 位定点推理性能可通过 TI 的 [Edge AI Studio](#) 进行评估。

AM6xA 的多核异构架构可为特定任务使用合适的可编程内核或 HWA，从而可以灵活地为各种应用优化边缘 AI 系统的性能。例如，在 AM69A 上，计算密集型深度学习 (DL) 推理任务可以在四个使用优化深度学习模型的 MMA

实例上运行，而视觉处理、视频编码和解码可转移到两个 VPAC3 和硬件加速视频编解码器实例，以便获得卓越性能。其他功能块可编程到八个 A72 内核或可用的 C7x 内核中。节 3 介绍了如何在 AM69A 上构建边缘 AI 系统，以满足几种工业应用场景的需求。

### 3 运行在 AM69A 上的边缘 AI 用例

在许多现有用例和新用例中，边缘 AI 技术越来越受欢迎。AM6xA 可扩展处理器系列采用多核异构架构，非常适合这些用例。本节介绍了具有不同输入要求（例如分辨率、帧速率以及任务和计算要求）的边缘 AI 的常见用例。本节还介绍了 AM69A 中为优化性能而在多个内核和 HWA 之间进行的任务分配。本节中介绍的可例也可在 AM62A 和 AM68A 上运行，但位流和摄像头输入数会减少。

#### 3.1 AI 盒

使用 AI 盒向零售店、交通道路、工厂和楼宇中的现有非分析型摄像头增加智能功能，是一种具有成本效益的方法。相比于使用具备 AI 功能的智能 AI 摄像头替换传统摄像头，AI 盒性价比更高，更受欢迎。此类系统接收来自多个摄像头的实时视频流，对其进行解码并在边缘进行智能视频分析，从而减轻了将大型视频流传输回云进行分析的负担。视频分析输出在流式传输和保存到存储之前进行编码。AI 盒的典型应用包括：

- **安全监控系统**，用于检测远程摄像头监控区域中的事件和异常活动。
- **智能交通管理系统**，AI 盒在其中运行深度学习网络来实现车辆计数、车辆类型分类和移动方向预测，以用于交通流量测量。
- **工作场所安全系统**，该系统监控工作场所，以确保符合所有强制执行的安全标准，例如，员工要穿戴个人防护装备 (PPE)。

