

文章编号:1007-1180(2011)11-0052-05

线阵 CCD 航空遥感模拟器的研究

刘志明, 李清军, 陈 黎

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘 要: 为克服线阵 CCD 航空遥感器研制周期较长、无法进行前期系统联调工作的困难, 设计了一种基于 VC 界面与现场可编程器件 FPGA 的线阵 CCD 航空遥感模拟器。整个系统通过 VC 仿真界面作为人机操作平台, 完成指令、信息的交互; 以 FPGA 作为模拟线阵 CCD 相机的核心器件, 根据相应的指令和行同步信号、帧同步信号, 按照线阵 CCD 相机的输出时序要求输出图像数据。模拟器的设计缩短了项目研制周期, 为后期的联试和图像采集存储等工作提供了保证。

关键词: 线阵 CCD; 航空遥感器; 模拟器; FPGA

中图分类号: TN386

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI20112811.0052

Study on a Kind of Linear CCD Simulator

LIU Zhi-ming, LI Qing-jun, CHEN Li

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences,
Changchun 130033, China)

Abstract: To overcome the difficulty of long development period and incapable of online adjustment for the linear CCD aerial remote sensor, a sort of simulator based on the VC interfaces to the programmable component of the FPGA was designed. Through the VC simulation interface for the man-machine operating platform, the whole system completed the instruction and interaction with the linear CCD. As a core element of the camera, FPGA which accorded to the instructions, linear signals and frame signals, output the image data in accordance with the timing of the linear CCD camera. The design of the simulator shortens the project period and provides guarantee for the trial and image gathering.

Keywords: linear CCD; simulator; air remote sensing; FPGA

1 引言

电耦合器件 (CCD) 技术的迅速发展, 为航空遥感成像领域高性能仪器的研究和发展提供了新的机遇。CCD 分为线阵 CCD 和面阵 CCD 两种。线阵 CCD 是以行扫描的方式成像, 即线阵 CCD 与景物是相对运动的。具有高分辨力、低像移失真等特点, 适用于高速、远距离航空遥感成像的科学研究领域。因此, 对线阵 CCD 航空遥感器的研究有着非常重要的意义^[1]。

对于在研项目而言, 由于研制周期较长, 无法进行前期系统的联调工作, 为了系统联调前检验前端通讯、图像传输、时序以及工作流程等环节, 需要设计和研究一种线阵 CCD 航空遥感模拟器来代替真实的系统, 并模拟该航空遥感器的输入输出信号。试验调试结果显示, 线阵 CCD 航空遥感模拟器模拟过程符合实际线阵 CCD 的输入、输出时序和接口要求。系统的设计缩短了工程上的调试时间, 为后期图像的采集和存储等处理提供了保证。

2 航空遥感器的接口与配置

线阵 CCD 航空遥感器的任务是接收处理与执行上位机指令, 进行拍摄并输出图像信息给图像处理设备。

线阵 CCD 航空遥感模拟器的外部接口有: 电源接口, RS-422 通讯接口与图像数据输出接口。模拟器 RS-422 通讯的任务为接收上位机发出的测试或拍照指令, 并返回响应状态, 然后根据指令输出测试或拍照图像信息。

当线阵 CCD 航空遥感模拟器接收到上位机的图像测试指令后, 模拟器进入图像测试状态, 并向上位机返回该状态。同时, 以 FPGA 为核心的线阵 CCD 模拟卡, 向外部存储设备发送测试图像数据及相关信号。当模拟器接收到上位机的拍照指令后, 模拟器进入拍照状态, 并向上位机返回该状态, CCD 相机模拟卡向外部存储设备发送拍照图像数据

及相关信号。测试图像及拍照图像预先存储在 FLASH 中, 系统上电后, 由 FPGA 读取到 SDRAM 中。

图像数据输出接口采用标准 CameraLink Medium 模式图像输出接口, 基于 FPGA 的 CCD 模拟卡模拟 DALSA 公司 CT-E4 线阵 CCD 相机输出。线阵 CCD 航空遥感器选用的线阵 CCD 相机的行分辨率为 4 096 像素, 输出数据为 8 位灰度值。线阵 CCD 相机内部将 4 096 个像素分为 4 个通道输出, 第 1 通道输出 1~1 024 像素, 第 2 通道输出 1 025~2 048 像素, 第 3 通道输出 2 049~3 072 像素, 第 4 通道输出 3 073~4 096 像素, 这 4 个通道同步输出图像的灰度值。线阵 CCD 相机的输出信号包括行频信号 LVAL、像素时钟 25 MHz STROBE 和图像数据信号 DATA。线阵 CCD 相机输出时序如图 1 所示。

