

文章编号: 1001-5078 (2006) 09-0904-03

应用于紫外检测的实时视频图像处理系统

陈书汉¹, 庞其昌¹, 靳贵平², 李洪¹, 张海峰¹

(1. 暨南大学光电工程研究所, 广东 广州 510632; 2. 华南理工大学电子与信息学院, 广东 广州 510640)

摘要:提出了一种新型的应用于紫外检测的双通道实时视频图像处理系统。本系统先通过分光、图像增强和光谱转换实现紫外信号的采集,再应用高集成度的视频编解码器和专门面向视频信号处理的数字信号处理器,将紫外信号和可见光背景信号转化为数字信号,并进行融合处理以实现紫外信号的检测与定位。此系统在电力系统电晕检测及森林火灾等紫外信号检测的场合有远大的应用前景。

关键词:实时视频图像处理; 数字信号处理器; 紫外检测; 图像融合

中图分类号: TN247 **文献标识码:** A

A Real-time Video Image Processing System for UV Detection

CHEN Shu-han¹, PANG Qi-chang¹, JIN Gui-ping², LI Hong¹, ZHANG Hai-feng¹

(1. Physics Department, Jinan University, Guangzhou 510632, China;

2. School of Electronic and Information Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: A new two-channel real-time video image processing system for UV detection is introduced. The system can realize UV signal grabbing through UV filter and image intensified device at first. And then UV signal and visual signal is transformed into digital signal and fused for UV detection and orientation through high integrated encoder, decoder and DSP used for video signal processing. The system will be used widely in public security, electric power, fire of forest and so on.

Key words: real-time video image processing; DSP; UV detection; image fusion

1 引言

紫外 (UV) 光谱成像检测技术是欧美国家为军事目的发展起来的新型成像检测技术。它的特点是用于观察和检测“日盲”^[1-2] (240 ~ 280nm) 紫外信号。利用该技术可以观察到许多用传统光学仪器观察不到的物理、化学、生物现象; 又因为其工作在“日盲”波段, 所以它的工作不受日光的干扰, 即采用该技术的仪器可以在日光下工作, 且图像清晰、工作可靠、使用方便。欧美发达国家和俄罗斯均已有这类仪器投入使用^[3]。对于电晕放电和火灾, 我们

不仅要检测其发出的紫外信号, 还要对其进行准确定位。为此我们采用了双路光谱结构, 一路对紫外光信号成像, 另一路对可见光的背景成像, 最后将两路图像叠加起来, 即可在一副图像上看到背景又看到信号, 实现对紫外信号的检测和定位。为了适合应用于各种工业现场的检查, 在两路图像叠加部分

基金项目: 广东省科技计划项目重大专项 (2004A10507001)。

作者简介: 陈书汉 (1980 -), 男, 硕士研究生, 研究方向为光电检测和实时视频信号处理研究, E-mail: hanmons@163.com

收稿日期: 2005-12-04

采用“嵌入式 数字图像处理系统设计方法,同时该数字图像处理系统可作为独立的系统,应用于其它图像处理场合。

2 系统设计

本系统由紫外与可见光图像采集模块、DSP图像处理模块、图像采集与显示模块三部分组成。系统工作流程为:通过分光、图像增强和光谱转换,将紫外光信号转化可见光信号,并和另一路可见光背景信号通过 CCD 像机生成模拟视频信号,经数字化后生成待处理的数字图像数据,存入帧存储器,并按指定程序完成对图像的融合运算,处理完成的融合结果经视频 DAC后还原为模拟视频图像,并输出显示在终端监视设备上。

2.1 紫外与可见光图像采集模块

紫外与可见光图像采集部分的结构框图如图 1 所示,透过紫外镜头的成像光束被分光镜分成信号与背景两路,紫外光信号透过分光镜后被紫外成像镜成像于日盲紫外像增强系统的光敏面上,其后经过日盲滤波、光谱转换、微光增强^[4]。从日盲紫外像增强系统的荧光屏出来的是被增强了的信号图像,但这时已经转化为可见光图像了,然后经过光学耦合透镜到 CCD 光敏面上。该系统所使用的图像采集设备是,将信号图像耦合到信号光路的 CCD 相机光敏面上;而与此同时,可见光背景信号被分光镜反射到达全反镜,经全反镜反射,再通过成像物镜成像到背景光 CCD 摄像机。本系统所选用的两部 CCD 相机已内置有同步功能,并事先用机械和光学等手段对双通道图像进行了配准。最后两路到达 CCD 的信号,在 CCD 同步信号的控制下进入所设计的 DSP 图像处理模块。

