

116-120

第4卷第5期
1996年10月光学 精密工程
OPTICS AND PRECISION ENGINEERINGVol. 4, No. 5
October, 1996

机载行扫描仪监控和记录器的研究

邵 晖 薛永祺

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海 200083)

TP73

A 摘要 机载成像辐射探测系统是高成本高效益的遥感仪器。九十年代以来, 仪器数字电路标准化、智能化的趋势, 使得遥感仪器系统性能大大提高。本人就仪器内部标准化、自动化方面作了研究, 结合机载三通道成像扫描仪, 采用工业标准体系结构 (ISA) 作为内部标准总线, 80386 和 80486 嵌入式计算机作核心, 采用半自动集中监控方式, 和硬件冗余的记录方式, 成功地研制了实时图像监控器和数据记录器, 其设计思想适用于大多数机载成像遥感系统。

关键词: 多光谱扫描仪; 扫描仪; 实时信号处理

遥感仪器

1 引 言

机载多波段地物辐射成像仪器把几何成像与地物光谱辐射测量结合起来, 给人们提供了极其丰富的数据资料。九十年代以来, 多波段辐射成像系统的试验和初步应用已显示出它在地矿、军事、环境保护, 以及作物产量评估等方面的广阔应用前景。

Table 1 Digital terminals of several typical airborne scanners

传感器	制造商	时间	记录设备	监视方式	控制方式
MIVIS	Daddealus (美)	1994	VLDS	PC 兼容图像文本 双屏集中监视	半自动集中控制
MAIS	SIPT (中)	1991	VLDS/硬盘 二选一	电视监视器、示波器、 发光管分散监视	手动分散控制
CASI	ItresResearch (加)	1989	Exabyte8200	个人计算机	半自动
AVIRIS	NASA (美)	1987	AHBR1700	无	全自动

一般辐射成像系统包括传感器头部、信号通道、记录、监视及控制部件。早期的仪器受电子技术水平的制约往往采用模拟磁带记录, 这就决定了整个系统是模拟电子的。不得不采用分散监控。

- 本论文结合的机载可见光/红外三通道扫描仪已交付核工业北京地质研究院投入实用
- 收稿日期, 1996年8月5日

随遥感应用的发展,人们对遥感仪器提出了量化的要求。而电子技术的飞速发展使之成为可能。当今世界各主要光谱成像仪器都采用数字记录、监视、控制设备也大多采用数字工作方式,并向多功能集中监控发展。它们构成了系统的人机交互终端。表 1 列出代表性的几台机载系统数字终端的特性。

国际上在系统设计时非常重视标准化和智能化,标准化结构和系统可以在大量的通用产品中选取最合适的组件,系统构成灵活,改进方便,维护简单。同时组件的批量生产使设计科学性和运行可靠性大大提高。另一方面,智能化的集中监控,大大减轻操作人员工作负担,降低操作失误的概率,提高飞行成功率。本论文吸收国内外智能化集中监控的先进技术,结合机载三通道成像扫描仪,对实时图像监控器和数据记录器的标准化、智能化进行了研究。

2 系统概要

机载三通道成像扫描仪,扫描总视场 90° , 瞬时视场 3 mrad , 扫描率 $20\text{--}40 \text{ s/s}$ 可变, 辐射探测分 $0.4\text{--}0.7 \mu\text{m}$ 、 $3.0\text{--}5.0 \mu\text{m}$ 、 $8.0\text{--}12.5 \mu\text{m}$ 三个波段, 12 位数字量化。并在此基础上增加了三维稳定平台、姿态测量, 以及全球定位系统 (GPS), 使之能通过一次飞行就采集足够的数, 经工作站几天的处理即可给出符合二维地面比例的图像立方体, 给遥感数据生产带来很大的方便, 系统原理框图如图 1。

