文章编号:1008-0570(2009)02-3-0303-03

基于 PC 的实时无压缩数字图像记录技术

Real Time Uncompress Digital Image Record Technology Based On PC

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院;3.吉林建工学院) 李 岩[1,2] 岳俊华[1,2,3]
LI Yan YUE Jun-hua

摘要: 为了获得高速运动目标的轨迹状态,通常采用实时图像采集记录的方式对目标运行图像及相关数据进行记录。无压缩视频图像记录系统就是为了最大限度地保留原始测量图像及数据的数据记录系统。介绍了基于 PC 系统开发的无压缩视频图像实时记录系统的开发技术,提出了一套切实可行的系统设计方案。

关键词: 无压缩视频图像; 实时图像记录; 内存分配
中图分类号: TP391.4 **文献标识码:** A

Abstract: The real time video image record system is usually used for recording the contrail of the high speed move aim. For precision contrail measure, we hope the recorded image and the data no losing. In this paper, the develop technology of the real time uncompress video image record system based on PC is introduced and a system design project is given.

Key words: Uncompress Video Image; Realtime Image Record; Memory Distribute

1 引言

随着 CCD 成像技术的发展,数字成像以其控制灵活、信息容量大而稳定、易于自动处理等优点,逐渐在测量领域取代了胶片的图像采集功能。但 CCD 的采用在为图像采集带来便利的同时,也产生了图像连续记录方面的问题。在采用图像技术进行事后分析时,为最大限度获得图像中包含的目标特性信息,要求采用无压缩实时记录的图像。而以象素为基本信息单元的 CCD 数字图像,随着对图像帧频、成图精细度以及色度要求的提升,其图像数据量会大大增加。如何解决海量图像数据实时无压缩存储技术难题,成为数字图像分析领域面临的首要问题。

2 数字图像存储原理

无压缩数字图像的存储记录可采用三种模式:闪存模式、专用硬盘直写设备模式和 PC 平台模式。

闪存模式是由高速像机直接支持的一种高端功能,能够进行与像机帧频相匹配的高帧频图像记录。该模式仅能提供短时间的图像记录数据,以靶面尺寸 1024×1024、灰级 8bits、帧频 400f/s 的高速像机为例,其图像数据生成量为 400MB/s,8GB 闪存空间能维持大约 20 秒的图像记录。由于不能提供其它信息的同步记录,因此该模式仅限于高速目标姿态分析领域的应用。该系统还需要外部计算机设备提供平台支撑,以便下传数据进行事后分析。

专用硬盘直写设备模式是采用专用 DVR (Digital Image Recorder) 卡获取数字像机的图像数据,然后将数据直接写入 SCSI 磁盘阵列。该模式的数字图像记录理论上仅受限于像机输出数据速率,对于记录速率,可以通过多 DVR 卡并行工作,多磁盘阵列记录的方式加以提高。目前,相机的数字图像传输可通过光纤或 Camera Link (Full) 接口实现,传输速率可达 500MB/s 以上,为满足该速率下图像数据存储,需要 20 块以上 SCSI 硬盘组成磁盘阵列进行工作。由于该模式下采用专用 DVR 卡作为图像采集设备,因此其对于不同接口类型像机的适应性差,即使采用自开发的独立板卡来适应不同接口像机,其研制开发成本也较高,而且不便于功能的扩展。

PC 平台模式是以 PC 机为系统基础平台,通过扩展图像采集卡获取数字图像,扩展通讯卡获得外部通讯数据,然后通过系统编程对获得的相关数据进行组织和管理,并将全部数据存入磁盘存储器。基于 PC 的数字图像无压缩存储系统的原理如图 1 所示:

