

基于 PCI 总线的实时红外图像采集处理系统^{*}

陈立法, 崔春明, 葛军, 周起勃

(中国科学院 上海技术物理研究所, 上海 200083)

摘要: 简单介绍了 PCI 总线的特点、数据传输协议以及作为专用 PCI 总线协议控制芯片的美国 AMCC 公司生产的 S5933 的功能结构, 并介绍了一种采用 PCI 总线作为数据传输接口的高速实时红外图像采集处理系统。该系统采用 DirectDraw 技术实时显示红外图像, 减少了系统的响应时间, 更好地满足图像实时显示的要求。

关键词: PCI 总线; 红外; 数据采集; DirectDraw 技术

中图分类号: TN216 文献标识码: A 文章编号: 1001-8891(2001)05-0004-05

1 引言

随着材料技术和微电子技术的发展, 红外焦平面阵列探测器技术的发展日新月异, 从而导致红外图像分辨率越来越高。相应的需要处理的数据量也越来越大。基于 ISA 总线、EISA 总线等的红外图像处理系统处理速度渐渐跟不上高速实时图像采集处理的要求。目前比较先进的 PCI 局部总线以其高传输速率获得了广泛的应用。采用 PCI 总线作为系统与微机的接口, 可以大大提高系统数据传输速率, 并节省大量的 CPU 时间, 以适应高分辨率实时红外图像采集显示要求。

本文介绍了一种基于 PCI 总线的实时红外图像采集处理系统的设计实现。

2 PCI 总线概述

外围部件互连总线, 即 PCI(Peripheral Component Interconnect)总线, 是当前流行的微机局部总线之一, 也是当前局部总线发展的一个新趋势。它将外设直接挂到 CPU 的局部总线上, 并以 CPU 速度运行, 可大大提高外设的运行速度。PCI 总线支持 0~33 MHz 时钟, 32 位数据传输, 因此其数据传输率可达 132 MB/s, 为大容量数据传输提供了可能, 尤其为实时图像处理和多媒体技术等提供了坚固的技术基础。

PCI 总线上所有的数据传输基本上都是由以下三条信号线控制的:

FRAME # : 由主设备驱动, 指明一个数据传输的起始和结束;

IRDY # : 由主设备驱动, 允许插入等待周期;

TRDY # : 由从设备驱动, 允许插入等待周期。

当数据有效时, 数据资源需要无条件设置 XRDY # (写操作为 IRDY #, 读操作为 TRDY #)。接收方可以在适当的时间发出它的 XRDY # 信号。FRAME # 信号有效后的第一个时钟前沿是地址周期的开始, 此时传送地址信息和总线命令。下一个时钟前沿开始一个(或多个)数据周期, 每逢 IRDY # 和 TRDY # 同时有效时, 所对应的时钟前沿就使数据在主、从设备之间传送, 在此期间, 可由主设备或从设备分别利用 IRDY # 和 TRDY # 的无效插入等待周期。

一旦主设备设置了 IRDY # 信号, 将不能改变 IRDY # 和 FRAME #, 直到当前的数据周期完成为止。而一个从设备一旦设置了 TRDY # 信号或 STOP # 信号, 就不能改变 DEVSEL #、TRDY # 和 STOP #, 直到当前的数据周期完成。也就是说, 无论是主设备还是从设备, 只要承诺了的数据传输, 就必须进行到底。

当到最后一次数据传输时(有时紧接在地址周期后面)主设备应撤销 FRAME # 信号, 而保持 IRDY # 有效, 表明主设备已经做好了最后一次数据传输的准备, 待到从设备发出 TRDY # 信号后, 就说明最后一次数据传输已完成, FRAME # 和 IRDY # 均撤销, 接口回到了空闲状态。

* 收稿日期 2001-03-30

4 万方数据

总的来说,PCI 总线的传输一般遵循以下规则^[3]:

1) FRAME # 和 IRDY # 信号定义了总线的忙/闲状态。当其中一个有效时,总线为忙状态;两个都无效时,总线处于空闲状态。

2) 一旦 FRAME # 信号被设置为无效,在同一传输期间不能重新设置。

3) 除非设置 IRDY # 信号无效,一般情况下不能设置 FRAME # 信号无效。

3 实时红外图像采集系统设计实现

红外图像采集处理系统的电路采用模块化设计,其硬件原理图结构示意图如图 1 所示。按电路功能该系统可分为图像预处理及量化模块、数据缓冲及时序逻辑模块、帧存储器模块和 PCI 接口控制模块等几个部分。