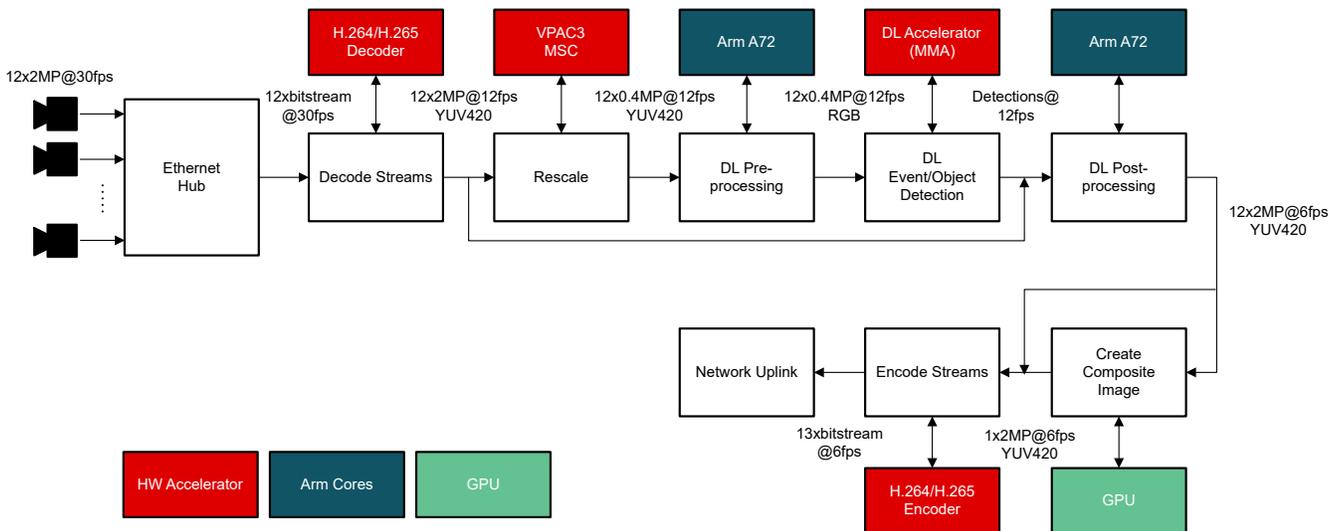


图 3-1. AM69A 上的 AI 盒数据流方框图

图 3-1 显示了 AM69A 上的 AI 盒数据流，其中 12 个 2MP 位流通道以 30fps 的速率通过以太网传输。硬件加速的 H.264 或 H.265 解码器对位流进行解码，并通过 MSC 将解码的帧缩放到更小的分辨率。深度学习网络在这些较小的分辨率帧上以较低的帧速率（例如，12fps）运行。在深度学习预处理过程，将 YUV 格式的较小分辨率帧转换为 RGB 格式，作为深度学习网络的输入格式。MMA 加快了深度学习推理。在深度学习后处理过程中，网络输出叠加在输入帧上。然后，来自 12 个通道的输出帧拼接在一起，形成单个 2MP 帧和 13 个通道（即 12 个通道加 1 个复合通道），通过硬件加速的 H.264 或 H.265 编码器以较低的帧速率（例如，6fps）进行编码，然后流式传输或保存到存储。

表 3-1 汇总了 12 通道和 16 通道位流的资源利用率和估算功耗。但是，由于视频编解码器的最大吞吐量有限，所以 16 通道位流的输入帧速率和输出帧速率需要分别降至 24fps 和 4fps。此处假设每个通道需要 1TOPS 进行推理。仍然有两个 C7x 内核可用于额外的视觉处理和 JPEG 图像编码，以便创建快照。在本例中，虽然深度学习预处理和后处理都在 A72 内核上运行，但它们也可以在可用的 C7x 内核上运行，其中的功耗略有不同。

**表 3-1. AI 盒用例的 AM69A 资源利用率和功耗估算**

主 IP	利用率 (12 × 2MP (30fps))	利用率 (16 × 2MP (24fps))
解码器	12 × 2MP (30fps) = 720MP/s (75%)	16 × 2MP (24fps) = 768MP/s (80%)
编码器	12 × 2MP (6fps) + 1 个复合通道 × 2MP (6fps) = 156MP/s (17%)	16 × 2MP (4fps) + 1 个复合通道 × 2MP (4fps) = 136MP/s (15%)
编码器 + 解码器	720MP/s + 156MP/s = 876MP/s (92%)	768MP/s + 136MP/s = 908MP/s (95%)
GPU	20%	20%
VPAC (MSC)	12 × 2MP (30fps) = 720MP/s (60%)	16 × 2MP (24fps) = 768MP/s (64%)
MMA	12 × 1TOPS/通道 = 12TOPS (38%)	16 × 1TOPS/通道 = 16TOPS (50%)
8 × A72	深度学习预处理和后处理、拆包、JPEG 编码等 (50%)	深度学习预处理和后处理、拆包、JPEG 编码等 (40%)
DDR 带宽	9.49GBps (14%)	11.95GBps (18%)
功耗 (85°C)	18W	18W

### 3.2 机器视觉

工业 4.0 的目标是提高制造业生产流程的自动化程度。而工业 5.0 倡导利用人工智能实现人类与机器人之间以人为中心的协作，即协作机器人 (cobot)，以便通过提高自动化程度来优化制造流程。机器视觉是工业 4.0 和 5.0 中的一项关键技术，在边缘实时处理视觉数据对于机器视觉至关重要。机器视觉的主要用例包括：