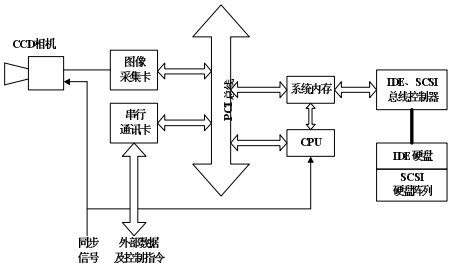

图 1 基于 PC 的无压缩数字图像采集存储系统原理框图

PC 平台模式采用 PC 机作为存储平台,有利于图像存储系统的功能扩展,由于采用成品图像采集卡采集图像,端口适应性不受限制,不仅可用于数字像机的图像存储,也可用于模拟图像的数字化存储,因此该模式是应用前景较为广泛的一种无压缩存储技术模式。PC 平台模式的实现受到 PC 机本身固有特性的影响,技术实现上具有一定的难度。

3 系统性能分析

基于 PC 平台模式构建的无压缩视频图像数字存储系统,主要针对常用的跟踪测量设备图像传感器,其数据流量如表 1 所示:

李 岩: 博士
基金项目: 项目名称:光电跟踪创新项目;基金颁发部门:中科院(1186000345)

表 1 常用图像传感器数据流量计算

传感器类型	靶面尺寸（像素）	分辨率(bits)	帧频（f/s）	数据流量（MB/s）	备注
正常靶面红外传感器	320×240	14	100	14.65	
大靶面红外传感器	640×480	14	50	29.30	
模拟像机	768×586	8	50	21.10	通过图像采集卡逐场扩展采集为数字图像，仅针对灰度图像或256色图像而言。
常用数字 CCD	1280×1024	8	50	62.5	
高灵敏度 CCD	1024×1024	12	30	60	

要满足对表 1 中所列图像传感器产生的图像进行采集存储，首先要对采集存储数据流通各环节的数据承载能力进行分析。视频图像的采集存储过程有三个关键的数据流通限制环节：PCI 总线、IDE/SCSI 接口总线以及存储磁盘。

PCI 总线是常用的高性能局部总线，计算机内一般均采用 PCI 总线结构作为中央处理器与高速外围设备间的连接桥梁，由于其运行不受制于 CPU，可大大提高数据的吞吐效率。理想状态下，其发出一组地址后，可以连续发数据，峰值速率为 132MB/s。实际上，以目前工业 PC 计算机中普遍采用的 33MHz 时钟、32 位数据总线的 PCI 总线，其数据续传速率可达到 100MB/s，可以满足实时数据流量不超过该极限的图像数据采集传输的要求。

IDE 接口总线与 SCSI 接口总线均为计算机系统接口类型，多用于磁盘管理。随着技术的进步，两种接口目前均采用工作时无需要 CPU 全程参与的工作方式，即 DMA 数据交换模式，性能上有所接近，但是在进行大数据量读写操作以及多任务操作方面，IDE 接口总线与 SCSI 接口总线仍存在一定的差距。IDE 接口总线可支持的数传速率一般不超过 100MB/s，而目前常用的 SCSI 接口总线均支持不低于 160MB/s 数据吞吐量。

硬盘作为最终的数据存储器，在图像存储系统中具有及其重要的作用，对其存储能力认识与开发的好坏，决定着系统的成败。当前硬盘产品中，无论 IDE 硬盘还是 SCSI 硬盘均为机械式存储器，无法克服机械结构固有的顽疾。以常用的 Ultra160 SCSI 接口来说，虽然其外部数据传输速率理论上可以达到 160MB/s，而其内部数据传输的峰值速率一般也不超过 60MB/s，平均寻道时间也在 4ms 左右。根据我们实际测算，利用 Ultra160 SCSI 接口以大文件写一块 SCSI 硬盘时，其平均速度一般为 35MB/s。IDE 硬盘的外部总线速率虽然低于 SCSI 硬盘，但是在转速相同情况下，其内部传输速率基本是一致的，因此在单盘性能方面，两者不相上下。但是 SCSI 接口具有对多设备的支持功能，我们可以将多块 SCSI 硬盘通过一条总线连接在一起组成磁盘阵列，发挥 SCSI 接口处理重叠 I/O 请求的优势，充分利用 SCSI 接口总线带宽，提高写入效率。同样利用 Ultra160 SCSI 接口以大文件写两块 SCSI 硬盘组成的磁盘阵列时，其平均速度可达到 70MB/s。

