

文章编号:1001-5078(2007)12-1325-03

基于 PCI7300A 的红外扫描仪高速图像采集系统

张荣锋, 俞建成, 孙胜利
(中国科学院上海技术物理研究所, 上海 200083)

摘要:文中介绍了基于 ADLINK 公司的 PCI7300A 超高速数字采集卡的图像采集系统的解决方案。基于多线程技术和双缓冲机制进行数据采集和处理, 并使用多缓冲存储图像, 分区域显示超大面积图像, 最后基本实现了图像数据的连续、稳定、实时显示和存储, 满足系统所需的要求, 并成功用于红外扫描仪成像实验。

关键词:红外扫描仪; PCI7300; 双缓冲机制; 多线程技术; 实时显示
中图分类号: TP751 **文献标识码:** A

System of High-speed Image Sampling System for Infrared Scanning System Based on PCI7300A Digital I/O Board

ZHANG Rong-feng, YU Jian-cheng, SUN Sheng-li
(Shanghai Institute of Technical Physics, China Academy of Science, Shanghai 200083, China)

Abstract: A system architecture design and implement methodology about the high-speed infrared scanning image sampling system based on PCI7300 ultra-high speed digital I/O board is presented. Based on the double buffer method and multithread technology, help the system finished real-time display, and the real-time image display and store system are stabilization, continuous, and it can satisfied the whole system very well.

Key words: IR scanning system; PCI 7300; double buffer method; multithread technology; real-time display

1 引言

高速图像采集系统是红外扫描仪的重要组成部分, 对于扫描接收到的信号, 需要进行实时采集、处理和显示。在红外扫描仪成像系统中, 由于涉及的数据量大, 且对数据的存储和读取速度要求较高, 因此如何保证数据的连续性和稳定性是一个关键性的问题。为了解决这个问题, 我们选用了 ADLINK 公司的 PCI7300A 超高速数字 I/O 卡, 通过双缓冲采集和多线程技术实现了图像的实时采集和显示。

PCI7300A 是 ADLINK 公司的一款超高速数字采集卡, 该卡的主要性能如下^[1]:

- (1) 32 通道 5V/TTL 数字 I/O 通道;
- (2) 支持 32 位 5V PCI 总线;
- (3) 板载 64KB 的 FIFO;
- (4) 独立触发信号, 用于启动数据采集;
- (5) 总线管理的具有散列/收集特性的 DMA。

2 系统解决方法

2.1 系统架构与集成

红外扫描仪的电子信号主要由长线列探测器经由模拟通道的放大、滤波后再经过 A/D 转换后送入

锁存器, 由 FPGA 对数据进行排列等处理, 然后由 PCI 7300A 卡对数据进行采集、处理, 送入计算机进行图像处理和显示, 如图 1 所示。

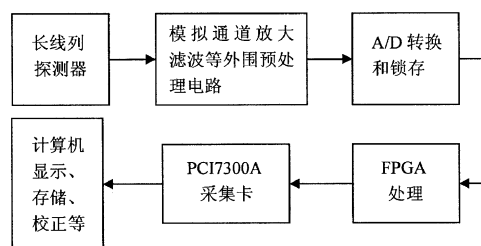


图1 扫描系统的电子学部分结构框图

2.2 硬件设计

PCI7300A 提供的采集方式有:

- (1) 内部时钟, 内部时钟源可以提供 20MHz 和 10MHz 的时钟信号, 可实现的最高传输速率为 80MByte/s;

作者简介:张荣锋(1982-), 男, 硕士研究生, 2005年毕业于清华大学机械工程系, 现为中国科学院上海技术物理研究所硕士研究生, 主要研究方向为电路与系统。E-mail: glowzrf@yahoo.com.cn

收稿日期: 2007-07-20

(2) 外部时钟, 可以高达 40MHz, 最高可实现 160MByte/s 的数字输入速率;

(3) 握手方式, 使用交握信号确保数据的正确性。

同时, PCI7300A 采集卡还提供用于数字输入硬件触发信号 (DI_TRG), 为了方便实现图像每帧的同步, DI_TRG 和 DI_DEQ 均被设置为上升沿有效, 图 2 为 PCI7300A 采集卡数据输入时序图, 在 DI_TRG 信号触发后, 处于 DI_REQ 有效区内的数据为有效数据, DI_TRG 之前的所有数据均被忽略掉, 为无效数据。

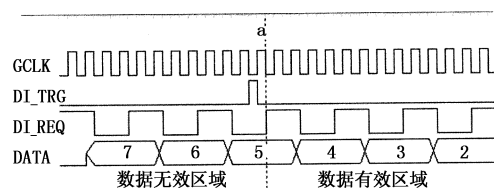


图2 PCI7300A 数据输入时序

由于传输到主机的数据必须是有序的, 排列正确的数据, 就必须保证开始采集数据的起始点和时钟的准确性, 因此, 必须选用和数据同步的外部时钟, 上升沿采集, 同时保证时钟沿口对应的数据是稳定有效的。同时, 在检测到帧同步信号的同时提供一个与工作脉相一致的触发信号, 开启本帧图像采集。

