

用于光电经纬仪的高速图像数据记录技术

熊 伟, 曾 峦, 赵忠文

(装备指挥技术学院 测量控制系, 北京 怀柔 101416)

摘 要:根据现有光电测量设备对高速图像数据和测量数据实时记录的要求, 实现了一种基于 SCSI 硬盘的高速图像数据记录系统的技术。阐述了它的组成结构和基本原理、高速实时无压缩记录和测量参数同步存储的特点, 通过高速图像数据记录技术在光电经纬仪的应用, 设计了一种数字化、小型化的高速运动目标的特性测量系统。系统样机完成的指标结果表明: 高速图像数据记录系统能够较好地完成图像的记录和目标的特性测量任务。

关键词:光电经纬仪; 小型计算机系统接口; 高速图像数据记录; 特性测量

中图分类号: TN941.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2276(2004)05-0538-04

Technology of high speed image data record applied in photoelectric theodolite

XIONG Wei, ZENG Luan, ZHAO Zhong-wen

(Department of Tracking and Control, The Academy of Equipment Command & Technology, Beijing 101416, China)

Abstract: According to the requirement of photoelectric theodolite which is used for measuring high speed target's characteristic, a kind of information record system has been carried out. Both of structure and principle of the system have been presented. This system has two characteristics that are high speed, uncompressed digital image data record and synchronous measurement data record. At last, a model has been finished, its total performance shows that this record system can attain high capability and fulfill works of the target's characteristic measurement.

Key words: Photoelectric theodolite; SCSI; High speed image data record, Characteristic measurement

0 引 言

随着我国武器试验技术的迅速发展, 参与试验的光学测量设备不仅要获得目标的外弹道轨迹、飞行轨迹等测试参数, 同时还要获得目标的飞行姿态参数、

目标的光学特性参数以及精度更高的常规测量参数^[1], 这些参数的测量依赖于光学测量设备必须从不同角度获得目标的高速成像信息(包括可见光、红外)和设备跟踪的测量信息, 所以高速图像数据和同步的测量信息的实时记录技术是关键因素。本文从这个角度出发, 研究了一种高速图像数据和测量信息实时

收稿日期: 2003-10-21; 修订日期: 2003-12-24

作者简介: 熊伟(1971-), 男, 山东临邑人, 博士生, 主要从事光电对抗方面的研究。

记录的方法和技术。

1 高速图像数据记录的基本原理

目前,最常用的高速数据记录的方式是磁盘冗余阵列,它由高性能的计算机、磁盘冗余卡以及大容量高速度的 SCSI (Small Computer System Interface) 硬盘组成^[2],其数据存储速度很快。为了减小设备的体积,高速图像数据记录系统采用独立于计算机系统的 SCSI 硬盘数据记录方式。

该记录系统的原理框图如图 1 所示。系统从存放数据的 FIFO 中取出数据^[3,4],通过 SCSI 协议控制器把数据实时送入 SCSI 总线,并进入高速 SCSI 硬盘进行数据记录。记录系统主要包括微处理器、DMA 控制器、数据缓存器和高速 SCSI 硬盘等。在数据的输入接口部分,需要有数据缓存单元,采用专用的 FIFO 芯片。

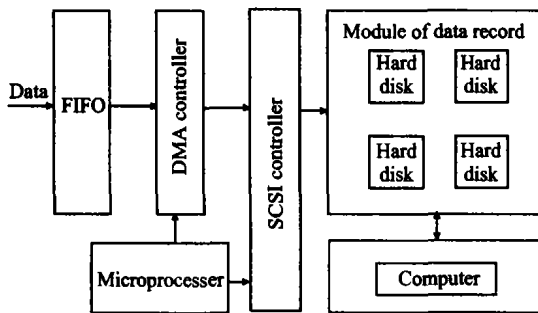


图 1 高速数据记录系统的原理图

Fig. 1 Principle of high speed data record

设计独立于微机系统的 SCSI 硬盘控制器,实际上就是设计一个脱离微机控制的具有高速 DMA 接口和微处理器接口的 SCSI 协议控制器,可以管理硬盘并处理 I/O 操作以达到高速数据记录的功能。微处理器用来控制 SCSI 协议控制器的工作,实现对高速 SCSI 硬盘的有效控制。该高速硬盘记录系统要实现数据的持续高速记录,数据处理速度要相应提高,通常这类设备选用 DSP 或者高速单片机作为微处理器。同时对控制器中的微处理器要开发高速、高效、功能强的 SCSI 硬盘控制器驱动程序,最终完成高速数据记录任务。驱动程序是整个系统的核心调度,它必须使系统的所有部件协调运行,对整个硬件

时序合理调度,才可以完成整个系统的任务。对于大容量 SCSI 硬盘记录系统,SCSI 控制软件首先要有效地控制 SCSI 硬盘,实现高速数据流的读出和写入,发挥硬盘的最大潜能。传送大量数据采用的是 DMA 方式。电路采用复杂可编程逻辑器件构造了一个独立的 DMA 控制器。