由此可见，经过合理的系统组合，基于 PC 平台建立的无压缩图像采集存储系统，能够满足常用图像传感器的数据采集存储要求。

4 软件实现

通过对各环节数据流量的分析可知，基于 PC 建立的无压缩图像采集存储系统的最大技术难点在于如何克服磁盘内部写入机制所带来的低速率问题。解决该问题的方法有两种：一是通过 SCSI 磁盘组建磁盘阵列，以充分利用总线带宽；二是通过存储软件设计尽量压缩磁盘寻道时间，以提高磁盘写入效率。每次对磁盘的访问都必然会产生磁盘的寻道时间，减少寻道时间的唯一办法就是尽量减少磁盘访问次数，存储系统就是通过对多次采集得到的图像文件进行累积，在满足一定条件的情况下一次性写入磁盘，从而提高存储效率。具体软件设计是通过采用双缓存“乒乓”管理技术与多线程技术相结合的方法来实现。

所谓双缓存“乒乓”管理技术就是在系统内存开辟两块足够大的等量缓存，用以积累采集的图像数据，当一块缓存记录满后，转入另一块缓存采集记录图像数据，同时，前一缓存的数据由程序控制写入磁盘。缓存区大小可根据物理系统内存配置情况以及用户可接纳的数据灭失量适当设置，但是最小不能小于磁盘的内部传输速率，否则就失去了采用此方法的意义。通过两块内存空间的交替使用，我们可以实现无限长时间（仅以磁盘容量为限）的图像采集。其软件框图如图 2、图 3 所示：

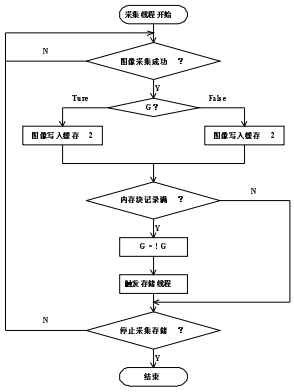

图 2 采集线程软件框图

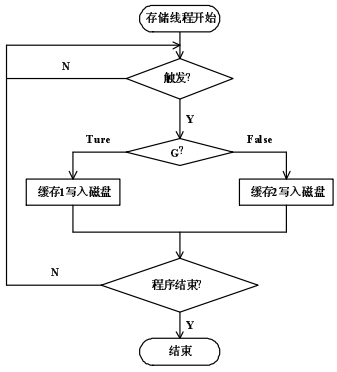

图 3 存储线程软件框图

程序设计中采用了多线程技术。多线程是抢占式操作系统的一个重要特性，大多数的 32 位操作系统都支持多线程。操作系统可以为每个线程都可指定优先级，根据线程的优先级调度线程的执行。根据任务的紧迫性和实时性要求的不同，对于要求高的线程分配高的优先级，系统优先安排调度。图像采集存储程序采用的线程及其优先级安排如表 2 所示：

表 2 图像存储软件线程介绍

线程名称	优先级	备注
同步线程	THREAD_PRIORITY_TIME_CRITICAL	用于响应外部同步信号，为各线程提供同步触发。
图像采集线程	THREAD_PRIORITY_HIGHEST	向内存块采集图像。
存储线程	THREAD_PRIORITY_LOWEST	将写满的内存块数据写入磁盘。
通讯线程等	THREAD_PRIORITY_NORMAL	根据用户需要接收外部测量数据、控制信息等。