图 3 为输出到 PCI7300A 数据仿真图, 根据前端电路所提供的数据格式, 在每一帧数据前提供 PCITRIG 信号触发采集卡的采集, 在 DATAOUT 数据有效期间提供稳定的时钟, 传输完毕同时停止时钟传输, 即时钟为不连续时钟, 只在有效数据区段提供。

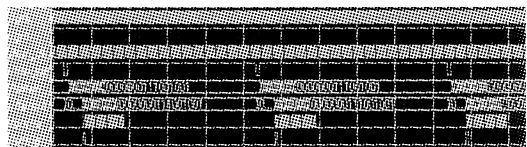


图3 输出到 PCI7300A 数据仿真图

2.3 软件设计

针对图像采集和实时显示的需求, 可以使用 PCI7300A 的驱动程序包中用于高速数据连续采集的多缓冲区操作的一组函数, 按照循环缓冲区的原理, 对图像数据进行连续、高速、大容量的采集。

双缓冲区模式, 又称为“乒乓”缓冲区模式。跟单缓冲区模式相比, 双缓冲区模式可以实现数据的不间断采集和数据的同步处理, 可以使用较小的内存空间, 实现几乎无限多数据的不间断采集。这种工作模式原理是: 在内存中开辟两块完全相同的缓冲区 (以下分别将它们称为第一缓冲区和第二缓冲区) 用于连续输入操作; 工作时, 采集卡首先将采集到的数据写入第一缓冲区中, 在采集卡开始向第二缓冲区中写入数据的同时, 应用程序可以根据需要对第一缓冲区中的数据做特定的处理; 在第二缓冲

区被写满之后, 采集卡将返回到第一缓冲区的起始处, 用覆盖前次数据的方式, 把数据写入第一缓冲区中, 与此同时对第二缓冲区的数据进行操作。整个数据采集处理的过程如此不断地循环进行下去^[2]。其工作原理如图 4 所示。

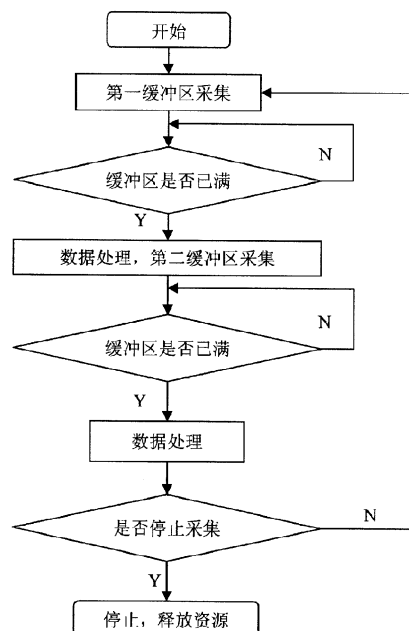


图4 双缓冲采集示意图

2.4 数据采集程序

PCI7300A 提供了几种方式来查询数据采集的状态:

(1) AsyncDblBufferHalfReady, 即双缓冲区模式。

(2) 使用 EvemCallBack。EventCallBack 方式即是一种回调方式, 当缓冲区的数据满或者满足设定的条件时, 则数据处理事件做出响应开始采集。

(3) 多线程的方式。结合双缓冲区模式, 采用多个线程对数据采集和数据处理进行并行操作^[3-5]。

为了实现连续数据传输, 即不中断 PCI7300A 卡的采集, 采取多线程的方式来实现, 即数据采集线程和数据处理线程, 来保证图像数据的实时性、完整性和连续性。

由于使用的是红外长线列探测器, 数据量很大, 根据系统要求, 采集速率需要达到 18MByte/s, 然后转化为图像文件, 实时显示在电脑屏幕上, 同时将采集到的图像数据保存到硬盘上。因此, 有效协调数据采集线程, 数据处理线程, 以及显示和保存两个模块的工作, 尽可能的合理配置系统资源, 才能完整的实现系统要求。

2.4.1 数据采集

(1) 线程的设置: 数据的采集是最为核心的部分, 因此在线程的优先级上需要设置为最高, 保证数据在传输过程时能够有效抢占系统资源;

