

Multi-Channel PCIe QDMA&RDMA IP

1 介绍

基于 PCI Express Integrated Block, Multi-Channel PCIe QDMA Subsystem 实现了使用 DMA 地址队列的独立多通道、高性能 Continuous (CDMA) 或 Scatter Gather DMA (SGDMA), 提供 FIFO/AXI4-Stream 用户接口。

基于 PCI Express Integrated Block, Multi-Channel PCIe RDMA Subsystem 实现了使用 DMA Ring 缓冲的独立多通道、高性能/超低延时/超低抖动 Continuous Ring DMA, 提供 FIFO/AXI4-Stream 用户接口。

1.1 特性

- 支持 Ultrascale+, Ultrascale, 7 Series 的 PCI Express Integrated Block
- 支持 PCIe 2.0, 3.0, 4.0 速度; PCIe x4, x8, x16 链路宽度
- 支持 64, 128, 256, 512-bit 数据路径
- 64-bit 源地址, 目的地址, 和描述符地址
- 多达 8 个独立的 host-to-card (H2C/Read) 数据通道或 H2C DMA, H2C DMA 效率高达 90% 以上
- 多达 8 个独立的 card-to-host (C2H/Write) 数据通道或 C2H DMA, C2H DMA 效率高达 90% 以上
- AXI4-Stream/FIFO 用户接口(每个通道都有自己的 AXI4-Stream/FIFO 接口)
- 每个 DMA 引擎支持 DMA 地址队列, 队列深度可达 32
- 每个 DMA 引擎支持 DMA Ring 缓冲, Ring 缓冲深度和个数可配置
- RDMA 的超低延时和超低抖动性
- H2C DMA 支持视频显示定时时序输入控制
- AXI4-Lite Master 接口允许 PCIe 通信绕过 DMA 引擎
- Scatter Gather 描述符列表支持无限列表大小
- 每个描述符的最大传输长度为 4GB
- MSI 中断
- 连续描述符的块获取, 支持描述符预取
- 中断或查询模式

