

【理论与探索】

基于 DSP 的煤与矸石图像识别系统*

贾志纲,李临生,孙志毅

(太原科技大学 电子信息学院,太原 030024)

摘要:介绍了一种采用图像处理方法识别煤与矸石的实时检测系统.系统根据模块化设计思想,以 TMS320C6711 DSP 作为图像处理核心,辅以必要的外围硬件完成系统设计,并通过 USB 与上位机完成数据通讯.系统处理算法依据了煤与矸石各自的图像特征,尤其是灰度分布显著不同这一特点,采用光源照射、图像采集及图像处理等步骤予以实现.图像处理主要包括图像平滑增强、边缘检测、区域分割、灰度分析、模式识别等算法操作,并最终完成矸石量的估算.测试表明,该实时检测系统功能和性能基本达到了预期要求.

关键词:煤矸石识别;数字图像处理;DSP

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2008)04-0115-02

我国加强了对不可再生资源的监管力度,多次提高了以煤炭为代表的多种矿产的资源税率,因此需要对矿产开采量进行较为精确的统计.煤矸石是煤炭产量统计结果的干扰因素之一.为准确排除矸石对产量的影响,传统方法为先分离出矸石,然后再单独作估算.这样做工作量大,结果不准确,时效性也不好.通过对煤块和矸石的灰度和纹理进行研究发现^[1-2],可通过图像处理的方法对二者进行识别.本项目旨在通过对输送带上的煤与矸石混合物进行图像处理,直接对矸石量进行统计.考虑到图像数据处理运算量很大,本研究采用 TI 的高性能数字信号处理器 TMS320C6711 作图像处理器,当系统检测到矸石后,将计算后的矸石量通过 USB 传送至上位机;上位机完成最后的统计计算.

1 系统硬件设计

1.1 系统总体构成

本系统硬件平台由底板与背板 2 块板卡组成,按功能分为四大部分(硬件功能框图如图 1):图像采集模块、CPLD 逻辑控制模块、DSP+ 双口 RAM 图像处理模块、USB 通信模块.系统基本工作流程为:视频信号经通用视频 A/D 转换器转换,转换后的 8bit 灰度图像导入片外视频缓存,之后由 CPLD 提请 DSP 外部中断, DSP 完成图像传输与数字图像处理功能,处理后的图像送入视频缓存,做实时显示,同时矸石量经由 USB 接口发送给 PC 机存储,PC 机做最后的统计.

1.2 图像采集模块

图像采集模块负责将摄像机输出的模拟视频信号转

换成 Y:U:V 4:2:2 的数字视频信号,并将图像逐帧存入双口 RAM 中,通过中断通知 DSP 读取.该模块图像采集使用的是 Philips 公司的单片高集成度的视频解码芯片 SAA7113,通过 I²C 总线可设定其工作模式,由一片单片机模拟 I²C 总线时序,对其进行初始化. CPLD 控制写入数据的时序、图像采集大小,并完成同步.系统配置了一片 256 K × 8bit flash、两片 8 M × 32bit 的双端口视频输入缓存.

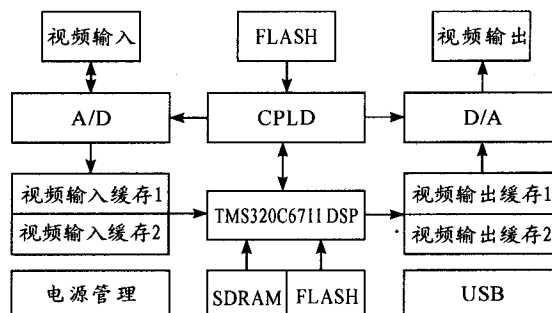


图 1 硬件功能框图

1.3 DSP 处理模块

数字图像处理系统需要完成视频采集、数字处理、图像识别等功能.为了满足实时性要求,数字处理部分必须采用高速处理芯片,本设计选用了 TI 公司 TMS320C6711 浮点 DSP,该芯片运算速度快,指令周期仅为 6 ns,峰值运算能力对于双精度运算为 250MFLOPS. C6711 有两层 cache,具有 16 个通道的 EDMA 控制器. EMIF 可以与目前所有类型的存储器直接相连.本系统扩展了 256 K FLASH, 16 M × 36bit SRAM,提供了很大的存储空间,保证了复杂算法的需

* 收稿日期:2008-03-31

作者简介:贾志纲(1974—),男,硕士,讲师,主要从事数字信号处理方面的教学与研究.