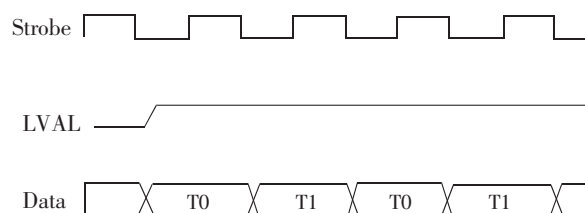


图1 线阵CCD相机输出时序

3 系统硬件设计与实现

线阵 CCD 航空遥感模拟器以研华工控机为核心, 辅以 MOXA 串行通讯卡、并行卡、线阵 CCD 输出卡以及电源组成。其中 MOXA 串口卡采用 RS-422 接口来接收指令及工作参数, 并返回相机工作状态, 计算机根据收到的指令和参数, 计算拍照周期及拍照时间, 通过并口卡输出拍照等信号, 控制线阵 CCD 输出卡输出图像。CCD 相机输出卡以 FPGA 为核心器件, 配有晶振、FLASH、SDRAM、USB 接口以及 CameraLink 接口。USB 接口用于导入测试图像和拍照图像文件, 并将图像存入 FLASH 芯片中, 保证图像在每次下点后不丢失。FPGA 选用 EP2S60F484S0PC, 有 334 个用户可用 I/O 引脚, 可配置为输入、输出或者双向引脚。FLASH 选用

32 MB、型号为 TE28F256P30T85 的芯片 2 片，SDRAM 选用 64 MB、型号为 MT48LC32M1642TG 的芯片 1 片。图像输出数据信号符合 EIA-64 (LVDS) 差分标准^[2]，LVDS 接口连接图如图 2 所示^[3]。输出接口采用标准 CameraLink Medium 模式。

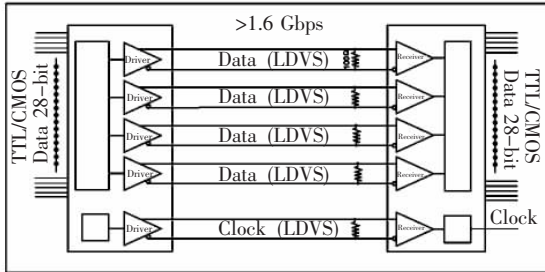


图 2 LVDS 接口连接图

线阵 CCD 航空遥感模拟器系统硬件原理框图如图 3 所示。

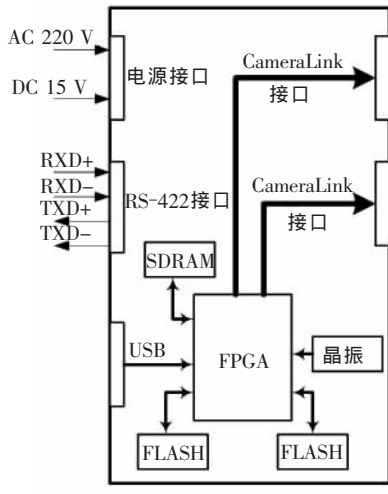


图 3 线阵 CCD 航空遥感模拟器系统硬件原理框图

4 软件设计及实现

系统的软件以 VC++ 6.0 为工具，采用多线程的方法进行设计。包括显示线程、接收数据线程、发送数据线程、指令处理线程等。

以接收线程为例^[4]。

定义线程：UINT ThreadRec (LPVOID param)；

启动线程：

AfxBeginThread (ThreadRec, this, THREAD_PRI-

ORITY_HIGHEST)；

接收数据完毕处理线程：

UINT ThreadRec (LPVOID param)

模拟器软件界面如图 4 所示。



(a) 主界面



(b) 故障设置界面

图 4 软件操作界面

5 实现时序

模拟器拍照工作时序如图 5 所示。如图 5 (a) 所示，相机模拟器工控机将拍照指令通过 MOXA 串口卡传给线阵图像输出卡，同时通过并口将帧频信号传输给线阵 CCD 输出卡，由摆扫周期计算公式

$$T = \frac{n \times b \times (1 - \rho)}{V/L \cdot f} \quad (1)$$

计算出帧频 $f=1/T$ ，如图 5 (b) 所示。式中： n 为像元数； b 为像元尺寸； ρ 为重叠率； V 为速度； L 为在倾斜角度上的高度； f 为焦距。

线阵 CCD 图像输出卡接收到拍照指令后，内部产生频率为 20 kHz 的时钟信号模拟 CCD 行频信号，产生 25 MHz 模拟 CCD 时钟同步 Strobe 信号，当行频信号为高电平时，同步 Strobe 信号，线阵图像输出卡在 $35.1 \mu\text{s}$ 时间内对外输出一行测试图像。当行频信号为低电平时，线阵 CCD 图像输出卡不输出测试图像，行频信号为低电平的时间为 $10.35 \mu\text{s}$ 。线阵 CCD 图像输出卡同时检测相机模拟器工控机发出的帧频信号，帧频信号为低电平时表示一帧拍照未完成，当帧频信号条变为高电平后，该帧拍照完成，