在系统中,SCSI 硬盘仅是一个数据存储体,是与计算机操作系统无关的硬盘;但在事后数据处理的时候,SCSI 硬盘又可以作为活动硬盘,通过计算机中的 SCSI 适配卡把此硬盘接入计算机,然后通过编程实现数据的导出。数据导出主要靠软件来完成,把 SCSI 硬盘和计算机相连接,通过软件控制,就可根据要求实现测量数据的导出。基本过程如图 2 所示。ASPI 代表的含义是高级 SCSI 编程接口,计算机软件通过 ASPI 接口与 SCSI 总线交换信息。在 Windows 下,ASPI 通过连接动态链接库来实现并自动得到 ASPI 接口地址,然后通过自行编制的程序代码就可以实现对 SCSI 设备的数据读写操作。

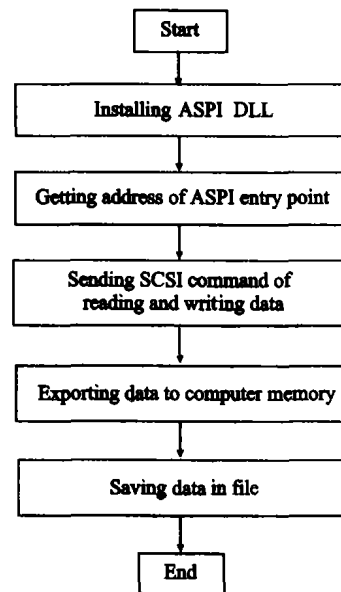


图 2 数据导出的软件流程图

Fig. 2 Flowchart of software in data output

2 系统的特点

2.1 高速实时无压缩的记录

本记录技术的一个主要特点是高速实时无压缩的数据记录,它可完成高速、大容量图像数据和测量

信息的采集、存储和分析,具有高速大容量、通用性、独立性和灵活性等特点。高速就是能对图像信号进行长时间连续采集和无压缩记录,成像数据一般是高分辨率、高帧频的,数据量相当大(达到 100 MB/s 的流量)。独立性体现在系统是一个脱离于微机的独立记录设备,可以嵌入到测量设备中。灵活性体现在系统的存储容量、硬盘连接方式可以按需配置,记录单元模块化、可重组化。高速图像数据记录系统可以对测量信息进行实时记录、事后信息回放和图像信息处理与分析。

2.2 图像数据与测量数据的同步记录

本系统还有高速图像数据与光电测量数据同步记录的特点。对于一个完整的光电测量图像记录系统,除了能够记录实时的目标图像信息外,还应能记录与目标图像信息同步的测量信息(时间、脱靶量和角度测量等信息),而且必须保证这两种信息是同步的,否则数据将失去实际的应用价值,这也是本系统与单纯的图像采集设备的本质区别^[5]。系统通过接口电路把数字图像数据流和测量信息数据流以测量同步信号为基准组合起来,形成高速数据流。

测量信息是指光电经纬仪中实时送出的测量参数信息,包括测量绝对时、脱靶量和角度测量等信息。通常这些测量信息通过 HDLC 链路规程与外部设备和信息中心进行信息交换^[6]。利用微处理器和 Intel8273、8274 芯片构造 HDLC 信息解码单元完成 HDLC 信息解码过程,使得包含测量信息的 HDLC 数据流通过解码电路时在微处理器中解码。

面阵 CCD 数字摄像头在输出数字图像的同时,还送出行场同步信号、有效像素时钟信号等控制信号。利用这些信号在复杂逻辑控制电路的作用下完成图像数据和测量数据的有序输出。具体做法是:在场扫描有效周期内,图像数据被送入锁存器锁存并放入 FIFO 中;在场扫描的逆程期间,缓存在微处理器中的测量信息被送入锁存器锁存并放入 FIFO 中。这样高速图像数据与测量数据就同步存放在 FIFO 中,FIFO 的数据在记录系统的作用下存放在 SCSI 硬盘上。结构如图 3 所示。

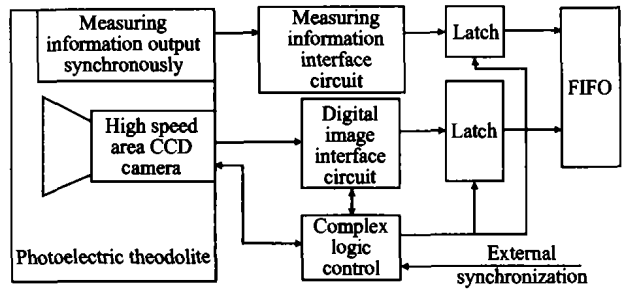


图 3 图像数据与测量数据同步记录的原理图

Fig. 3 Principle of synchronous record of image data and measurement data

3 系统的应用

在现有的光学经纬仪设备的基础上,通过改造或者加装高性能、高帧频、高分辨率的面阵 CCD 数字摄像系统,完成光电经纬仪对目标的数字成像探测任务。同时,目标的测量信息通过接口电路把数字图像数据流组合起来形成高速数据流,在复杂逻辑控制电路控制下,数字图像信息和测量信息被分别锁存并拼接到 FIFO 中。FIFO 中的数据经过图 1 中的 DMA 控制器和 SCSI 总线控制器记录在硬盘中。