根据用户需要接收外部测量数据、控制信息等。

5 结论

基于 PC 平台构建的无压缩视频图像采集存储系统，通过硬件系统搭配和适当的软件设计与参数选择，能够满足 60MB/s 以下数据流量的图像采集存储要求，并能够对相关测量数据进行同步采集与存储。目前在工程应用中，在工业控制 PC 平台上（配置为 2.0Hz 以上 CPU，1GB 内存，板载 SCSI 接口，Windows2000 操作系统，VC6.0 编程），已经实现了对针对大靶面红外热像仪数字图像（640×480 靶面，14bits 灰度，30f/s 帧频）、双路标准视频同步逐场扩展图像（768×586 分辨率，8 bits 灰度，双路 50Hz 场频）的数字化采集存储等，并实现测量数据的同步记录，连续记录时间不小于 20min。针对小于 30MB/s 数据流量的图像数据，完全可以在单 IDE 磁盘条件下实现无压缩记录。

参考文献

[1]温淑鸿，崔慧娟，唐昆.基于双处理器图像采集与处理的同步[J].微计算机信息，2005，5：71-72。

[2]黄立胜.刘月花. 遥感数据的高速实时记录器[J]. 遥感学报，

2003, 7(1): 19–25.

作者简介：李岩 (1970–),男 (汉族) ,吉林舒兰人,博士,研究方向:图像采集预处理、C3I 指控系统.

Biography: LI Yan (1970–), Male (Han Nationality), Jilin Shulan, Doctor, Research area: image processing, control systems;

(130033 长春中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 李 岩 岳俊华

(100039 北京中国科学院研究生院) 李 岩 岳俊华

(130033 长春吉林建工学院) 岳俊华

(Changchun Institute of Optics,Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China) LI Yan YUE Jun–hua

(Graduate School of Chinese Academy of Sciences Changchun 130033, China) LI Yan YUE Jun–hua

(Jilin Architectural and Civil Engineering Institute, Changchun 130021, China) LI Yan

通讯地址:(130033 吉林长春市东南湖大路 16 号长春光机所 对抗部计算机组) 李 岩

(收稿日期:2009.01.13)(修稿日期:2009.02.15)

(上接第 2 页)

搜索结果如表 3 所示。表中模型性能用测试数据集上的均方误差 (MSE) 评价。可以看出,得到性能相当的模型训练参数,DE 算法所用的迭代次数更少,所能够搜索的范围更宽。

表 3 DE 算法和网格搜索方法确定 SVM 参数比较

侧线	减 3 线		减 5 线	
参数选择方法	网格搜索	DE	网格搜索	DE
C	69	155.1603	1	1.0276
δ	10	9.9540	2	2.0605
计算次数	2000	500	2000	500
模型性能(预测均方误差)	0.0255	0.0205	0.0661	0.0652

5 结论

SVR 的方法适用于产品粘度的小样本软测量建模问题,所得模型具有较高的预报精度。较之化验数据,模型的预估值输出更及时,对优化操作有重要指导意义。研究结果表明,SVR 方法得到的模型优于 BP 以及 RBF 神经元网络方法建立的模型。建模过程中采用 DE 算法确定最优参数的方法消除了 SVR 在实际应用中的缺点,使建模参数选择自动快速完成,可操作性增强。

本文创新点:1、首次提出采用 SVR 建立减压蒸馏塔侧线产品粘度的预测模型,为实现在线预估奠定了基础。2、首次提出采用 DE 算法进行 SVR 建模过程中的参数优化选择,弥补了 SVR 的缺点,也为其它算法确定可调参数提供了新思路。

项目经济效益:预计 80 万元

参考文献

[1]张学工. 关于统计学习理论与支持向量机自动化学报, 2000, 26 (1): 32~42.

[2]Smola J, Scholkopf B. A Tutorial on Support Vector Regression. London: Royal Holloway College 1998.

[3]王鹏,王雄,熊智华. 基于支持向量机的丙酮精制建模[J]. 微计算机信息,2006,9–3:1–2.