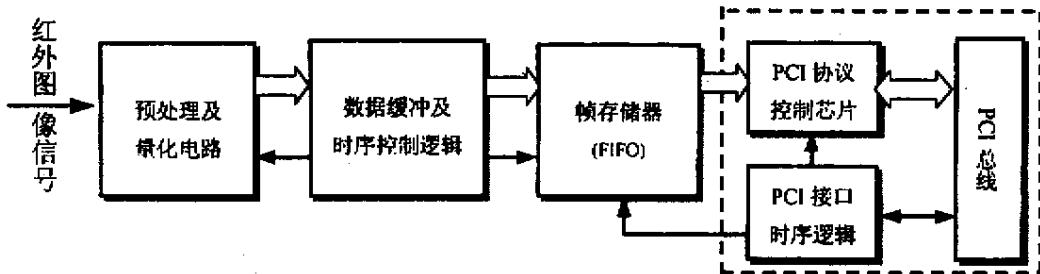


图 1 实时信号采集与处理板系统硬件原理结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the real-time signal collecting and processing system

3.1 PCI 接口芯片简介

本系统选用美国 AMCC 公司生产的 S5933 芯片作为 PCI 总线控制器。该芯片作为 PCI 总线规范的一个子集,实现了 PCI 总线规范的大部分功能。复杂的 PCI 总线接口协议完全由 S5933 实现,用户只需设计与 S5933 外加(ADD-ON)接口的逻辑控制电路即可。

图 2 给出了 S5933 内部的主要功能块^[3],它提供了 3 个物理接口:PCI 总线接口、外加总线接口和可选的 NV 存储器接口。PCI 总线与外加总线的数据传送可以通过信箱(Mailbox)寄存器、先进先出(FIFO)寄存器或者直通(PASS-THRU)通道。

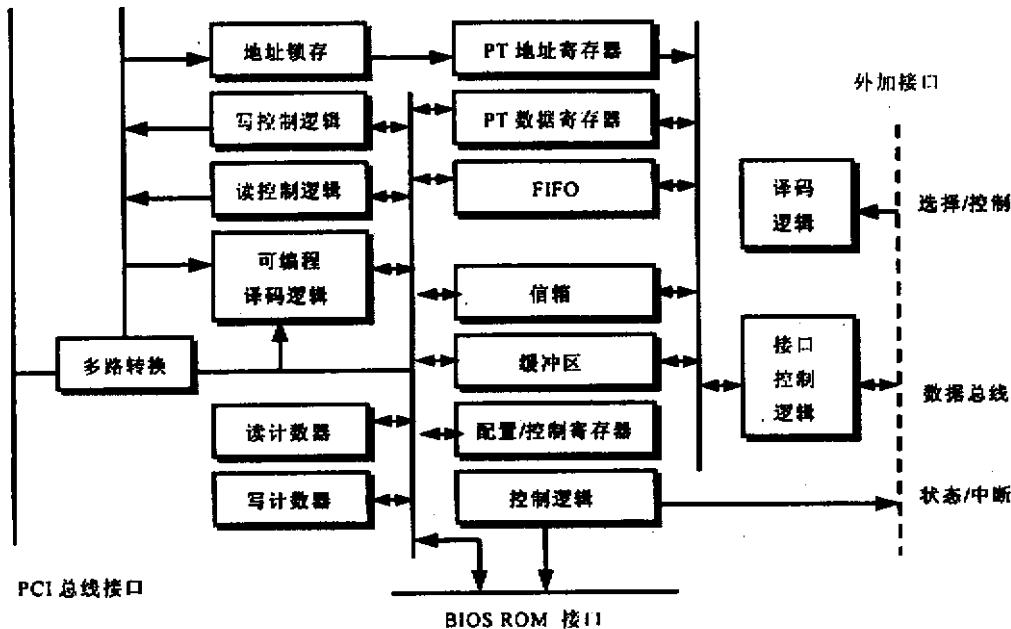


图 2 S5933 功能结构框图 Fig. 2 Structure diagram of S5933

3.2 S5933 的功能单元^[3]

3.2.1 信箱

S5933 有 8 个 32 位信箱寄存器, 用于在 PCI 总线与外加总线之间传送命令和状态信息。每个信箱寄存器提供了一个双向数据通道, 可以在软件的控制下完成系统平台与外加设备之间的数据传送。这些信箱可以当作用户命令、状态或命令参数寄存器使用, 其用途由用户自己定义。