根据目标特性的测量要求,得到的目标成像信息是高分辨率、高帧频的。记录完毕后,经过计算机的处理可以把数据回放并得到所需要的目标测量数据,例如目标的形状、速度、轨迹和方向等参数。采用两台以上的测量设备,就可以构成光电设备的立体交会姿态测量系统,如图 4 所示。

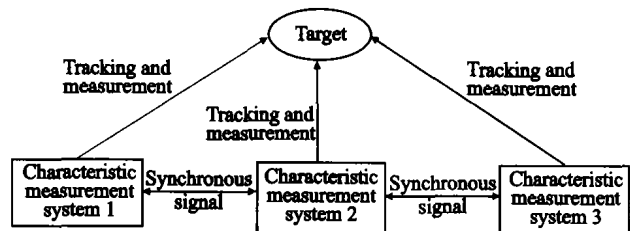


图 4 特性测量系统总体组成

Fig. 4 Overall sketch of the characteristic measurement system

通过计算机视觉的处理方法可以进一步分析目标的姿态信息(倾角、偏航角和滚动角)和光学特性信息,以此来完成目标的特性测量。

4 样机实验结果

2001年8月,本系统研制的关键技术原理样机与某测量站的电影经纬仪进行了对接实验,在经纬仪上加装高帧频摄像测量装置,用于测量弹着点的动态过程。

系统样机的主要部分是一个超高速、数字化的图像和测量信息同步记录系统。它能无损失、无压缩记录100 MB/s的图像数据量,同时把光电经纬仪输出的同步测量信息(包括帧号、脱靶量、时间和方位高低角信息)分离出来,按帧同步间隔放入图像数据中。其完成的技术指标有:

- (1) 面阵 CCD 数字摄像头的工作时序能与测量信息和时统信号同步;
- (2) 实时采集并存储 955 帧/s、 $260 \times 260 \times 8$ 分辨率的高速数字图像数据,其中数据率为 65 MB/s,帧频在 1~955 内连续可调;存储容量达到 140 Gbit;
- (3) 图像数据与测量信息同步存储,一一对应;
- (4) 系统可以独立于微机进行工作,也能在主控微机的控制下进行工作;
- (5) 事后能将记录的数据进行 AVI 视频流或 BMP 图像格式的转换,便于后续的图像处理。

5 结束语

目前光测设备都朝着小型化、数字化和高速化发展,

不仅要实现对目标空间位置的精确定位,同时还要对目标的特性进行测量,这对光测设备提出了更高的要求。本系统正是为适应形势的发展而进行的研究工作。在研究过程中,完成的关键技术主要是高速数据流的无压缩、无损失的实时采集与记录。系统中的关键技术已经分别运用在“超大容量高速数据采集存储与回放系统”、“雷达数据采集存储系统”、“遥测数据高速存储系统”等几项课题中。此关键技术的应用不仅证明了其有效性,也说明了其强大的生命力。

参考文献:

- [1] 何照才,胡保安.光学测量系统[M].北京:国防工业出版社,2002.
- [2] 欧阳兴华.计算机系统接口——SCSI[M].北京:电子工业出版社,1994.
- [3] 熊伟,曾峦,赵忠文.彩色实时图像采集存储系统[J].装备指挥技术学院学报,2001,12(6):72-75.
- [4] 赵忠文,曾峦.一种专用高速硬盘存储设备的设计与实现[J].电子技术应用,2002,28(8):18-20.
- [5] 李清军.基于硬盘的视频实时存储方法的研究[J].光学精密工程,2000,8(2):146-149.
- [6] 谈国文,张炜,朱丹,等.基于 HDLC 协议的实时通信软件的设计与实现[J].计算机工程与科学,2000,22(4):87-90.

书 讯

《光学系统设计》简介

《红外与激光工程》编辑部组织翻译的《光学系统设计》(内部资料)现已出版发行。该书主要包括:基础光学与光学系统技术要求;光阑、光瞳和其他基本原理;衍射、像差和像质;光程差的概念;几何像差及其消除方法;玻璃的选择(包括塑料);球面和非球面;光学系统的设计型式;光学设计过程;计算机性能评价;高斯光束成像;红外热成像基础和紫外光学系统;衍射光学;照明系统的设计;性能评价与光学测试;公差与生产工艺性;光学加工;光学设计中的偏振问题;光学薄膜;硬件设计问题;镜头设计优化实例;光学系统设计中的错误;经验法则和提示。该书适于光学领域的技术人员使用,也可作为大学教科书及研究生参考书,中译本 301 页,定价 200 元。英文简装本,定价 180 元。数量有限,欢迎订阅。有需求者请与《红外与激光工程》编辑部联系。联系电话:(022)23666400;(022)23363000 转 3087;通信地址:天津市 225 信箱 32 分箱(300192)。