- **数量和存在检测**，其中 2D 或 3D 摄像头验证装配和包装系统中是否存在或缺失零件和原料。基于视觉的深度学习用于检测、分类和统计零件和原料。
- **视觉质量检测**，在各种视觉检测中使用基于 2D 或 3D 视觉的深度学习技术，例如检测缺陷或识别印刷电路板 (PCB) 上的字符、测量器件尺寸、验证器件是否正确组装以及标签是否正确包裹在容器表面、检测工具磨损缺陷以进行预防性维护，以及太阳能电池板、涡轮机、管道等基于 UAV 或无人机的故障检测系统。
- **视觉引导机器人**，例如，机械臂拾取和放置零件或箱子是利用机器视觉来实现人与协作机器人之间更好协作的另一个用例。使用安装在机械臂上的摄像头，估算要拾取的物体的姿态，并计算机械臂的适宜路径。
- **基于摄像头的条形码读取系统**在电子商务物流市场上越来越受欢迎。由于许多客户在网上购物时要求在 1 到 2 天或更短时间内发货，因此物流市场已广泛采用基于摄像头的条形码读取系统来提高包裹处理吞吐量，并因而缩短平均配送时间。在条形码读取系统中，包裹放置在快速移动的条码扫描通道上，基于摄像头的条形码读取器安装在通道的上方、左侧和右侧，以高帧速率读取包裹上的 2D 或 3D 条形码。在条形码读取系统中，因为读取条形码失败会导致需要手动处理，所以保证非常成功的条形码读取率很重要。对于未读取条形码的包裹，操作员手动键入信息，并用新条形码替换损坏的条形码。人工干预会增加人工成本并降低效率，从而导致吞吐量降低。为了提高条形码读取的成功率，基于摄像头的条形码读取器使用 AI 来定位条形码，并筛选出损坏或采集不良的条形码。