PCI 和外加接口各有一个信箱状态寄存器, 用来记录信箱的当前状态, 即信箱是空还是满。当定义的信箱事件发生, 可以在 PCI 总线或外加总线产生中断。工作在信箱寄存器方式时, S5933 只能充当从设备接口。信箱寄存器不支持猝发传送方式。

3.2.2 FIFO

在 S5933 的内部有两个独立的 FIFO 数据通道。一个是用于 PCI 总线到外加总线的数据传送, 另一个是由外加总线到 PCI 总线的数据传送。每一个 FIFO 中有 8 个 32 位寄存器, 分属于 PCI 或外加总线寄存器, FIFO 在该寄存器组中的偏移地址是 20H。两个 FIFO 都可以支持 PCI 主控。每个 FIFO 由一个地址指针和传送计数器实现 PCI 数据传送。

使用 FIFO S5933 可以充当主控设备接口, 也可以充当从设备接口。如果作为目标设备接口, 允许总线主控设备通过 FIFO 访问外加总线上的数据; 如果作为总线主控设备, 允许使用总线地址寄存器和主控字节计数器实现 DMA 传送。FIFO 支持猝发传送方式。

3.2.3 PASS-THRU

S5933 的 PASS-THRU 通道允许 PCI 传送操作与外加接口操作同时进行。其实质就是通过对 PASS-THRU 区域定义将外加接口资源映射到系统空间。PASS-THRU 方式可以获得极高的传送速率, 数据传送速率只受限于 PCI 总线与外设的速度。

S5933 共提供了 4 个 PASS-THRU 范围, 每个范围代表一个地址块, 块的大小由用户定义, 既可以映射到存储器空间, 也可以映射到 I/O 空间。如果映射到存储器空间, 还可以映射到低 1MB 地址范围内, 即 Intel 的实模式地址。在系统配置周期, PCI BIOS 根据配置空间的设置为每个区域分配地址。

3.3 高速 PCI 目标模块

对本系统来说, 所要完成的功能是将帧存储器中的图像数据读入到微机内存中。系统采用目标设备模式, 利用 S5933 的 PASS-THRU 通道, 将外接帧存储器(64 k × 16 Bits × 2 FIFO)映射到存储器空间, 数据宽度 32 位。接口逻辑电路负责完成 S5933 的外加插卡总线与存储器之间的通信协议, 选用 Xilinx 公司生产的 5 ns 高速 CPLD(Complex Programmable Logical Device)—XC9536-5 进行设计。原理框图如图 3 所示:

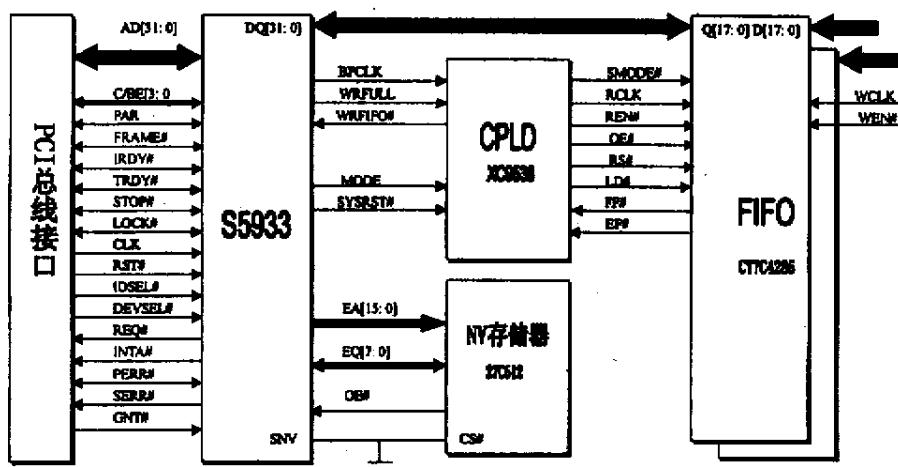


图 3 PCI 接口电路原理框图

Fig.3 Schematic diagram of PCI interface

本系统选用 Xilinx 公司生产的 XC9536 来实现 PCI 接口控制逻辑。图 4 为逻辑状态转移图。其中 S0 为空闲状态, S1 为外部 FIFO 读状态。当 S5933 内部 FIFO 不满即(WRFULL = 0)并且外部 FIFO 不空(即 EF# = 1)时, 允许 S5933 从外部 FIFO 读数据。在主机系统负载不重的情况下, 系统可以以 PCI 总线的峰值传送速率 132Mbytes/S 来传送数据, 实现系统猝发传输。图 5 为 CPLD 控制逻辑产生的外部同步 FIFO 读时序示意图, 其中 BPCLK 为 PCI 总线的 33 MHz 时钟。

4 DirectDraw 技术实时图像显示程序设计流程^[5]

4.1 创建 DirectDraw 对象

使用 DirectDraw 必须先使用 DirectDrawCreate 创建一个带有 IDirectDraw 接口的 DirectDraw 对象, 以便用户可以通过它来访问其它 DirectDraw 功能。

4.2 设置协作级别

在调用 DirectDraw 其它方法之前必须先设置屏幕协作级别, 否则它们中的某些方法会失败。协作级别用于控制应用程序和系统及其它应用程序之间的交互程度。

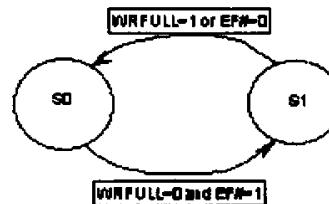


图 4 外部 FIFO 控制状态转移图

Fig.4 External FIFO controller state diagram

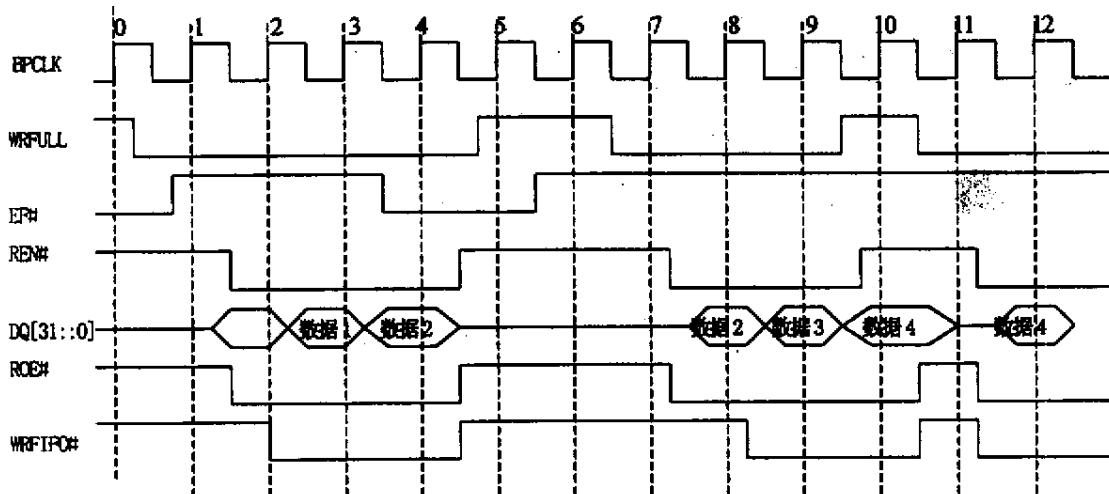


图 5 外部同步 FIFO 读时序示意图

Fig.5 Synchronous external FIFO read timing

4.3 设置显示模式

DirectDraw 的显示模式内容包括宽度、高度、格式和刷新频率。它提供了一套完整的用于管理显示模式的方法, 具体操作可以通过 EnumDisplayModes 方法列举当前可能的显示模式并可以用 SetDisplayMode 来改变模式。

