

文章编号:1007-2780(2011)04-0505-05

基于 64 位操作系统的超高速视频存储系统

张 涛^{1,2}, 乔彦峰¹, 李雪雷¹, 王春霞¹, 于晓波¹

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033, E-mail: zhangtao_ciomp@yahoo. com. cn;
2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039)

摘 要: 针对目前靶场光学测量设备中大量超高速高像素值数字相机, 设计了一种基于 64 位操作系统的高速数字视频存储系统。硬件平台采用高性能 PC 机并搭载大容量内存, 软件先将数字图像和相应的附加信息全部存入内存中, 待停止存储后再将内存中的信息对齐并写入硬盘阵列中。避免了阵列因为硬盘数量太多造成存储速率不稳定进而丢帧、错帧的瓶颈。在实际使用中可实现速率为 800 Mbyte/s 的超高速存储, 取得了预期效果, 实现了低成本硬件平台和高性能存储的统一。

关 键 词: 64 位操作系统; 高速相机; 光电经纬仪; 数字视频存储

中图分类号: TP333. 3 **文献标识码:** A **DOI:** 10. 3788/YJYXS2011264. 0505

Ultra-High Speed Video Storage System Based on 64-bit Operation System

ZHANG Tao^{1,2}, QIAO Yan-feng¹, LI Xue-lei¹, WANG Chun-xia¹, YU Xiao-bo¹

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China, E-mail: zhangtao_ciomp@yahoo. com. cn;
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: The design of high speed digital video storage system based on 64-bit operation system is discussed because ultra high frame-rate and high pixel number digital cameras are widely used in the field of optical measurement. This system uses high performance PC as hardware platform and high capacity memory is carried. The software puts image and appendix data into cache in memory during the storage process and after the process the software writes the data into hard disks array. The choke point in unstability of data transfer speed of the increasing number of hard disks is overcome. According to application the bandwidth can exceed 800 Mbyte/s and the expected result is obtained.

Key words: 64-bit operation system; high-speed camera; photo-electrical theodolite; digital dideo storage

1 引 言

随着国防科技的快速发展,靶场测量走向了高精度、高速、实时动态可见的方向。在诸如子弹/炮弹出膛、火箭发射、弹头爆炸等目标高速运动的场合,靶场光学测量设备越来越多地搭载超高速数字图像传感器件以适应目标特性^[1]。

目前靶场光学测量所使用的主流超高速摄影机像元数为 1 024~1 280(H)×1 024(V),色深 8~12 bit,帧频在 200~1 000 Hz 间,与此对应的数字接口有 Firewire(IEEE1394)、GigE(千兆以太网)、Camera-Link、LVDS 等。

使用 Firewire 和 GigE 接口的相机都是将图像记录于内置 flash 存储器,待停止记录后再将图像拷贝至计算机。这种存储方式存在两个缺陷:首先是内置 flash 存储器容量小,一般为 3~5 Gbyte,以典型的工作模式 $1\,280\times1\,024$ 、色深 8 bit、帧频 200 Hz 计算,5 Gbyte 存储器只能存储 25 s 的数据,不足以满足当前靶场光测的需求;其次是事后拷贝无法满足光测设备实时计算脱靶量以便跟踪和上传指控中心的要求。因此采用 Camera-Link 或 LVDS 等能实时上传数据的相机为好。而 LVDS 接口是非标准接口,虽然很多相机和采集卡厂商都推出了基于该接口的产品,但互相之间存在兼容性问题。基于各种因素考虑,使用带有 Camera-Link 接口的相机最为理想。

2 存储速率及容量

以目前使用较多的相机 MC1362 为例,工作于 400 Hz 时其数据传输速率为 $1\,280\times1\,024\times8\times400/1\,024/1\,024/8=500\text{ Mbyte/s}$,若存储时间为 1 min,则数据容量为 $500\times60=30\,000\text{ Mbyte}\approx29\text{ Gbyte}$ 。

低成本通用高速存储系统多选用 PC 平台,采集卡实时采集图像再存入各种存储介质(SATA 硬盘、SCSI 硬盘、SSD 硬盘等),为提高存储速度一般要将多块硬盘组成 RAID 阵列,理论上组成 RAID 0 阵列的硬盘数量越多存储速率越高,但实际上硬盘数量增加后 RAID 控制器对多块硬盘的同步性能会下降,造成各块硬盘等待写入的时间不同,存储速率可能会有变化,需要依据实际使用环境对存储速率进行实际测量^[2]。