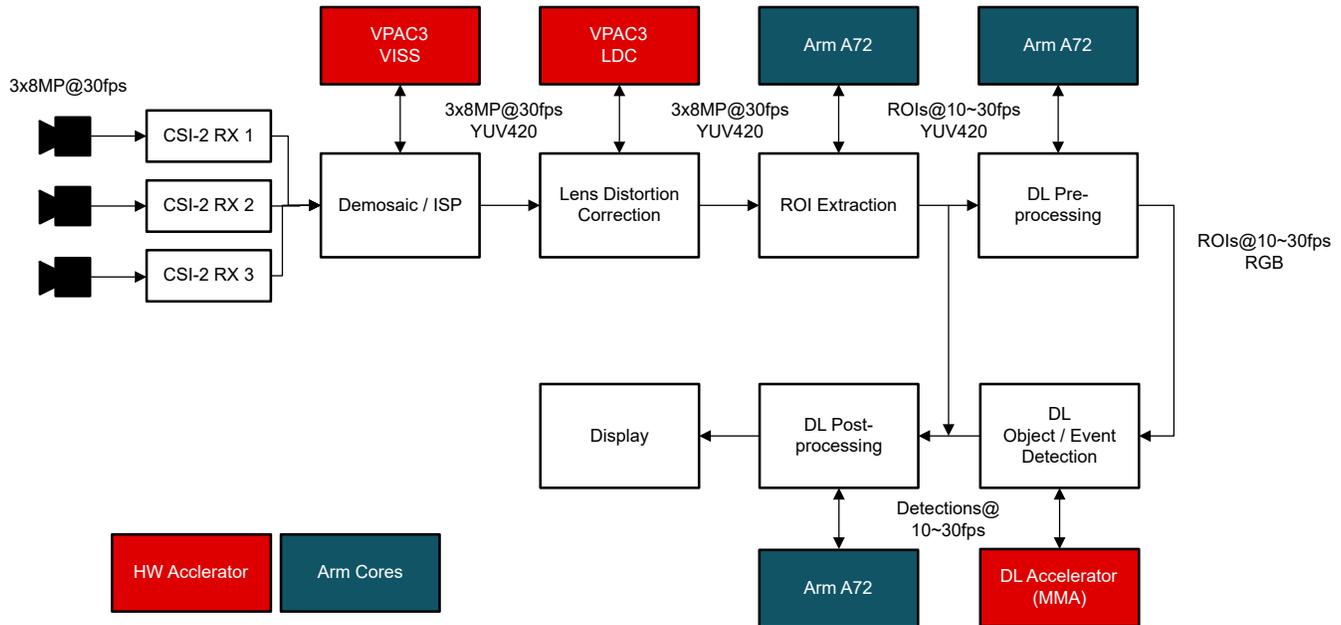


图 3-2. AM69A 上的机器视觉数据流方框图

图 3-2 展示了 AM69A 上机器视觉用例示例的数据流，其中涉及通过 MIPI CSI-2 RX 端口以 30fps 的速率采集三个 8MP 图像序列。通过 VPAC3 VISS 对采集的原始 Bayer 图像进行处理并去马赛克，转换成 YUV 格式，并且 VPAC3 LDC 可校正存在的任何镜头失真。在这个机器视觉用例中，将深度学习网络应用于使用 A72 内核提取的感兴趣区域 (ROI)。ROI 的数量及其大小因具体用例而异。应用深度学习网络的帧速率也取决于用例。通过深度学习预处理、MMA 上的深度学习网络和深度学习后处理获得的输出通过 DSS 显示。如果检测出任何异常，可以通过激活警报来引起人们的注意。

表 3-2 显示了对三个 8MP 摄像头进行采集时，AM69A 的资源利用率和估算功耗信息。在该表格中，假设单个 MMA 完全用于一个 8MP 摄像头，不过实际 MMA 利用率取决于具体的应用。CSI-2、VPAC、A72 和 DDR 带宽仍有足够的空间来处理更高的分辨率。因此，只要 MMA 能够以增加功率为代价来处理必要的深度学习推理，AM69A 就可以实现具有更高分辨率摄像头（例如，12MP）的机器视觉用例。

表 3-2. AM69A 在机器视觉用例中的资源利用率和功耗估算

主 IP	利用率 (3 × 8MP (30fps))
3 × CSI-2 RX	3 × 8MP (30fp) = 11.52Gbps (38%)
VPAC ( VISS、LDC )	3 × 8MP (30fp) = 720MP/s (60%)
MMA	24TOPS (75%)
8 × A72	ROI 提取、深度学习预处理和后处理等 (50%)
DSS	100%
DDR 带宽	15.35GBps (24%)
功耗 (85°C)	19W

### 3.3 多摄像头 AI

边缘 AI 处理器的许多现有和新兴市场应用均为多摄像头 AI 用例。多摄像头 AI 类似于 AI 盒。区别在于，在多摄像头 AI 中，多个摄像头通过 MIPI CSI-2 直接连接到系统，而来自远程摄像头的编码位流则通过 AI 盒中的以太网流式传输到系统。多摄像头 AI 的用例包括但不限于以下应用：

- **监控摄像头**是比较常见的多摄像头 AI 用例之一。监控摄像头的应用包括安防、交通监控等。为了维护特定区域的安全，摄像头会对家庭、工作场所或公共场所等特定区域进行监控和录像。为了进行交通监控和管理，人们会在交叉路口、学校区域和经常拥堵的道路上安装摄像头，用于监测交通流量和事故情况。通常，监控摄像头系统连接到网络，录制的活动会进行编码并上传到云端，以便保存和远程查看。
- **移动 DVR** 广泛用于从车辆内外安装的摄像头录制视频录像，对于车内监控、防盗和发生事故时的取证非常有用。虽然移动 DVR 与监控摄像头系统非常相似，但移动 DVR 将录制的视频片段保存在本地存储设备中，例如安全数字 (SD) 卡或固态硬盘 (SSD)。

