

红外林火图像采集系统设计

苏健民 王婷婷

(东北林业大学, 哈尔滨 150040)

摘要 林火是一种破坏性极强的灾害,林火探测已成为林火研究中重要的研究内容之一。给出了利用 FPGA 嵌入式技术实现林火图像信号的采集、数据打包和传输等功能的系统。该系统稳定可靠,通用性强,提高了火灾探测的实时性、准确性,并已在林火探测系统中得到实际应用。

关键词 林火图像 FPGA 图像采集 红外图像

中图法分类号 TP274.2; **文献标志码** A

森林火灾具有时空突发性、短时间内能造成巨大损失的特点。林火探测已成为越来越多的有林国家进行林火管理的重要研究工作。但是对林火图像采集却没有给予足够的重视,现有的林火图像采集系统采集的图像模糊,精确率不高,并且价格昂贵^[1,2],虽然也能够起到一定的作用,但是缺少对林火的进一步分析、火焰的蔓延速度、火焰的高度等信息。为解决上述问题,本文采用 FPGA 嵌入式技术应用于 CZ45135 非制冷型热像仪,可有效地实现 LVDS 数据的实时采集功能。

1 红外林火探测仪的结构

红外林火探测仪从结构上说,由非制冷 IRFPA 热像仪、FPGA 模块、DSP 处理器、RS422 数据传输线、云台和电源六大部分组成。本文主要介绍由非制冷 IRFPA 热像仪、FPGA 模块和 RS422 数据传输线三部分组成的图像数据采集功能模块。

1.1 非制冷 IRFPA 热像仪

采用的非制冷 IRFPA 热像仪型号是 CZ45135,

其主要特点是启动时间短,功耗低,温度灵敏度高。其环境指标为:工作温度在 $-40^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$,其它的一般为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$,比较知其工作环境的约束降低了许多,同时也降低了环境对本系统的工作要求,技术指标与其他的改进之处为:镜头焦距为 $45\text{ mm} \sim 135\text{ mm}$ 连续变化,其它一般为 $60\text{ mm} \sim 120\text{ mm}$,从而增大了视场变化范围;温度灵敏度 (NETD) $\leq 60\text{ mK}$,其它一般为 $\leq 100\text{ mK}$,提高了采集到的灰度图像的对比度,因为热像仪输出的灰度图像的灰度等级就是根据温度差来判断的,温度灵敏度越高,输出灰度图像的对比度就要高。

1.2 FPGA 模块

FPGA 模块能将传出的串行数据写入 SRAM 存储器或将数据从 SRAM 读出数据;并将读出的数据通过 Nios 处理器打包,存入 SDRAM 存储器中。此部分从功能上主要由以下几个模块组成:图像数据接收逻辑、图像数据采集模块、数据打包和数据传输。原理框图见图 1;各个模块的功能介绍如下:

(1) 图像数据接收逻辑:根据探测器输出的数字视频信号的场同步,行同步以及时钟信号,发送控制信号接收图像数据;

(2) 图像数据采集模块:利用 verilog 硬件描述语言控制 FPGA 主芯片完成对热像仪中的灰度图像信号的采集;

2009 年 12 月 8 日收到

黑龙江省信息产业厅专项资金

(DX01200.001JS)、东北林业大学研究生科技创新项目资助

第一作者简介:苏健民(1961—),鸡东人,教授,硕士,研究方向:信号与信息处理。

(3) 数据打包:运用 Nios 处理器将存储的数据打包存储到 16M 的 SDRAM 中等待传输;

(4) 数据传输:通过无线监控系统把 SDRAM 中的数据传输到图像处理设备中等待伪彩色处理。

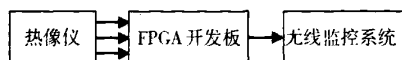


图1 信号采集功能原理框图

1.3 其他部分

DSP 处理器主要控制云台的转角速度及转动的方位如仰角的大小;RS422 通过两对双绞线可以全双工工作收发互不影响,提高了系统的实时性;电源采用太阳能,一方面符合现代社会能源要求节约了能源需求,另一方面太阳能来自天然容易获得,源源不竭可以给设备持续提供电源,避免因电源不足导致失效所带来的后果。

2 系统硬件设计

林火图像采集是林火探测技术中的一项重要研究内容,采集图像的质量直接影响林火探测的结果。系统结合林火图像的特点^[3],采用 Altera 公司的 Cyclone 系列 FPGA(型号为 EP1C12Q240C8N)作为核心器件实现采集功能;采用 FPGA 作为核心芯片的最大优点为可以改进 FPGA 内部程序,使用更高的时钟频率,能更快准确地对图像进行采集,并使它在不同分辨率下的自适应能力更强。