光学扫描头部安装在稳定平台上, 粗略地校正了飞机的侧滚和俯仰。扫描得到的辐射信号经放大和模数转换后送到数据格式器。数据格式器根据时序发送各同步控制脉冲, 并读取地物扫描数据和参考源板辐射校准数据以及经存取速度匹配缓冲的外部数据, 包括姿态测量数据 (偏航角和稳定平台校正后的剩余侧滚、俯仰角)、参考源板温度数据, 和

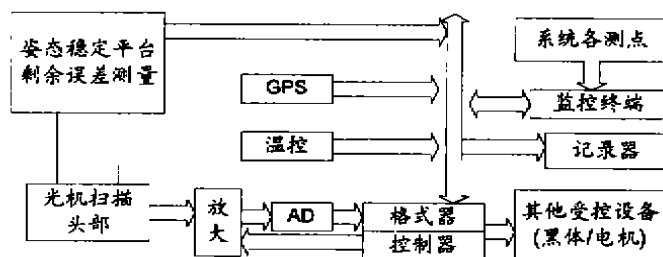


图 1 扫描仪系统原理框图

Fig. 1 Diagram of scanner

实时监控终端发出的系统控制数据。其中, 系统控制数据则传给控制器, 去调节或设置各受控设备; 姿态数据、温度数据和地物扫描数据则一起发送给实时监控器, 记录器记录所有数据。此外为帮助故障检测, 监控器还通过模拟和数字的接口读取系统各测试点的电平。

本系统的监视和控制由监控器集中实现, 可得到较好的人机交互效果, 记录器与监控器分开, 各自建立嵌入式计算机系统。这样可以由软件实现大量的监控算法, 而不影响记录; 而记录器的微处理器可以完全为记录服务, 适应现代遥感大数据量高数据速率的要求。

3 监控器设计

3.1 监控终端结构

机载实时图像监控终端从功能上综合了移动窗图像显示器、电压表、逻辑指示器、集中控制器, 监控器要具备如此多的功能, 必需具有相当的逻辑和数学计算能力。经过权衡各种

处理器及其系统的性能表现和价格情况, 选用 PC386DX-40 主板, 各功能模块间的内部总线符合 ISA 总线标准。大量采用高可靠的通用商业组件, 只有数据缓冲及功能键盘读入卡和键盘是专用组件。双向数据缓冲是数据格式器与监控终端进行数据交换的接口。采用先进的双端口 RAM 作数据信箱, 大大简化了电路, 而且不需要乒乓切换时序, 提高了抗干扰能力。监控器原理框图见图 2。

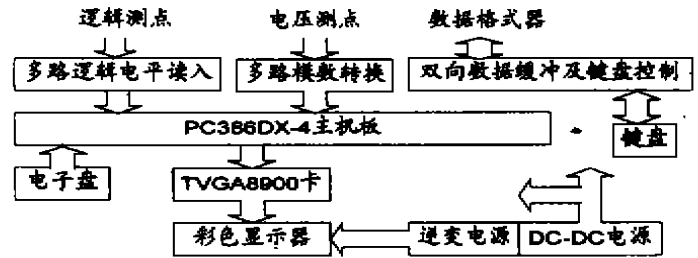


图 2 实时图像监控终端原理框图
Fig 2 Diagram of real time image monitor

3.2 监视原理

在进行扫描或凝视遥感仪器工作时需要监视遥感数据的完整性, 对数据的质量初步评估, 以判断遥感系统的工作状况, 将仪器调整到最佳状态。本系统需要监视地物辐射数字图像、参考源温度、姿态数据、导航数据、测点电压和测点逻辑电平。其中多波段数字图像的显示比较复杂。通过对各种计算机图像卡以及色度光度学的充分研究, 在 TVGA 图像卡上实现了 256 级灰度黑白单波段和三波段 RGB 伪彩色合成移动窗显示, 在保持了系统通用性强的特点的同时, 实现了与 24 位面图像监视系统十分接近的视觉效果。并且创了适合于遥感图像监视的固定调整曲线的非线性灰度调整, 用于改善图像视觉效果, 使得信号通道调整理想时显示图像视觉效果接近直方图均衡, 而采集的数据质量变差时, 移动窗图像显示又能立即反映出来。