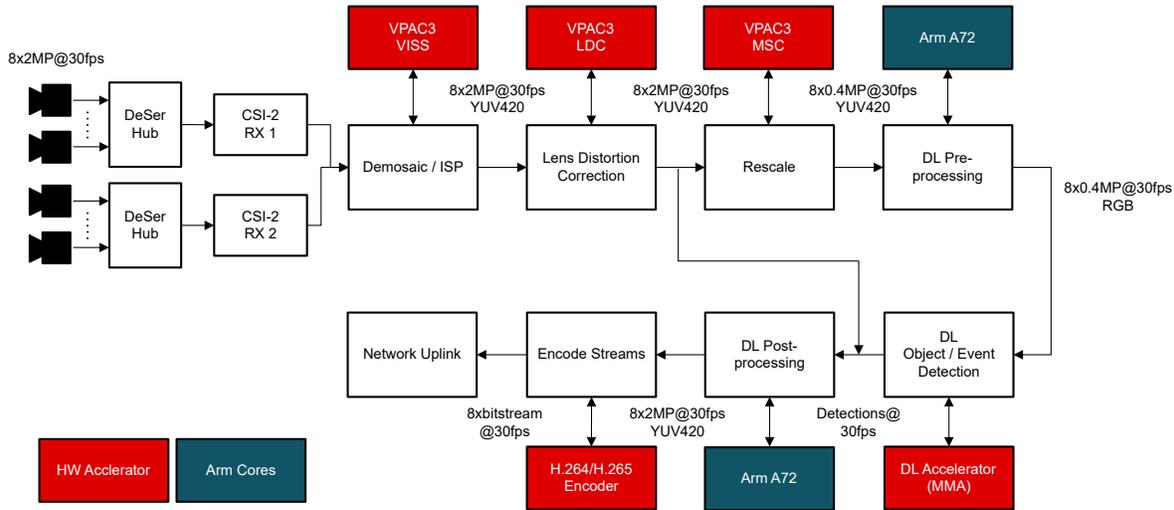


图 3-3. AM69A 上的多摄像头 AI 数据流方框图

图 3-3 展示了 AM69A 上的多摄像头 AI 用例示例的数据流。在此示例中，使用两个 MIPI CSI-2 聚合器将八个 2MP 摄像头组合在一起，并通过两个 MIPI CSI-2 RX 端口以 30fps 的速率采集，这是与 AI 盒的主要区别。经过 ISP (图像信号处理器)、去马赛克和镜头失真校正的图像通过 MSC 缩减为较小的分辨率。通过深度学习预处理、MMA 上的深度学习和深度学习后处理获得的输出由硬件加速的 H.264 或 H.265 编码器进行编码，然后流式传输或保存到存储中。表 3-3 显示了多摄像头 AI 用例 (带有八个 2MP 摄像头通道) 的资源利用率和估算功耗。

表 3-3. 多摄像头 AI 用例的 AM69A 资源利用率和功耗估算

主 IP	利用率 (8 × 2MP (30fps))
2 × CSI-2 RX	8 × 2MP (30fps) = 7.68Gbps (26%)
VPAC (VISS、MSC、LDC)	8 × 2MP (30fps) = 480MP/s (40%)
MMA	24TOPS (75%)
编码器	8 × 2MP (30fps) = 480MP/s (55%)
8 × A72	深度学习预处理和后处理等 (50%)
DDR 带宽	15.13GBps (22%)
功耗 (85°C)	20W

### 3.4 其他用例

AM69 处理器还适用于其他边缘 AI 用例，包括：

- **智能购物车**，这是一种可增强购物体验的新兴终端设备。购物车上安装了多个摄像头，可自动检测购物车中放置的商品，读取它们上面的条形码，了解之后的任何购物车活动，计算订单总额，并让消费者可以自助结账并

支付，不用长时间排队结账。在条形码读取器中，使用深度学习网络来定位条形码并筛选出损坏或采集不良的条形码，从而提高条形码读取成功率。安装额外摄像头进行定位，例如使用印在地面或天花板上的 [AprilTag](#)。通过对购物车进行定位，可以确定购物清单上商品的位置并向客户推荐新产品，从而提供更加个性化的购物体验。

- **功能安全 3D 感知**，为机器操作人员提供高级辅助功能，防止碰撞并保护附近的工作人员和行人。车辆和移动机器（例如，用于建筑、农业和采矿的移动机器）周围安装了多个摄像头。下一代基于 AI 的 3D 感知系统具备了功能安全性。将 3D 感知技术与定位和导航结合起来时，移动机器和协作机器人能够在自主操作的同时与人类和周围环境和谐共处，从而提高任务效率。
- **智慧农业和农场经营**也是边缘 AI 的新兴应用领域。在智慧农业中，安装在拖拉机、机器人和无人机上的摄像头在边缘分析的帮助下，更大幅度地提高作物的种植、施肥和收获效率。同样，边缘 AI 系统会分析多个视频数据，从而改善农场经营，并评估农作方式对生产力的影响。