利用 Visual C++ 编制测试程序^[3],具体功能为不断向硬盘阵列中写入随机数据,每次写入数据量为 1 048 576 Bytes(恰好为一帧图像数据量),程序每次得到返回的写入事件后立即再次写入,直到写满硬盘后自动停止。在写入数据的同时,程序记录写入开始和写入结束的时间以计算每一次写操作所耗费的时间,用写入数据量除以时间即得到瞬时写入速度^[4]。使用 4 块转速为 15 000 r/min、容量为 73 Gbyte 的 SCSI 硬盘阵列,写入速率如图 1 所示。

如图 1 可知,4 块 73 Gbyte 硬盘组成的阵列平均写入速率为 180 Mbyte/s,最高可达 210 Mbyte/s,但速率曲线略有抖动。当使用 6 块硬

盘组成阵列时,曲线如图 2 所示。
由图 2 可知虽然最大和平均写入速率均大幅提高,但曲线抖动严重,影响了存储可靠性,易造成丢帧错帧。因此使用硬盘实时存取的方式不可行。

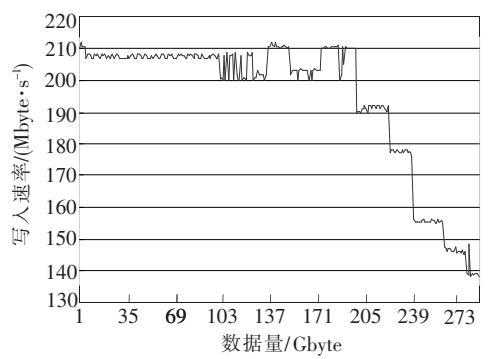


图 1 4×73 Gbyte 硬盘写入速率

Fig. 1 Writing speed of 4×73 Gbyte hard disks

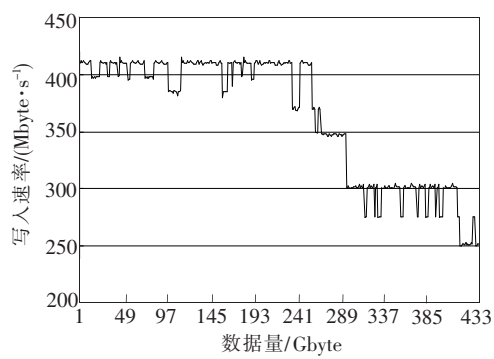


图 2 6×73 Gbyte 硬盘写入速率

Fig. 2 Writing speed of 6×73 Gbyte hard disks

因此提出一个新思路,考虑使用内存作为缓存区,在内存中开辟一个超大的缓存区,采集卡将采集到的全部图像数据实时存入内存中,待任务结束之后再将数据写入硬盘。

现行主流内存型号为 DDR II 800 和 DDR3 1333,实际上有更高的型号如 DDR3 1600 等。对内存读写进行测试,主板、CPU、硬盘等部件采用高性能产品,排除其他因素干扰,测试软件使用各主流硬件厂商普遍承认的 SiSoftware Sandra2009。测试结果如图 3 所示。

图中上部 6 720 Mbyte/s 为读取速率,下部



图 3 DDR II 800 内存读写测试

Fig. 3 Read and write test of DDR II 800 memory

6 638 Mbyte/s 为写入速率,由图可见速率满足实时读写要求。

使用内存作为缓存面临总容量的问题,目前的 32 位操作系统如 Windows XP 因为访问地址受限,能使用的内存为 3.2 Gbyte,远远无法满足要求,但 64 位操作系统可访问的地址变多,可用的内存也随之变大,具体可见表 1。

表 1 主流 64 位操作系统最大支持内存

Table1 Max memory supported by 64 bit operation system			
Windows XP 64-bit	Windows 2003 标准	Windows 2003 企业	Windows 2008
32 Gbyte	32 Gbyte	64 Gbyte	2 Tbyte

实际上一次存储的总容量约为 29 Gbyte,再考虑到其他应用程序占用内存情况,硬件使用 4 条 8 Gbyte 内存,操作系统采用 64 位 Windows XP 即可满足使用要求,而且表 1 中的 4 种操作系统均兼容在 32 位操作系统上开发出来的应用程序,降低了开发和使用难度。

3 系统硬件设计

3.1 硬件平台

在存储系统的硬件上,选择支持大内存的服务器作为平台以保证系统稳定性和性能。CPU 选用 Intel Core i7,主板选用华硕 Rampage II Extreme,该主板支持多种 PCI-E 接口,方便使用图像采集卡,数据存储硬盘使用 4 块接口为 SATAII 的 1T 硬盘保证总容量和降低成本,采集卡使用 Coreco X64-Xcelera-Full,该卡支持 Camera-Link Full 标准,接口为 PCI-E×4。硬件数据流程图如图 4 所示。