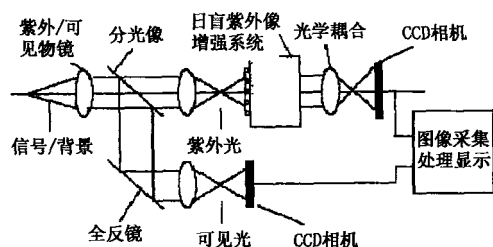


图 1 紫外与可见光图像采集部分的结构框图

2.2 DSP 图像处理模块

DSP 图像处理模块是图像融合系统的数字处理核心部分,其结构框图如图 2 所示。

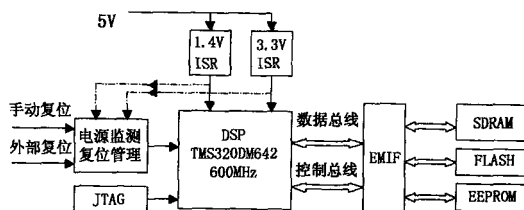


图 2 DSP 处理主模块结构示意图

TMS320DM642 是美国 TI 公司最新推出的面向视频信号处理应用的高速数字信号处理器,利用 TMS320DM642 特殊的结构特性,可以配置灵活高效的视频捕捉、回放模式及实现高速视频流的转移,应用该处理器进行视频图像处理系统的开发,大大提高处理速度和简化系统结构。该处理器的主要特性可概括为^[5]:基于 TMS320C64TM内核,600MHz 主频的 TMS320DM642 峰值运算能力为 4800M IPS;具有 VeliCiTiTM 先进 VLW 结构内核,用指令打包技术,减小代码容量;16kB 1 级程序 Cache,256kB 2 级 Cache;内置有寻址空间达 64kB 的外存储器接口 (EMIF) 以及 64 通道 EDMA;有 3 个双通道视频口 (Video Port),每个视频口可由软件配置为输入或输出,支持 8/10/16/20 位,并具有视频滤波功能和水平缩放功能,能够直接与视频器件无缝连接;本身带有 I²C 总线接口,可用来配置视频编解码器。

TMS320DM642 能够根据 SDRAM 的行、列和块大小灵活配置,兼容几乎所有的 SDRAM。同步机制使其访问速度比传统的 DRAM 有很大的提高。在本系统设计时,在主处理板上扩充了 16MB SDRAM。此外,所开发 DSP 系统应用板最终要脱离仿真器而独立运行,这时就需要一个能在断电后保存程序及初始化数据的存储器。系统上电时,由引导程序,将 DSP 的应用程序从该存储器引导到 DSP 应用板上的高速存储器中。由于 FLASH 具有电信号删除功能,而且具有删除速度快、集成度高等特点,因而首选此种存储器。

在技术开发攻关过程中,连续解决了一系列技术问题,包括:多电压供电系统,片外存储器配置,扩展总线/控制信号接口,DSP 工作方式管理,板级的信号完整性设计 (高频、电磁兼容性、电源网络、多层板板层、电路拓扑结构、驱动阻抗匹配、串扰控制设计等)。在板级设计时大量采用了双面表面贴装新技术,整板采用 6 层 PCB 工艺与双面表面贴装工

艺,有效地减小了电路板的结构尺寸。

2.3 图像采集与显示模块

由于 CCD 摄像机输出的为模拟信号,不能被 DSP 直接处理,因此系统选用两片 PHILIPS 的 SAA7115H 图像解码芯片^[6],以此完成图像的数字化过程。SAA7115H 采用 LQFP100 封装,内部集成了视频信号采样所需的 2 个 8bit 模数转换器、时钟产生电路、亮度与饱和度控制等外围电路。TMS320DM642 与其它普通数字信号处理器最大的不同,就是带有三个灵活专用的视频接口,可和通用的视频 AD 无缝连接,省掉了传统电路的 PLD 时序控制电路和缓冲。视频口的结构示意图如图 3 示,本系统采用视频口 0 和 1 为视频输入口与 SAA7115H 直接相连,视频口 2 为视频输出口和视频编码器 SAA7105E^[7]直连。视频板设计主要涉及混合电路设计技术,为此数字电路与模拟电路的电源网络做了合适的隔离处理,对部分数字和模拟信号做了必要的阻抗匹配设计。