求。

系统中用到的图像缓冲存储器为双端口器件 IDT70V657S。该器件具有完善的握手控制信号电路,使得信息交换更加快速、可靠,读写时间是 10 ns。整个系统的时序是通过 CPLD 来控制的。CPLD 器件选用美国 Xilinx 公司的 XC95144X。CPLD 要控制由 SAA7113 采样的数字图像数据写入输入帧存,写入地址由 CPLD 编程控制;提取的图像大小、时刻也均由 CPLD 根据需要通过编程进行控制。

当图像采集数据写入输入缓冲完成后,CPLD 会发中断给 DSP。DSP 接到中断后,触发 EDMA 通过 EMIF 接口输入数据。因为本系统处理的是灰度图像,所以存储数据时只存储了 Y 值。在采用 EDMA 进行数据传输时,可采用同时读入 4 个 Y 值(32bit)的方法提高传输效率^[3]。数据读入并处理完成后,DSP 通知 CPLD,由 CPLD 控制数据写入输出帧存,经 BT121 D/A 转换后模拟输出。另外,当系统成功识别出矸石后,将做出估算,DSP 将通过 USB 接口发送至上位机。为了提高系统效率,将双端口 RAM 的存储空间分为了 2 部分,构成 PING - - PANG 模式:当其中一部分的数据写满后,由 DSP 读取,进行处理;与此同时在另一部分开始写入采集的图像数据。这样可以保证视频采集系统和数据处理同时进行,互不干扰,进一步提高了系统的效率。

1.4 USB 传输模块

USB 传输模块负责图像系统到 PC 机的通讯,USB 接口芯片采用最新的 ISP1581 芯片,该芯片支持 USB2.0 规范,传输速度高达 480Mbit/s,是和高速设备的传输要求。ISP1581 只是一块 USB2.0 规范引擎芯片,必须在单片机 P89C664 的配合下才能完成 USB 传输协议。图 2 为接口设计原理。

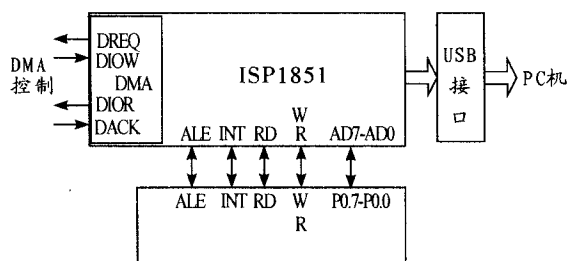
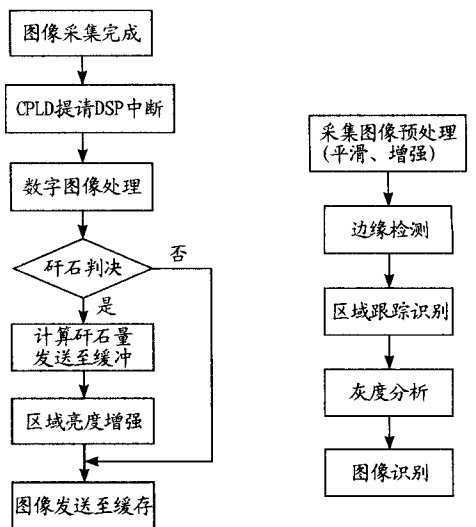


图 2 USB 接口原理

2 系统软件设计

考虑到本系统的软件处理任务较多,因此利用了 TI DSP/BIOS^[4]帮助完成线程间的调度,主处理流程及图像处理算法流程如图 3。图像处理是本系统的核心,主要包括图像预处理、边缘检测、区域标记、图像识别等算法。因为系统工作环境灰尘较大,光照度不理想,需对采集的图像做亮度、对比度、平滑度等方面的预处理,这样不仅能够有效地平滑噪声,还能够锐化模糊图像的边缘。由于系统在摄像和采集时主要产生的是脉冲噪声和点状噪声,故采用中值滤波较为适宜。图像经滤波去噪后进行边缘检测,边缘检测的算子较多,本系统采用 Sobel 算子。该算子算法简

单,得到的边缘也较粗,特别是用于这种边界不太清楚的场合。边缘检测后需对每一区域的边界进行跟踪标记,将标记后的坐标映射到原图上,然后单独对每一部分进行灰度分析。煤的灰度分布曲线比较尖锐,而矸石的比较平坦。也就是说,煤的灰度大部分都集中在一个很小的区间内,矸石的灰度分布则比较均匀。通过分析这 2 类图像的均值和方差,可对它们加以区别。判断为矸石的区域增加亮度后发送到视频输出缓存。同时,矸石区域做质量估算,估算结果送 USB 发送缓存。



a) 系统主流程

b) 图像处理流程

图 3 系统软件流程

3 结束语

本研究用 TI 公司的高性能浮点 DSP TMS320C6711 设计了一种煤与矸石识别系统,实现了系统从图像采集、实时数据处理与输出的各部分的具体结构,测试结果基本上令人满意。利用 JTAG 接口对系统进行在线调试,使系统具有很好的升级性和扩展性。采用 DSP 处理器,增强了系统的处理能力,提高了系统处理速度,保证了工作的实时性要求具有较好的应用前景。

参考文献:

- [1] 马宪民,蒋勇.煤与矸石识别的数字图像处理方法探讨[J].煤矿机电,2004(5):9-11.
- [2] 刘富强,钱建生.基于图像处理与识别技术的煤矸石自动分选[J].煤炭学报,2002,25(5):534-537.
- [3] 王旭宇,赵跃进,周渝斌.基于 DSP 的实时数字图像处理平台[J].光学技术,2004,30(5):630-632.
- [4] Texas Instruments. TMS320C6000 DSP/BIOS Application Programming Interface (API) Reference Guide[Z]. USA: [s.n.], 2003.
- [5] Texas Instruments. TMS320C62X/67X Peripherals Reference Guide[R]. 1998.