4.4 创建 DirectDraw 主图面

主图面就是用户能够看到的当前界面, 每个 DirectDraw 对象只有一个主图面。在 DirectDraw 启动之前, 主图面已经存在了, 那就是 GDI 用于绘制 Windows 用户界面的图面。在创建指向它的 DirectDraw 图面对象之前, 没有办法访问主图面。

4.5 创建 off-screen 图面

创建了主图面以后接着要创建 off-screen 图面, off-screen 图面是不能直接被看见的。它主要是作为存储可视部件的存储缓冲区, 这些缓冲区可用于组成主图面或切换画面。创建 off-screen 图面的过程和创建主图面的过程基本上一样, 唯一的区别在于 off-screen 图面要提供更多一点的细节。

4.6 设置剪裁器

剪裁器可以将 DirectDraw 所能输出的范围限制在屏幕上的某个区域范围内, 范围之外的其它部分将被剪裁。万方数据

掉。DirectDraw 提供了 DirectDrawClipper 类来实现剪裁功能。

4.7 视频显示

视频显示的工作主要将从采集处理板读进来的、连续不断的图像数据装入主画面。其方法是先将图像写入 Off-screen 图面，然后用位转换 Bit 操作将 Off-screen 图面整体拷贝到主画面中。

程序运行结果如图 6 所示。

5 结论

总线是解决信息传送问题的工具，微机系统性能与总线性能是密切相关的。PCI 总线的出现突破了 ISA、EISA 总线的数据传输瓶颈，并逐渐成为微机局部总线的主流。随着红外探测器分辨率的成倍提高，对数据处理和传输速率的要求也日渐苛刻。本系统采用 PCI 总线开发了实时红外图像采集处理系统，具有较大的实用价值，并为系统的更新换代提供了很大的冗余空间。该系统具有如下特点：

1) 基于中文 Windows 98 系统，人机界面操作简单、方便。

2) 实时显示并具有实时存储图像数据功能。

3) 具有黑白、伪彩色切换显示功能，便于分析图像。

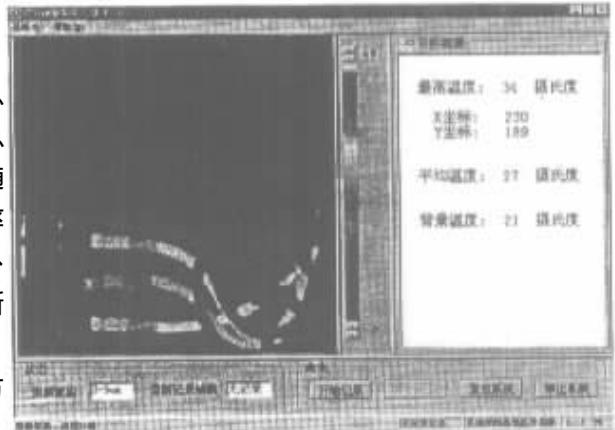


图 6 红外图像采集系统显示界面

Fig.6 Display screen of IR image acquisition and processing system

参 考 文 献

- [1] 孟宪元编著. 可编程 ASIC 集成数字系统 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [2] 曾繁泰, 冯保初编著. PCI 总线与多媒体计算机 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [3] 陈利学等编著. 微机总线与接口设计 [M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1998.
- [4] Clayton Walnum. Windows 98 编程核心技术精解 [M]. 北京: 中国水利电力出版社, 1998.
- [5] Bradley Bargen, Peter Donnelly. Inside DirectX 从入门到精通 [M]. 北京: 北京希望电脑公司, 1998.
- [6] 班荣峰, 王建涛等. 基于专用控制芯片 S5933 的 PCI 总线接口设计 [J]. 电子技术应用, 1998. 11.

作者简介：陈立法，男，中国科学院上海技术物理研究所在读博士研究生。主要研究方向为实时红外图像采集信号处理。

The Real-time Infrared Image Acquisition and Processing System Base on PCI Local Bus

CHEN Li-fa, CUI Chun-ming, GE Jun, ZHOU Qi-bo
(Shanghai Institute of Technical Physics, Shanghai 200083, China)

Abstract : This paper introduces the feature and the protocol of data-transfer of PCI local bus, and the structure of S5933, and describes a real-time IR image acquisition and processing system base on PCI local bus and DirectDraw technology.

Key words : PCI local bus; infrared; data acquisition; direct draw technology