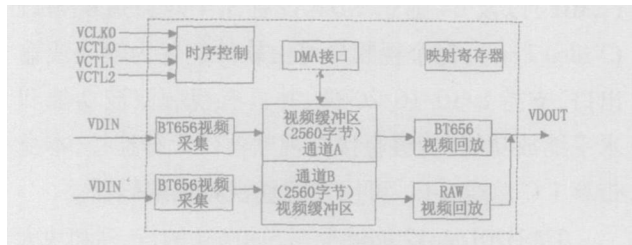


图 3 视频口结构示意图

本系统中视频解码器和视频编码器的参数是通过 I²C 总线来配置。I²C 总线,软、硬件协议十分巧妙,2 根线 (SDA 和 SCL) 即可实现完善的全双工同步数据传送,能够十分方便地构成单主系统或多主系统和外围器件扩展。由于 TMS320DM642 处理器本身带有 I²C 总线接口,将 I²C 总线的数据线和时钟线与 TMS320DM642 直接相连,大大地减少了硬、软件设计的复杂度。通过 I²C 总线读写片内的存储器,来完成输入通道选择、箝位和增益控制、亮度、色度、饱和度控制功能。

3 融合算法实现

一个完整的视频图像处理系统是由硬件图像处理平台与图像处理软件构成的。在选择融合算法时应考虑实际的硬件平台、数据结构和吞吐能力等多种因素。在进行系统评估时,选用的图像融合算法包括灰度调制法、金字塔算法和小波变换。其中基

于图像多分辨结构的融合算法^[8] (金字塔算法和小波变换),有着较大的应用灵活性和发展空间,是本系统重点实施的算法。

由于 TMS320DM642 采用了具有高度并行性与灵活性的 VLIW 结构,决定了其软件编程有许多特殊性,其突出的表现为软件流水线^[9]。软件流水线技术使得在 C6x 中实际运行的高度并行代码难以被编程人员直接理解,为此采用 TI 公司的高效汇编级 C 编译器、线性汇编语言优化及分析工具来完成金字塔融合算法及其它算法的开发。

4 结束语

设计了一种新型的应用于紫外检测的双通道实时视频图像处理系统,具有结构紧凑、集成度高等特点。实验表明,对于 512 × 512 灰度等级 8bit 的紫外光与可见光图像进行融合,当采用诸如灰度调制、Laplacian 三层金字塔算法等手段,完成每帧图像采集处理、融合及实时显示 (其时间均小于 40ms),图像效果良好,可对紫外信号进行实时检测和准确定位。

参考文献:

- [1] Lindner M, Elstein S, Lindner P. Solar blind and bi-spectral imaging with ECD, BCCD, and EBCCD cameras [A]. Proc SPIE, 1998, 3434: 22 - 31.
- [2] Lindner M, Elstein S, Wallace J. Solar blind band-pass filters for UV imaging devices [A]. Proc SPIE, 1997, 3434: 176 - 183.
- [3] Lindner M, Elstein S, Lindner P et al. Daylight corona discharge imager [A]. High Voltage Engineering Symposium, 1999, 8: 22 - 274.
- [4] 靳贵平, 庞其昌. 紫外成像检测技术 [J]. 光子学报, 2003, 32 (3): 254 - 256.
- [5] Texas Instruments TMS320DM642 Video/Imaging Fixed-Point Digital Signal Processor Data Manual [M]. Owensville, Missouri: Custom Printing.
- [6] SAA7115H Digital video encoder datasheet [Z]. 2001 Oct 23.
- [7] SAA7105E Digital video decoder datasheet [Z]. Mar 04.
- [8] 王毅, 倪国强, 李勇量. 基于 TMS320C6X 的双波段图像融合高速系统 [J]. 中国图像图形学报, 2002, 7 (10): 1038 - 1042.
- [9] 李方慧, 王飞, 何佩琨. TMS320C6000 系列 DSPs 原理与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003, 347 - 363.