3.3 控制原理

数据格式器起到多路数据开关的作用。格式器按时序要求与码盘同步地依次接通各部件数据缓冲器监控器的数据缓冲器。特别地, 在每行起始时接通监控器与控制器, 控制器依次将温控数据和三个波段的电平数据锁存在 DA 变换器输出电压信号, 将三个波段的增益码、电机控制码分别锁存器, 控制主放大器的增益和扫描电机的扫描速率。

各项控制中, 主放大器的增益和电平调节可以自动进行。经过对地面辐射特性的分析得知, 虽然其动态范围很大, 但短时间内的辐射变化不超过 12 位 AD 范围, 长时间的辐射变化由主放大器的增益和电平调整来适应。自动增益控制就是要根据已得的扫描数据估计出地物辐射强度变化的趋势, 调整放大增益和电平使模拟信号适合 AD 量程。对于信号趋势和估计算法采用现代控制论的自适应控制。

通过大量遥感数据分析选取了每个扫描行采样的最大和最小值作为特征量, 根据 Kalman-Bucy 滤波器的原理, 实现了抗干扰能力强, 收敛迅速, 计算量小的卡尔曼预测估计递推式。在计算实际主放的调整参数时, 为了使算法不在临界点产生振荡, 在阈值的算法中有一定缓冲余量, 类似数字电路的施密特门。

实验证明, 在阳光和天气条件变化时, 通过自动控制可以不用人工干预而使图像质量保持良好。

3.4 软件设计

监控器开机系统引导后, 首先进行各项检测, 然后进入监控程序。监控程序包括参数设置和图像图形监视两大部分, 其中参数设置可以对飞行速度、飞行高度、扫描速率、系统时

间日期、参考源温度、主放参数据进行设置。图像图形显示可以在移动窗方式显示地物扫描的三波段 PGB 合成、三波段条带和单波图像,也可以在综合统计状态下显示各波段地物扫描的图像灰度直方图、扫描线的数字波形、参考源扫描电平、参考源温度测量值、飞行姿态数据、全球定位数据、系统测点电压,和存放在双向数据缓冲中的控制数据。

软件采用结构化方法设计,并在编程语言和选择上权衡了高级语言通用性好结构性强、汇编语言效率高速度快的优点。软件的总体流程用高级语言编写,使程序可维护性较强。而中断服务中图像输出和寄存器控制等频繁调用以及与硬件关系密切,不宜使用高级语言的部分采用汇编语言嵌套方法,使程序运行速度大大提高,适应高速率的遥感数据获取。

4 数据记录器设计

数据记录器必需是高可靠性的,若在飞行任务中心出现故障不能记录遥感数据,则损失很大,对一些实时性、动态性要求高的任务,这损失将是无法挽回的。

4.1 数据记录器结构

根据记录设备的接口,记录器采用 ISA 总线的 PC 结构接口部件较普及、数据总线标准化,维护和改进方便,比较合理。图 3 为数据记录器的原理框图。

本机采用工业控制 AX8025H486 CPU 卡为嵌入式计算机。采用磁带机和硬盘双记录设备冗余设计。其中,磁带机单盘磁带容量超过 5GByte,它的数据接口是 SCSI2,硬盘选用 QUANTUM 公司的 840MByte 容量,IDE 接口硬盘。

4.2 记录设备原理

记录器的关键部件是记录设备。EXABYTE8505 磁带机只有 SCSI2 一种接口,而硬盘则可以在 SCSI2 和 IDE 两种方式中选择其一。所以两种组态,一种如图 3,另一种是选 ISCI 硬盘,挂在 SCSI 卡上。两种组态成本相近,主要以可靠性论高下。经可靠分析,使用 IDE 硬盘较好。

IDE 硬盘也有许多选择,通常记录器的遥感数据缓冲存储器只保存一个扫描行的数据,为了避免漏掉遥感数据,必须采用无热校准时间的硬盘,经对比试验选用 Quantum TR840A 硬盘作辅助记录设备。