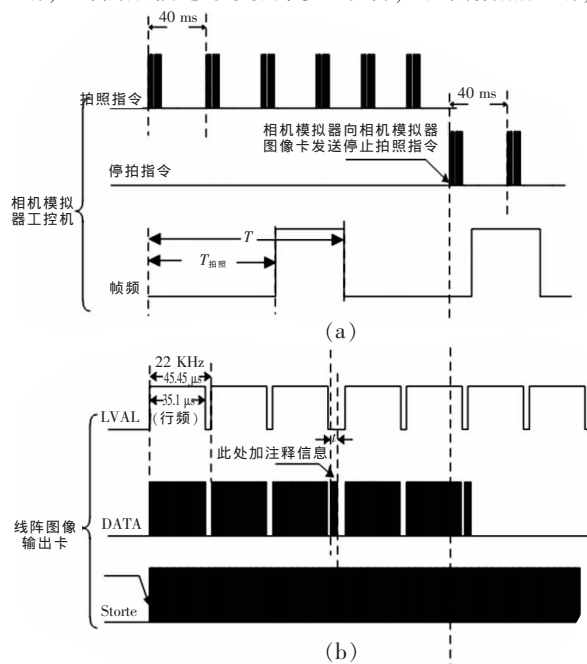


图 5 模拟器工作时序

传输完当前行数据后，随即在该帧拍照图像的最后 一行加入图像的注释信息，加入注释信息时间为 t_0 。如果线阵 CCD 图像输出卡接收到相机模拟器工控机发来的停拍指令，线阵图像输出卡不响应指令延时 t_1 ，传输完当前行数据后，随即在该帧拍照图像的最后 一行加入图像的注释信息^[6]。

6 结 论

通过对线阵 CCD 航空遥感模拟器的试验，联调 对接，图像输出卡成功输出了线阵 CCD 相机模拟图 像，如图 6 所示。



图 6 线阵 CCD 相机模拟图像

从试验结果和数据可以看出，该模拟器的设计 已经满足了真实的航空遥感器输入、输出接口与时 序的要求。对外输出的图像数据和时钟也满足了设计 需求，与合作厂家联试对接成功，大大缩短了工程 上的调试时间，为后期图像的采集和存储等处理 提供了保证。

参考文献

- [1] 王仁杰, 马文礼. 线阵 CCD 相机电路设计[J]. 仪器仪表用户, 2008, 15(3): 84-85.
- [2] 蔡希昌, 翟林培, 周九飞, 等. 基于 FPGA 的非 XGA 标准图像显示控制器的设计[J]. 液晶与显示, 2008, 23(3): 302-303.

- [3] *Specifications of the Camera Link Interface Standard for Digital Cameras and Frame Grabbers* [S]. DALSA, 2000.
- [4] 张殿富, 赵源. 基于 FPGA 的线阵 CCD 驱动时序及模拟信号处理的设计[J]. 电子设计工程, 2009, 17(1): 41-43.
- [5] 侯泊亨, 顾新. VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003.
- [6] 郑耿峰, 张柯, 韩双丽, 等. 空间 TDICCD 相机动态成像地面监测系统的设计[J]. 光学精密工程, 2010, 17(3): 623-629.

作者简介: 刘志明 (1982-), 男, 吉林洮南人, 硕士, 助理研究员, 2010年于中科院长春光机所获得硕士学位, 主要从事航空遥感器的设计。E-mail: qwwz-0000@sina.com

《中国光学》征稿启事

《中国光学》为双月刊, A4开本; 刊号: ISSN 1674-2915/CN22-1400/04; 国内外公开发行, 邮发代号: 国内12-140, 国外BM6782。

★中国科技核心期刊

★中国光学学会光电技术专业委员会会刊

★中国学术期刊(光盘版)源期刊

报道内容: 基础光学、发光理论与发光技术、光谱学与光谱技术、激光与激光技术、集成光学与器件、纤维光学与器件、光通信、薄膜光学与技术、光电子技术与器件、信息光学、新型光学材料、光学工艺、现代光学仪器与光学测试、光学在其他领域的应用等。

发稿类型: 学术价值显著、实验数据完整的原创性论文; 研究前景广阔, 具有实用、推广价值的技术报告; 有创新意识, 能够反映当前先进水平的阶段性研究简报; 对当前学科领域的研究热点和前沿问题的专题报告; 以及综合评述国内外光学技术研究现状、发展动态和未来发展趋势的综述性论文。

欢迎投稿、荐稿, 洽谈合作。

主管单位: 中国科学院

主办单位: 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

编辑出版: 《中国光学》编辑部

投稿网址: <http://chineseoptics.net.cn>

邮件地址: chineseoptics@ciomp.ac.cn, gxyygx2007@126.com

联系电话: (0431) 86176852; (0431) 84627061 传 真: (0431) 84627061

编辑部地址: 长春市东南湖大路3888号 (130033)

《中国光学》编辑部