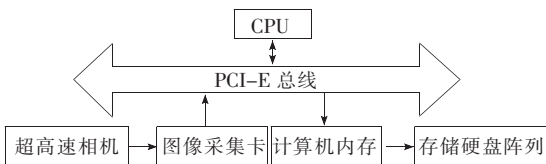


图 4 硬件数据流程图

Fig. 4 Flow chart of hardware

3.2 性能测试

在上述硬件平台中,从相机向内存写数据是实时的,而耗费时间的部分主要在于从内存向硬

盘写入。仍然利用上述测试硬盘性能的软件,不同之处在于一次写入的总数据量为 29 Gbyte。实验结果如图 5 所示。

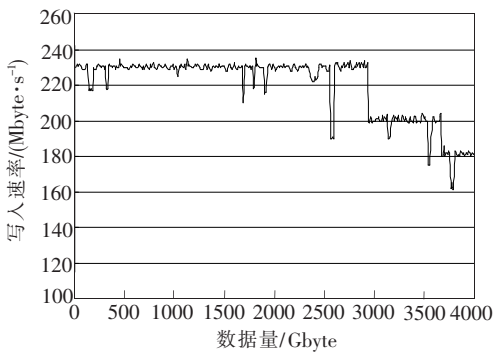


图 5 硬件性能测试图

Fig. 5 Performance test of hardware

由图可知,平均写入速率在 200 Mbyte/s 左右,则一次任务后拷贝数据的时间平均为 $29 \times 1\,024 \div 200 = 148.5\text{ s}$,大约是 2.5 min,比通过 GigE 和 Firewire 拷贝内置 flash 数据的相机更快。另外由于数据已经在内存中,存储速率有抖动只会造成写入时间略长,不会像实时向硬盘写入时会导致丢帧、错帧现象。

4 系统软件设计

4.1 设计思想

在靶场光学测量中,除了图像数据之外,一些必要的附加信息如时间、角度、距离、焦距、曝光(积分)时间、光圈等参数也不可或缺,必须实时存储下来并按照靶场规定的格式嵌入图像数据的保留位中以便事后判读解算^[5]。

依照同样的思路,在内存中开辟一个缓冲区,将所有的附加信息都存入其中,待任务结束后将附加信息和图像一起写入硬盘。难点在于如何将曝光时刻的附加信息和该帧图像对齐。

曝光控制和附加信息发送系统利用单片机^[6]控制曝光脉冲的宽度以调整曝光时间,同时在曝光脉冲中心位置通过 RS422 接口接收各路附加信息并调整顺序后打包发送,通过硬件保证附加信息和图像的对齐。

4.2 软件实现

存储软件使用 Visual C++ 6.0 作为开发工具以充分利用 C++ 语言面向对象的特性。其存储流程基本如下:

(a)对采集卡和串行通信卡进行初始化。简单例程如下：

```
hSystem = CorManGetServer();
int intCameraStatusParameter =
CorManGetServerByName("Xcelera-CL_PX4
_1", &hBoard); //把采集卡的端口复制给
HBOARD 参数
sio_open(com_port) != SIO_OK //打开
串口
{
    return FALSE;
}
```

(b)在内存中开辟图像数据和附加信息缓冲区。简单例程如下：

```
pVideoMem =
(PBYTE)::GlobalLock((HGLOBAL) hVideo-
Mem);
pDataMem =
(PBYTE)::GlobalLock((HGLOBAL) hData-
Mem);
```

c) 采集图像,不断写入缓存。简单例程如下：

```
if(Save_Start_Flag) //开始
{
    if(pVideoMem ==
pVideoMemTemp)
        WriteFileEx ( VideoFile, pVideoMemA,
VIDEO_BYTENUM_IN_MEMORYBLOCK,
&overlap1, IoCompletionRoutine);
    else
        WriteFileEx ( VideoFile1, pVideoMemB,
VIDEO_BYTENUM_IN_MEMORYBLOCK,
&overlap1, IoCompletionRoutine);
    VIDEO_FRAMES += VIDEO_FRAME-
NUM_IN_MEMORYBLOCK; //VIDEO_FRA-
MENUM_IN_MEMORYBLOCK
    pLong_Offset.dw64_Temp
+=
VIDEO_BYTENUM_IN_MEMORYB
LOCK;
    overlap1.Offset =
pLong_Offset.dw32_Temp[0];
    overlap1.OffsetHigh =
pLong_Offset.dw32_Temp[1];
}
```

(d)存储完毕,将内存中的数据写入硬盘。简单例程如下：

```
pRecordFile. Open ( RecordFileName1, CFile::
modeWrite);
myFileSeek((HANDLE)(pRecordFile. m_
hFile), 0, FILE_END);
pRecordFile. Write ( pVideoMemC, ( un-
signed long)RecordFileFooter. Addation_Size);
pRecordFile. Write ( &RecordFileFooter,
128);
pRecordFile. Close();
```