4.3 记录器软件设计

因为实际运行时情况复杂,所以记录程序作出关键操作前都要操作员确认。记录方式可以由人工选择磁带记录或硬盘记录。为充分利用存储介质,一盘磁带或一个硬盘都可以记多段飞行数据。另外,为避免数据传输干扰使记录的内容与监控器显示的不同,程序中还安排了较多的数据检测显示。

软件设计方法与图像监控器相同,都是结构化混合语言编程。

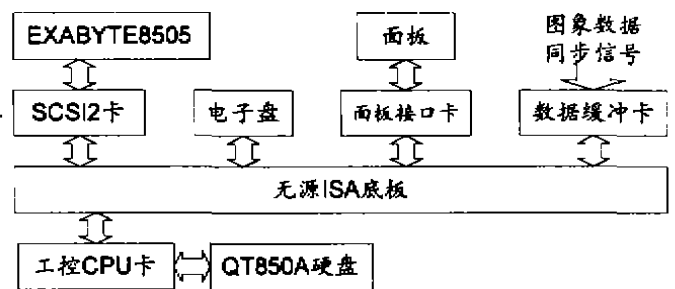


图 3 数据记录器硬件原理框图

Fig 3 Diagram of data recorder

5 结 论

本人论文期间结合课题研制了机载成像系统的内部总线标准化,有一定自动控制能力的实时图像监控器和高度可靠的数据记录器。

其中,实时图像监控器采用集中监控,采用先进的双口 RAM 实现了精简可靠的双向数据缓冲;通过对 TVGA 图像卡的研究采用汇编语言寄存器编程,实现了 256 级灰度和 RGB 三波段合成的移动窗显示,其视觉效果与 24 位面图像显示几乎相同;通过对大量遥感图像数据的分析,独创了适应于遥感图像监视的固定调整函数非线性灰度调整,大大改善了图像视沉效果,又能及时反映图像质量的变化;通过对地物辐射和遥感仪器动态范围的研究,应用现代控制论卡尔曼最优估计,实现了主放大器增益和电平的自动控制,效果良好。

数据记录器通过可靠性分析,采用硬件冗余,实现了磁带记录和硬盘应急记录的功能,在可靠性方面有较大提高;同时在软件的实现了数据完好性检测,确保监视和记录的数据一致,并保证监控器控制数据正确输出,效果良好。

两台仪器的软件采用高级语言构成框架,保证软件可读性、可检测性、和可修改性;而在中断服务等频繁调用的过程采用汇编语言嵌套编程,使程序运行速度提高,适应高速率的遥感数据采集。仪器在北京小汤山地区飞行中表现良好,完成了飞行任务,现已交付北京核工业地质总局使用。在研制和使用过程中仪器充分表现出标准化设计组构灵活、维护方便、整机可靠性高的特点。

本数字终端的标准化模块设计思想适用于大多数机载成像遥感系统。在研制过程中对一系列问题进行了深入研究,是今后进一步扩大标准化设计应用的良好开端。

A Research on Monitor and Data Recorder for Airborne Scanners

Shao Hui, Xue Yongqi

(Shanghai Institute of Physical Technology, Shanghai 20003)

Abstract

Airborne radiation scanner is a kind of expensive remote sensing instrument of great usage. In nineteen nineties, the standardization and intellectualization of digital part highly promotes the characteristics of instruments. A research on standardisation of internal structure of real time graphical monitor and high reliability data recorder for airborne three channel imaging scanner is presented. Both of these instrument take INTEL 80×86 as in-bed computer, and Industry Standard Architecture as internal digital bus. The standardized structure designing method of these monitor and recorder is suitable for most airborne imaging scanners.

Key Words: Imaging systmes, Scanners, Signal process.

邵 晖 男,生于 1971 年 7 月,1993 年,华东师范大学电子科学技术系本科毕业。1996 年,中国科学院上海技术物理研究所硕士毕业。现在上海技术物理研究所攻读物理电子学与光电子学博士学位。主要从事航空遥感系统电子部件和遥感数据预处理研究。