1.2 应用

本内核体系结构支持广泛的计算和通信目标程序应用，强调性能、成本、可扩展性、功能可扩展性和关键任务可靠性。典型应用包括：

- 数据通信网络
- 电信网络
- 宽带有线和无线应用
- 网络接口卡
- 用于各种应用程序的服务器 add-in card

典型应用如下图所示：

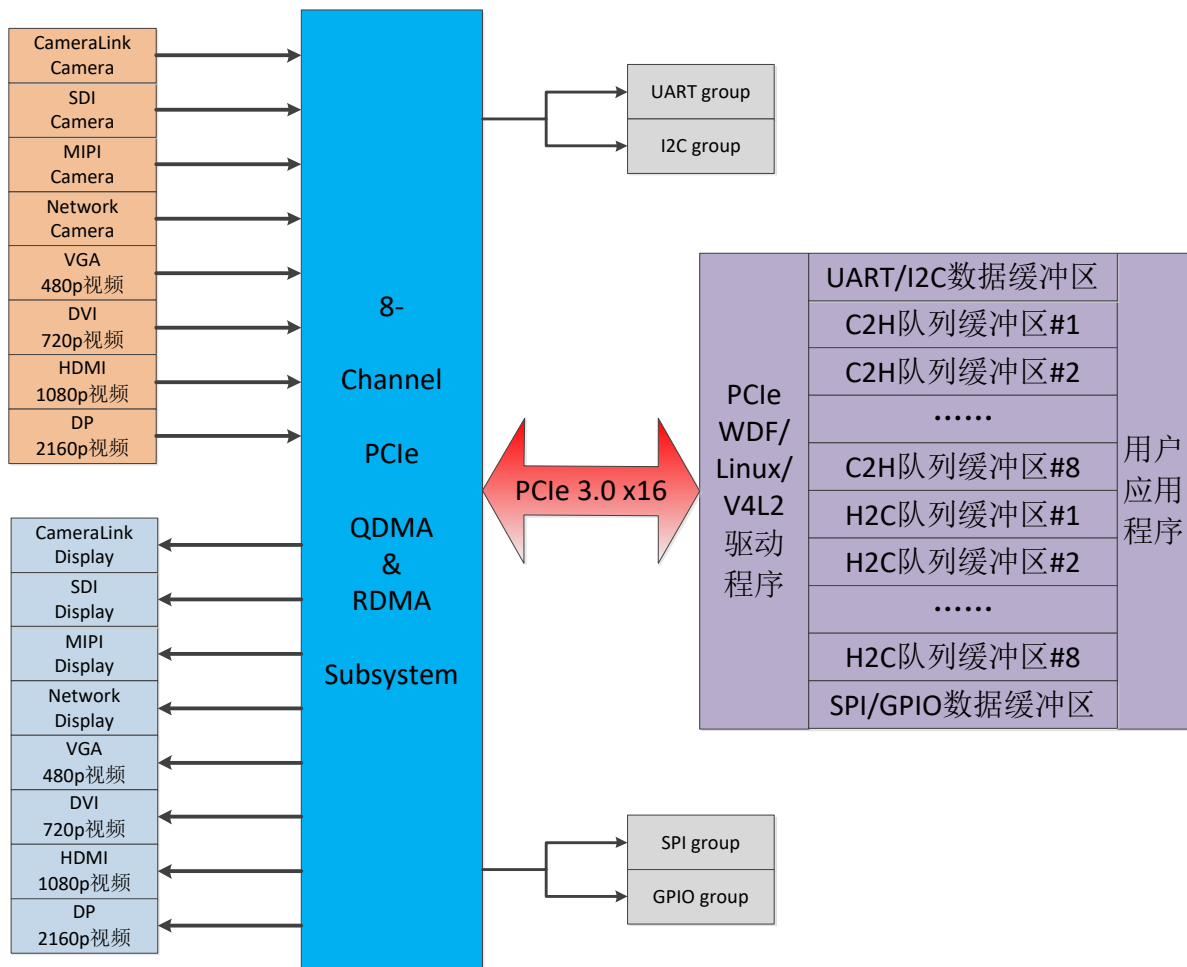


图 1 Multi-Channel PCIe QDMA&RDMA Subsystem 典型应用：8 通道视频采集和视频显示

2 概述

Multi-Channel PCIe QDMA&RDMA Subsystem 作为一个高性能 DMA 数据搬运器，

内核通过 AXI4-Stream/FIFO 接口直接连接 RTL 逻辑。使用提供的字符驱动程序，AXI4-Stream/FIFO 接口可用于 PCIe 地址空间和 AXI 地址空间之间的高性能数据搬移。除了基本的 DMA 功能，DMA 支持多达 8 个独立的 upstream 和 downstream 通道，每个通道支持深度为 32 的 DMA 地址队列，以及深度和个数可配置的 DMA Ring 缓冲，另外还允许 PCIe 通信绕过 DMA 引擎。