程序流程图如图 6 所示。

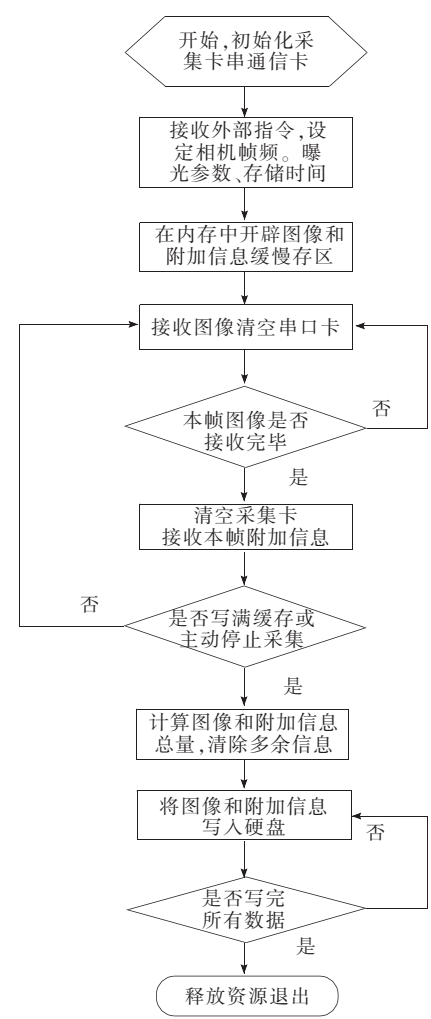


图 6 软件流程图
Fig. 6 Flow chart of software

5 结 论

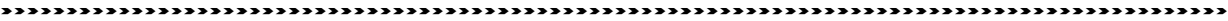
利用 64 位操作系统可访问大容量内存的特

点,充分发挥 PC 机的兼容性、通用性和成本优势,设计了高速数字视频存储系统。实际测试结果表明,本系统可以达到 800 Mbyte/s 的实时存储速率,使用低成本高可靠性的 SATA II 硬盘阵列能实现超大容量,这种组合方式能够满足当前靶场光学测量设备超高速存储的要求,实现了低成本和高效率存储的统一。随着靶场测量技术的

快速发展,类似的现场应用对高速、高可靠性、内部结构简单化的要求会不断增加,本系统不但可用于光学测量设备的视频图像存储,也可用于雷达、通信、遥测等多种数据的存储和处理领域,应用前景广阔,而如果采用更高性能的硬件平台和更先进的操作系统如 Windows Server 2008 等,存储系统的性能还有待进一步提高。

参 考 文 献:

[1] 黄进,郭立红,李岩,等. 高速 CCD 数字视频采集和并行存储技术 [J]. 长春理工大学学报, 2004,27(9):104-106.
[2] 张涛,乔彦峰. 基于 ASPI 和 SCSI 的高速视频存储系统 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18(6):1380-1382.
[3] 梁建武. Visual C++程序设计教程 [M]. 北京:中国水利水电出版社, 2006.
[4] 曾栾,王元钦,马宏. 雷达高度表检测系统的研制 [J]. 计算机测量与控制, 2004,12(5):446-448.
[5] 金龙旭,吕增明,熊经武. CCD 摄像机全自动调光系统 [J]. 光学 精密工程, 2002, 10(6):588-591.
[6] 余永权. ATMEL89 系列单片机应用技术 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.



学术论文英文摘要写作质量标准(试行)

为了让中文学术期刊学术论文以更高的质量走向国际,以利于国际科技界对中国科技事业的了解和交流,有必要规范英文摘要的质量标准:

一、英文摘要是应用符合英文语法的文字语言,以提供文献内窗口梗概为目的,不加评论和补充解释确切地论述文献重要内容的短文。

二、英文摘要必须符合“拥有与论文同等量的主要信息”的原则。为此,英文摘要应重点包括 4 个要素,即研究目的、方法、结果和结论。在这 4 个要素中,后 2 个是最重要的。在执行上述原则时,在有些情况下,英文摘要可包括研究工作的主要对象和范围,以及具有情报价值的其他重要的信息。当前学术期刊上英文摘要的主要问题是要素不全,繁简失当。

三、英文摘要的句型力求简单,通常应有 10 个左右意义完整、语句顺畅的句子。

四、英文摘要不应有引言中出现的内容,也不要对论文内容作诠释和评论,不得简单重复题名中已有的信息;不用非公知公用的符号和术语,不用引文,除非该论文证实或否定了他人已发表的论文,缩略语、略称、代号,除了相邻专业的读者也能清楚理解的以外,在首次出现时必须加以说明;科技论文写作时应注意的其他事项,如采用法定计量单位,正确使用语言文字和标点符号等,也同样适用于英文摘要的编写。

摘自:中国科协学会学术部 2002.9 通知