2.1 FPGA 整体模块结构

FPGA 模块中采用从左到右,自上而下的设计原则,重点在于模块的划分。本系统根据接口和功能的不同,大致分为四个模块:主控制模块、SRAM 模块、Nios 处理器模块和 SDRAM 模块。结构框图见图 2。

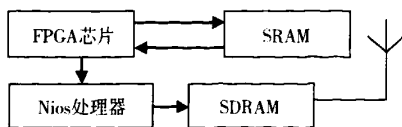


图2 FPGA 结构框图

系统通过云台获得图像信号,经过非制冷热像仪将图像信号转化为数字信号传输到 FPGA 中,FPGA 将接收到的数据送入扩充的存储器 SRAM 中作为暂存,同时还从 SRAM 中读出数据送入 Nios 处理器中进行数据打包,打包结束,将数据存入 SDRAM 中准备通过无线设备进行传输。

2.2 SRAM 与 SDRAM

存储一帧图像需要的容量太大,不可能存放在芯片内部的 RAM 中,所以必须使用外部存储器来解决这个问题。SRAM 外扩存储器实现图像数据帧缓存功能,操作简单,高速访问时间为 10.12 ns,减少延时,提高数据传输速率,并且实时性高;SDRAM 存储器容量大,专门为 CPU 服务并用来存储 Nios 处理器处理好的数据。采用一片 SRAM 与 SDRAM 相结合,同时利用 FPGA 内部存储单元的特性,大大提高了系统运行的性能,实现了对图像信号的无损传输。

FPGA 通过 18 根地址线和 5 根控制线实现对 SRAM 的控制。SRAM 与 FPGA 接口电路原理图如图 3。

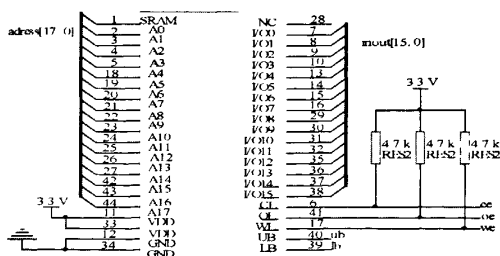


图3 SRAM 与 FPGA 接口电路原理图

2.3 Nios 处理器

Nios CPU 采用五级流水线设计,采用了 Harvard 结构,使用指令和数据存储器分离的存储器结构,具有灵活的结构可修改性,可以支持自定制指令。Nios CPU 通过 Avalon 总线与 FPGA、SDRAM 通信。此系统的 Nios 处理器主要完成对 FPGA 从 SRAM 中读出的数据进行打包功能。

3 系统软件设计

本系统的软件部分主要包括数据的采集、SRAM

存储器的读写与数据的打包三大部分。本设计采用 QuartusII 开发软件, Verilog HDL 硬件描述语言, 此语言具有简捷、高效、功能强, 可满足各个层次设计人员的需要等特点。具体的采集流程图见图 4。

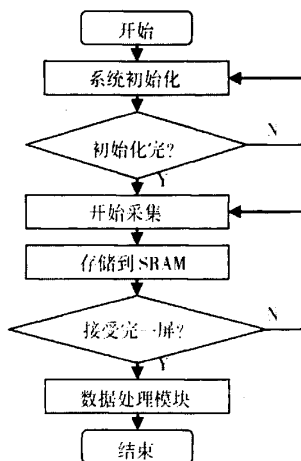


图 4 采集流程图

4 试验结果与分析

图 5-1 是热像仪扫描到的现场图像。图 5-2 是此系统采集热像仪的 320×240 的红外灰度图像。图 5-3, 图 5-4 分别为图 5-1, 图 5-2 的直方图, 通过观察直方图数据对比可知: 只有在灰度值为 80 与 175 左右两幅图像有点差别, 经试验分析得知, 这两部分灰度值对林火图像的分析几乎没影响, 其余部分两幅图像几乎是一样的, 即运用本系统获得的红外林火图像与实际图像数据拟合好, 图像边缘清晰, 对比度高, 几乎无错位, 有利于进一步伪彩色处理。