(2)缓冲区大小的设置和 Sleep 操作:根据每次采集数据包的大小来设置缓冲区容量,根据缓冲区大小和采样速率来合理设置 Sleep 操作。在数据采集过程中,由于系统要不断判断缓冲区状态,从而占用了较多的系统资源,可以通过降低判断缓冲区状态的频率来节省系统资源,根据使用的外部时钟频率 10MHz,即采样速率为 40MHz,开辟的缓冲区容量为 1800K,即要写满一个缓冲区需要的时间为 45ms,所以可以在判断缓冲区的 DI_AsyncMultiBufferNextReady 语句之前加上延迟操作 Sleep 语句,通过 Sleep 操作,大大的降低了系统的资源占有率,提高了图像的显示速率和存储的速率。

2.4.2 图像显示

需要显示的图像为 6000×5000 像素大小,红外扫描仪完成一帧图像的扫描需要约 2s 时间,为了能够有效地进行实时显示,可以将图像按照行划分为多区域实现,即每次采集到的数据,即时在屏幕对应的位置进行显示,通过这种操作,只需要为图像实时显示准备较小的缓冲区,每次进行包括对图像的转置,去除盲点等操作的数据量较小,相对于对整帧图像进行集中处理而言,分散了系统的工作量,同时减少了内存缓冲区的大小。

2.4.3 图像存储

数据的存储同样通过双缓冲区实现。普通硬盘的数据写入速率有限,为了能够得到一帧完好的图像,选用接收数据后置入相应缓冲区的方式,然后再实现存储。直接使用一个大缓冲进行保存会有严重的丢失帧的情况发生,采取双缓冲的方式进行硬盘写入,可以减少丢失帧的情况发生。

PCI 图像采集系统的整体流程图如图 5 所示。

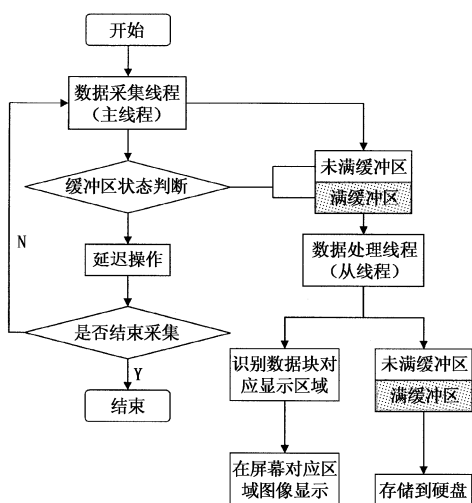


图5 PCI 图像采集系统流程图

2.5 性能测试和评估

为了验证该采集系统的性能,对其所能达到的采集速率和图像显示速率以及图像的存储速度进行

了测试,数据源使用 FPGA 产生的 32 位线性数字信号,使用 10MHz 外部时钟进行传输,经过长时间测试,可以得出如下结论:

在不进行图像数据保存的情况下,能够实现图像的实时显示;如果同时进行数据存储和显示,图像的实时显示速率会降低,存储速率为 16Mbyte/s,连续采集时丢失帧数据,但是可以保证帧内数据不丢失。

经过数据正确率验证后可知,一个缓冲区内的数据没有错误,在进行双缓冲切换时,由于线程的优先级别为最高,也能够有效地抢占系统资源,在 40MHz 的采集速率下,没有发现数据错误。图 6 所示为测试结果图。

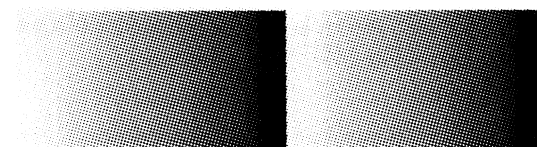


图6 测试结果显示

2.6 试验结果

该系统已经成功应用于红外扫描仪的成像实验中。图 7 为实验得到的扫描图像(原图的截图)。



图7 扫描得到原图部分截图

3 结束语

基于 PCI 7300A 的红外扫描仪图像采集实时显示和存储系统,已经能够完成系统的成像,而且从数据的分析中发现,本系统能够无误地实时传输数据。采用多线程技术和双缓冲区方法来采集和处理图像数据,双缓存机制存储数据和分区域显示图像,不仅能够保证程序响应用户操作迅速及时,而且能实现图像显示连续稳定,对于高速大数据量的采集成像系统而言有重大的意义。

参考文献:

- [1] PCI-7300A handbook[Z]. ADLINK, 2003.
- [2] 沈羽,齐伟民,张毅. 实时高速数据采集与存储系统的一种实现方法[J]. 数采与监测, 2006, 22(1): 1-83-85.
- [3] 谭超,李将渊,蔡铎昌. VC 环境下高速数据采集的实现[J]. 电脑开发与应用, 2003, 16(5): 15-20.
- [4] 王雪梅. VC 环境下高速实时数据采集的实现[J]. 信息技术, 2006, (5): 147-149.
- [5] 王红卫,徐海霞. 高速数据流实时存储的实现方案[J]. 测控技术, 2005, 24(5): 52-57.