尽管这些用例属于多摄像头 AI，但这些用例与 [节 3.3](#) 中的用例有所不同，区别在于并非所有摄像头都是为同一目的而部署。例如，在智能购物车中，一个摄像头用于读取条形码，其他摄像头用于检测和定位，因此各种 AI 和视觉过程同时运行。由于采用异构架构，AM69 处理器在此类用例中更有效。

## 4 软件工具和支持

AM69A 是一款功能强大的处理器，并且适用于 AM6xA 的 Processor SDK Linux (PSDK Linux)<sup>(4)</sup> 为客户提供开始开发智能摄像头应用所需的构建块，可以简化和加快在 AM69A 上进行的 AI 应用编程。PSDK Linux 利用并实现了多个开源组件（例如 GStreamer、OpenVX、OpenCV）之间的相互作用，并且还支持深度学习运行时（例如，在基础 Linux<sup>®</sup> 组件基础上构建的 TFLite、ONNX 和 TVM）以及用于远程内核和硬件加速器的固件包。这使得 AM69A 上的边缘 AI 应用开发就像在 Python<sup>®</sup> 或 C++ 中编程一样简单，同时仍能利用硬件加速器实现视觉处理和 AI 功能。此外，由于 PSDK Linux 旨在为 AM6xA 可扩展处理器系列提供统一的软件开发框架，因此如果具备 AM62A 或 AM68A 器件的开发经验，可让 AM69A 上的开发更加轻松。PSDK Linux 文档提供了更多详细信息。

PSDK Linux 中的 [参考应用](#) 展示了基于感知的示例，例如图像分类、目标检测和语义分割，同时提供了 Python 和 C++ 的变体版本。TI 还将其原始训练框架中的 100 多个模型（PyTorch、TensorFlow 和 MXNet）转换并导出为适用于 C7xMMA 架构的格式，并将其托管在 [Edge AI Model Zoo](#)<sup>(3)</sup> 中。在此过程中，TI 确保这些模型在 TI 嵌入式处理器上提供优化的推理性能。参考应用和优化的模型为客户在 AM69A 上探索高性能深度学习提供了一个良好的起点。

TI 还提供 [Edge AI Studio](#) 工具集，旨在加快在 TI 嵌入式处理器（包括 AM69A）上开发边缘 AI 应用。利用 Edge AI Studio，可以构建、评估和部署深度学习模型。Edge AI Studio 中有两个工具：模型分析器和模型编写器。模型分析器可以远程连接到真实的评估硬件，以便在 TI 的嵌入式处理器上部署和测试 AI 模型性能。在模型评估阶段，模型分析器提供了很大帮助。模型编写器是一个用于创建边缘 AI 应用的完全集成解决方案，有助于收集、注释数据、训练、优化并为 TI 嵌入式处理器编译 AI 模型。使用模型编写器对 [Edge AI Model Zoo](#) 中的模型重新训练，以便使用自定义数据微调性能以满足独特的应用要求。

## 5 结论

就性能和开发便利性而言，AM69A 处理器是开发具有多达 12 个摄像头的各种边缘 AI 应用的理想解决方案。具有多个内核和硬件加速器的异构架构提供了灵活的方法来优化性能。此外，带有 [Edge AI Studio](#) 和 [Model Zoo](#) 的 PSDK Linux 还简化了开发流程，包括使用 GStreamer、OpenVX 和 OpenCV 来训练和优化模型并将其部署到应用中。

AM69A 提供了 [AM69A 入门套件 EVM](#) 和 [适用于 AM69A 的 Processor SDK Linux](#)，可供开发人员立即开始开发边缘 AI 应用。[AM69A 产品页面](#) 中提供了文档、预编译映像和演示。有关边缘 AI 和适用的 TI 处理器的更多信息，请参阅 [边缘 AI](#) 文件夹。

## 6 参考文献

1. 德州仪器 (TI)，[“使用高效 AM62A 处理器的边缘 AI 智能摄像头”技术白皮书](#)
2. 德州仪器 (TI)，[“在智能摄像头应用中使用 AM68A 实现高级 AI 视觉处理”技术白皮书](#)
3. 德州仪器 (TI)，[Edge AI Model Zoo](#)
4. 德州仪器 (TI)，[适用于 AM69A 的 Processor SDK Linux](#)

## 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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司