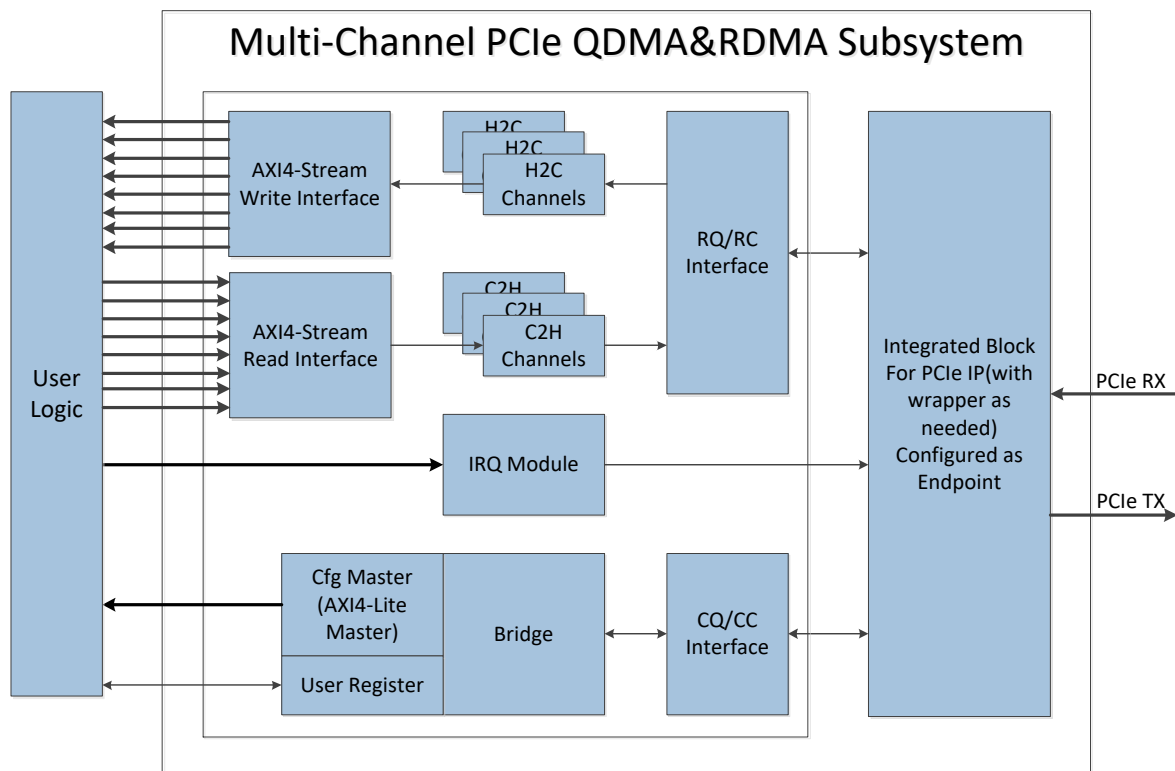


图 2 Multi-Channel PCIe QDMA&RDMA Subsystem 概述

2.1 特性概要

基于描述符提供的信息：源地址，目的地址和传输数据长度，Multi-Channel PCIe QDMA&RDMA Subsystem 实现 Host 存储器和 PCIe DMA 子系统之间的数据搬移。这些 DMA 可以同时是 Host to Card (H2C) 和 Card to Host (C2H) 传输。每个 DMA 通道对应各自的 AX4-Stream/FIFO 接口，DMA 从 Host 存储器获取并解析描述符链表，基于描述符链表信息完成自己通道的数据传输，然后使用 MSI 中断发出描述符完成或错误的信令。内核也提供多达 16 个输出到 Host 的用户中断信号。

主机可以通过以下 2 个接口访问用户逻辑：

- AXI4-Lite Master 配置接口：这个接口是一个固定的 32-bit 端口，用于对性能要求不高的用户配置和状态寄存器的访问
- User Register：这个接口是多个 32-bit 向量信号和 1-bit 信号，这些信号来自

对应 DMA 通道数据搬移过程中产生的控制或状态信号

3 产品规格

结合 Integrated Block for PCI Express IP, Multi-Channel PCIe QDMA&RDMA Subsystem 为 PCIe 提供了一个高性能的 DMA 解决方案。

3.1 性能

Endpoint 配置参数:

1. Max Payload Size=256-byte
2. Max Read Request Size=512-byte
3. DMA Transfer Length = 4MB

C2H & H2C DMA 性能:

1. PCIe 3.0 x16, C2H DMA 和 H2C DMA 速度大于 14GB/s
2. PCIe 3.0 x8, C2H DMA 和 H2C DMA 速度大于 7GB/s
3. PCIe 2.0 x8, C2H DMA 和 H2C DMA 速度大于 3.6GB/s
4. PCIe 2.0 x4, C2H DMA 和 H2C DMA 速度大于 1.7GB/s

3.2 资源

表 1 PCIe 3.0 x16 DMA Subsystem 资源 (8 通道)

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	53424	95356	142	1

表 2 PCIe 3.0 x8 DMA Subsystem 资源 (8 通道)

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	25488	41741	73	1

表 3 PCIe 2.0 x8 DMA Subsystem 资源 (8 通道)

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	24372	32342	36	1

表 4 PCIe 2.0 x4 DMA Subsystem 资源 (8 通道)

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	23595	27989	33	1

表 5 PCIe 3.0 x16 DMA Subsystem 资源 (1 通道)

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	22107	46116	30	1

表 6 PCIe 3.0 x8 DMA Subsystem 资源（1 通道）

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	8690	18174	17	1

表 7 PCIe 2.0 x8 DMA Subsystem 资源（1 通道）

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	8500	12343	8	1

表 8 PCIe 2.0 x4 DMA Subsystem 资源（1 通道）

	LUTs	FFs	BRAMs	PCIe
资源	6451	7999	12	1

3.3 驱动程序

- (1) Windows WDF (Queue or Non-Queue, Ring)
- (2) Linux (Queue or Non-Queue, Ring)
- (3) V4L2

4 交付清单

可交付资料:

1. 详细的用户手册
2. 设计文件: 源代码或网表
3. 时序约束
4. 测试或 Demo 工程
5. 技术支持: 邮件, 电话, 现场, 培训服务
6. Email: neteasy163z@163.com