[4]R–E Fan, P–H Chen, C–J Lin. Working Set Selection Using Second Order Information for Training SVM. Journal of Machine Learning Research, 2005, 6: 1889~1918

[5]马勇,黄德先,金以慧. 基于支持向量机的软测量建模方法.信息与控制,2004,33 (4)

[6]Storn Rainer, Price Kenneth. Differential Evolution– a Simple and Efficient Adaptive Scheme for Global Optimization over Continuous Spaces. Journal of Global Optimization, 1997, 11

作者简介:苏明,男,1984 年 11 月,北京,清华大学自动化系硕士研究生.研究方向:工业数据建模与优化;王雄,男,教授,博士生导师,主要研究方向:系统建模优化、过程集成制造系统等;熊智华,男,副教授,主要研究方向:连续过程的建模、控制与优化等。

Biography: SU Ming (1984–), male, Beijing graduate in Department of Automation, Tsinghua University. Research area includes industry data modeling and optimization.

(100084 北京 清华大学) 苏 明 王 雄 熊智华

(100084 Department of Automation, Tsinghua University, Beijing, China) SU Ming WANG Xiong XIONG Zhi–hua

通讯地址: (100084 北京清华大学自动化系硕士研究生) 苏 明

(收稿日期:2009.01.13)(修稿日期:2009.02.15)

(上接第 281 页)

作者简介:亓辰(1983–),男,汉族,山东省人,哈尔滨工业大学电子与信息技术研究院在读研究生,研究方向:遥感图像处理,遥感图像融合.张钧萍(1970–) ,女,汉族,博士,哈尔滨工业大学副教授,硕士生导师。研究方向:遥感图像处理电话。张晔,男,汉族。哈尔滨工业大学,教授,博士生导师。

Biography: QI Chen (1983–),male, Shan Dong province, postgraduate student for master of Harbin Institute of Technology. Researching on remote sensing image processing and fusion.

(150001 哈尔滨工业大学) 亓 辰 张钧萍 张 晔

通讯地址:(150001 黑龙江省哈尔滨市西大直街 92 号哈尔滨工业大学 314 信箱)亓 辰

(收稿日期:2009.01.13)(修稿日期:2009.02.15)

《PLC 技术应用 200 例》

PLC (可编程序控制器)广泛地应用在冶金、机械、机器人、石油化工、电力传动、纺织机械、注塑机、包装机械、印刷机械、造纸机械、机床、自来水厂、污水处理、煤矿机械、焊接机器、榨糖机械、制烟机械、工程机械、水泥机械、玻璃机械、食品机械、灌装机械、橡胶机械、船舶、铁路、窑炉、车辆、智能建筑、电梯控制、中央空调控制、大型医疗机械、起重卷扬机械,大坝闸门,大型泵站.....。

各行各业机械工程师,电气设备工程师,高级技工都需要俱备 PLC 的知识,才能做好本职工作。本书汇集 200 多个硬 PLC 和软 PLC 在各行业的应用实例,PLC 故障诊断实例,PLC 抗干扰措施,PLC 使用经验、PLC 技术发展,均在本书之中论述。

本书适合大专院校机械类、电气类、电力类、自动控制和自动化类专业的本科、研究生做毕业设计参考,同时适合老师进行教学、搞科研项目参考。本书是上述各行业的工程技术人员,技术工人的必备参考书,同时也是工厂和科研单位的技术领导,设备采购负责人的参考书。凡具备高中以上文化水平的人均可成为读者。

200 多个西门子、三菱、美国通用电气、施耐德、欧姆龙、罗克韦尔、松下电器、和泉.....等 PLC 应用实例,任您选读。一技之长,改变人生。

大 16 开,每册定价 110 元(含邮费)。预购者请将书款及邮寄费通过邮局汇款至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室 微计算机信息 邮编:100081

电话:010-62132436 010-62192616(T/F)

http://www.autocontrol.com.cn http://www.autocontrol.cn

E-mail:editor@autocontrol.com.cn; E-mail:control-2@163.com