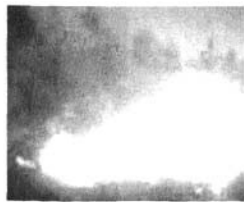


图 5-1 热像仪采集的灰度图像



图 5-2 采集的图像

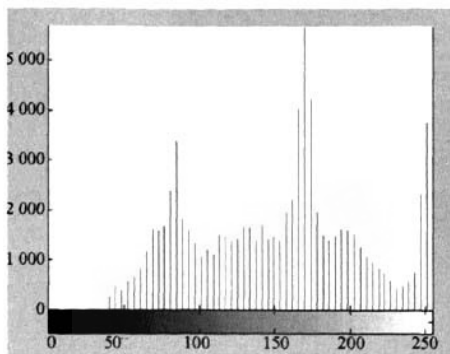


图 5-3 图 5-1 的直方图

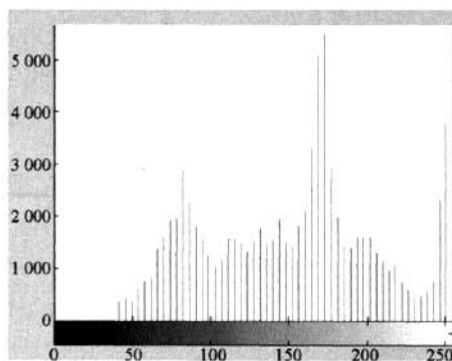


图 5-4 图 5-2 的直方图

5 结论

本系统充分利用了 FPGA 和 NiosII 处理器的强大功能。通过实验表明, 此系统与已有系统比较最大改进之处为: 可以改变 FPGA 内部程序, 使用更高的时钟频率, 使采集的图像更快速准确; 同时采用最先进的热像仪, 使输出的红外灰度图像对比度高; 能获得清晰的林火图像, 采集的图像具有高分辨率、低误码率等特点; 并且响应速度快, 实时性高, 延迟最小、程序可移植性强等优势。

参考文献

- Chi Jiannan. A detection method of infrared image small target based on order morphology transformation and image entropy difference. Guangzhou: Proceedings of the Fourth International Confer-

- ence on Machine Learning and Cybernetics,EEE,2005
- 2 Microm Technology. Synchronous DRAM MT48LCM16A2 Datasheet,2003
- 3 舒立福,田晓瑞. 国外森林防火工作现状及展望. 世界林业研究, 1997; 10(2): 28—36

The Design of Forest-fire Infrared Image Sampling-system

SU Jian-min, WANG Ting-ting

(Northeast Forestry University, Harbin 150040, P. R. China)

[Abstract] Fire-disaster is one of the most devastating disasters, and forest-fire detection has become one of the most important research. A system which used the FPGA technology and could complete the functions of data collecting, packaging and transporting and so on is described. This system is characterized by high stabilization and versatility, improves fire detection in real time and accurate, and has been used in the systems of forest fires detecting.

[Key words] forest fire FPGA sampling infrared image

(上接第 1647 页)

- 3 李成利,陈晓高,于晓辉. 一种基于神经网络预测模型的 DMC 算法及其仿真. 青岛科技大学学报, 2006; 27(5): 448—451
- 4 李江红,胡照文,郑哲文. RBF 神经网络的一种新的学习算法. 长沙电力学院学报, 2000; 15(1): 39—42
- 5 李月英,申东日,陈义俊,等. 基于 RBF 神经网络的非线性系统的预测. 计算机测量与控制, 2006; 14(3): 319—321
- 6 王耀南. 计算智能信息处理技术及其应用. 长沙: 湖南大学出版社, 1999
- 7 吴晓寒,王金春,王骥程. 基于 RBFNN 的非线性动态系统的辨识与控制. 自动化仪表, 1998; 19(2): 23—27
- 8 黄豪彩,黄宜坚,杨冠鲁. 基于 LM 算法的神经网络系统辨识. 组合机床和自动化技术, 2003; (2): 6—11

Dynamic Matrix Predictive Control Based on RBF Neural Networks Predictive Model

LI Zhi-wu

(Vocational and Technological College, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, P. R. China)

[Abstract] A new Dynamic Matrix Control (DMC) algorithm using Radial Basis Function (RBF) neural networks as predictive model is proposed. First the dynamic node creating training RBF neural network is adopted for identifying model of the controlled plant and produce predictive output. Then the DMC algorithm is used in receding horizon and revising feedback. After the proposed algorithm is applied to simulate a class of nonlinear plants, the result demonstrates that the approximate linear model near work spot can be achieved in any work spots of nonlinear plant by neural networks identification and it has better real time.

[Key words] RBF neural networks DMC dynamic node creation training algorithm nonlinear model prediction

作者：[苏健民](#)，[王婷婷](#)，[SU Jian-min](#)，[WANG Ting-ting](#)
作者单位：[东北林业大学, 哈尔滨, 150040](#)
刊名：[科学技术与工程](#)[ISTIC](#)
英文刊名：[SCIENCE TECHNOLOGY AND ENGINEERING](#)
年，卷(期)：2010，10(7)
被引用次数：0次

参考文献(3条)

- 1.[Chi Jiannan](#) [A detection method of infrared image small target based on order morphology transformation and image entropydifference](#) 2005
- 2.[Micom Techonology Synchronous DRAM MT48LCM16A2 Datasheet](#) 2003
- 3.[舒立福](#)，[田晓瑞](#) [国外森林防火工作现状及展望](#) 1997(2)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kxjsygc201007014.aspx

授权使用：陕西理工学院(sxlgxy)，授权号：37d4e592-b15b-4377-8fe8-9df2010ef1b0

下载时间：2010年9月15日