

Linux之DMA详解

原创 水生| 如水人生 已于 2023-06-29 10:02:09 修改 6099 收藏 51

版权

分类专栏: Linux内存管理 文章标签: dma



Linux内存管理 专栏收录该内容

6 订阅 8 篇文章

订阅专栏

Linux之DMA详解

1、什么是DMA?

DMA全称 **Direct Memory Access**(直接访问存储器)。这是指一种高速的数据传输操作, **允许在外部设备和存储器之间直接读写数据**。

2、为什么需要DMA?

整个数据传输操作在一个称为 **DMA控制器** 的控制下进行, CPU除了在数据传输开始和结束时做一点处理外(开始和结束时候要做中断处理), 在外部设备和存储器进行数据传输的过程中, CPU可也进行其他的工作(前提是未设置停止CPU访问), 这样, 在大部分时间里, CPU和输入输出都处于并行操作, 因此, **计算机系统** 的效率将会大大提高。

3、什么时候需要DMA?

DMA方式主要适用于一些高速的I/O设备。这些外部设备传输字节或字的速度非常快, 对于这些设备, 如果用输入输出指令或者采用中断的方式来传输字节信息, 会大量占用CPU的时间, 同时也容易造成数据的丢失。而使用DMA方式能让外部I/O设备直接和存储器进行成批数据的快速传送。

DMA主要用于需要高速、大批量数据传送的系统中, 目的是提高数据的吞吐量, 如磁盘存取、**图像处理**、高速数据采集系统方面应用甚广。通常只有数据量较大的外设才需要支持DMA能力, 比如视频、音频和网络接口。

4、谁来控制和管理DMA?

上面说到, DMA和外部设备在数据传输的过程中, 并不需要CPU的参与, 也就是DMA可以在脱离CPU的情况下工作, 但是, 这并不是说DMA不需要进行控制和管理。通常是采用 **DMA控制器(DMAC)** 来取代CPU, 负责DMA数据传输的全过程控制

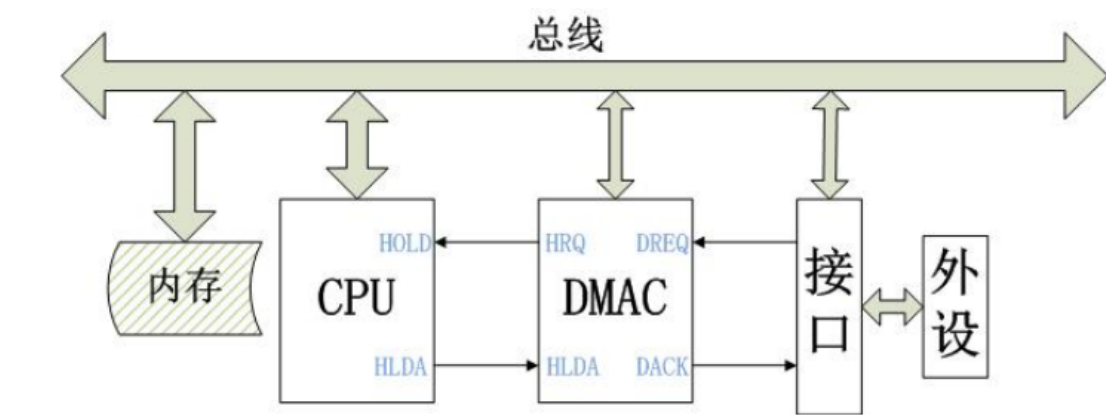
5、什么是DMA控制器?

目前 **DMA控制器** 都是可编程的大规模集成芯片, 是内存储器和外部设备之间进行高速数据传输时的 **硬件控制电路**, 是一种实现直接数据传送的专用处理器。

一个DMA控制器, 实际是**采用DMA方式的外围设备和系统总线之间的接口电路**, 这个接口电路是在中断接口的基础上再加上DMA机构组成。习惯上将DMA方式的接口电路称为 **DMA控制器** (也就是DMA控制器其实就一个硬件接口电路)。DMAC控制器包含下面几个部分:

- **内存地址计数器**: 用于存放内存中要交换的数据的地址
- **字计数器**: 用于记录传送数据块的长度
- **数据缓冲寄存器**: 用于暂存每次传送的数据
- **DMA请求标志**: 每当外部设备准备好一个数据后给出一个控制信号, 使这个标志位置1, 当DMAC控制器中的“控制/状态”逻辑接收到CPU发回的响应信号HLDA后, 会发出DMA响应信号, 并把DMA请求标志复位, 为交换下一个字做准备。
- **“控制/状态”逻辑**: 由控制和时序电路以及状态标志等组成, 用于修改内存地址计数器和字计数器, 指定传送类型(输入或输出), 并对“DMA请求”信号和CPU响应信号进行协调和同步。
- **中断机构**: 当字计数器溢出时, 意味着一组数据交换完毕, 由溢出信号触发中断机构, 向CPU提出中断报告。

6、DMA的传输过程是怎么样的?



DMA传输过程

<https://blog.csdn.net/wyttlRain>

如上图所示，DMA的数据传输过程分为几个部分：

- 当外部设备有DMA使用需求时，会向DMAC控制器发出 **DMA请求信号（DREQ）**
- DMAC控制器接收到外部设备的请求信号后，会向CPU发出一个 **总线请求信号（HRQ）**
- CPU在接收到DMAC控制器发送过来的总线请求信号后，如果允许DMA传输，则会在总线空闲后，发出 **DMA响应信号（HLDA）**。然后CPU会将控制总线、数据总线和地址总线置高阻态，即放弃对总线的控制权；另一方面，CPU会将有效的DMA响应信号发送给DMAC控制器，通知DMAC控制器CPU已经放弃了对总线的控制权
- DMAC控制器收到总线发来的 **DMA响应信号（HLDA）** 后，会获得总线的控制权，并向外部设备发送 **应答信号DACK**，通知外设可以进行DMA传输了
- DMAC还会向存储器发送地址信号，向存储器和外设发出读/写控制信号，控制数据按设定的方向传输，**实现外设与内存的数据传输**
- 数据全部传输结束后，DMAC向CPU发送 **HOLD信号**，要求撤销DMAC控制器对总线的控制权，CPU收到该信号后，会使 **HLDA（DMA请求）信号** 无效，收回总线控制权。

7、DMA传输有什么弊端？

因为DMA是用硬件控制代替软件控制，所以增加了系统硬件的复杂性和成本。另外，DMA传送期间CPU被挂起，部分或完全失去对系统总线的控制，这可能会影响CPU会中断请求的及时响应和处理。因此，在一些系统或速度要求不高，数据传输量不大的系统中，一般并不用DMA方式。

因为DMA允许外部设备直接访问内存，从而形成对总线的独占，这在实时性较强的实时系统嵌入式开发中将会造成中断延时过长。