

基于DSP的矿用皮带机载人安全监测系统设计

针对目前矿工爬乘输送带存在安全隐患的问题,提供一种优于热释电红外线传感器的新型监测系统方案。该方案利用TMS320DM642处理摄像头采集运动的皮带机上图像,并对矿帽颜色和人脸轮廓或提取矿灯来进行人员识别处理,然后通过RS 485总线输出一个开关量信号到皮带机综合保护装置,利用该信号使皮带机紧急停车,起到保护乘人安全的作用。试验表明,系统具有实时性好、误报率低、检测准确度高、安全可靠以及便于安装等优点。

曹利波/中煤科工集团重庆研究院有限公司

当今,煤矿产业发展呈现稳步上升的趋势,安全生产的投入也不断加大,人员安全成为煤矿生产过程中的重中之重,然而皮带运输机上工作人员的安全监测依然存在很大的隐患。因此建立一套经济实用、安全可靠的皮带运输机载人安全监测系统,已成为实现煤矿安全生产的迫切要求。

传统的热释电红外传感器检测系统存在误报率高、易漏报和实时性差等问题,因此,提出了基于DSP矿用皮带机载人安全监测系统的方案^[1-3]。该方案充分利用皮带机系统现有的综合保护装置,在此基础上利用数字摄像头采集皮带机上图像信息,通过图像处理算法判断皮带机上是否有人,然后输出一个开关信号量到综合保护装置,控制皮带机的急停,起到保护乘人安全的作用^[4]。



曹利波/副研究员

关键词/Keywords

TMS320DM642 ·

图像处理 ·

MT9V032 ·

皮带机 ·

实时监测 ·

系统总体方案

1. 系统总体结构

基于图像处理的矿用皮带机载人安全监测系统总体结构框图如图1所示,系统主要由数字信号处理器、数字摄像头、RS 485接口电路和声光报警电路等部分组成。具体工作过程为数字摄像头采集井下皮带机上的图像信息,传给数字信号处理器进行图像处理^[5],并判断皮带机上是否有人,根据处理结果通过RS 485总线输出一个开关量信号给综合保护装置,控制皮带机的急停,起到及时保护乘人安全的作用。

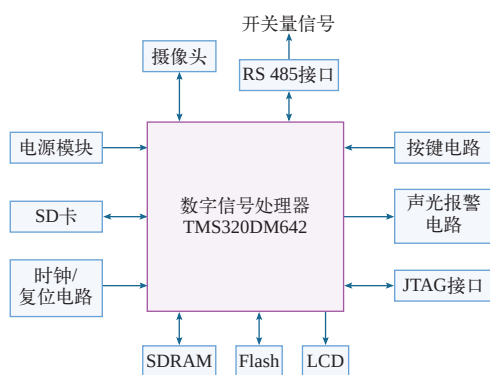


图1 系统总体结构框图

2. 关键元器件选型

由于系统需要处理的数据量较大,且对实时性要求较高,因此采用高性能、工作频率的600 MHz、型号为TMS320DM642的DSP作为处理器^[6,7]。

摄像头选用成本较低的CMOS数字摄像头MT9V032,该模块体积小,工作电压低,Wide-VGA图像最高达到60 帧/s,最高像素752×480,可设置成彩色或黑白

安徽高校省级自然科学研究项目(KJ2013B087)。

模式,适用于环境明暗变化较大以及比较暗的场合等,完全满足皮带机采集图像的要求。

系统硬件构成

硬件电路设计采用核心板加底层板的设计方案。核心板采用稳定可靠的YT-DM642六层板;底层板自己设计,主要包括摄像头接口电路、SD卡接口电路、通信接口电路和电源电路等四部分,下面主要介绍底层板电路各个部分。

1. 摄像头接口电路

摄像头模块与DSP连接电路如图2所示。其中,摄像头模块数据口D[0..15]连接至DSP的VPDIN0[0..15]端口;SIO_C连接至DSP的IIC0_SCL端口;SIO_D连接至IIC0_SDA端口;两个同步信号VSYNC和HREF分别连接至两个外部中断端口GP6_10和GP6_11;外部XCLK时钟信号采用27 MHz。一般情况下,将摄像头安置在距离皮带机机头20 m的危险性区域外,以便预留一定的算法处理时间和反应时间。

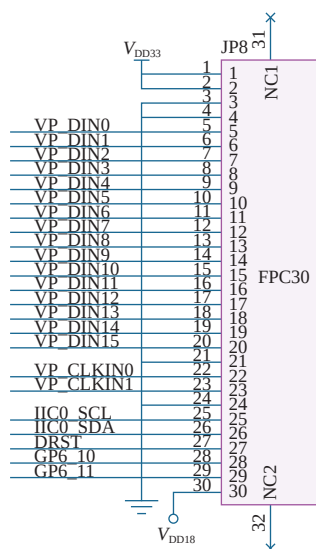


图2 摄像头接口电路

2. SD卡接口电路

SD卡接口电路如图3所示,用于存储摄像头采集的图像信息。电源和地之间连接滤波电容,保证了芯片工作的稳定性。

3. 通信接口电路

如图4所示,通信部分采用DM642的标准通信

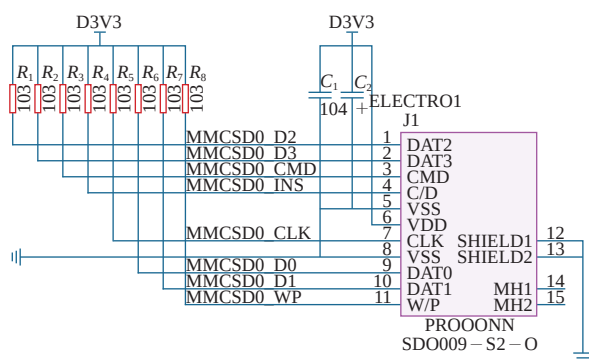


图3 SD卡接口电路

接口,用于传输图像处理的结果(二值信号量)给皮带机综合保护装置,控制皮带机的急停。一方面,选用完全隔离型RS 485元器件ADM2587实现隔离传输;另一方面,使用Modbus-RTU协议进行数据通信,保证了数据通信的一致性和可靠性。

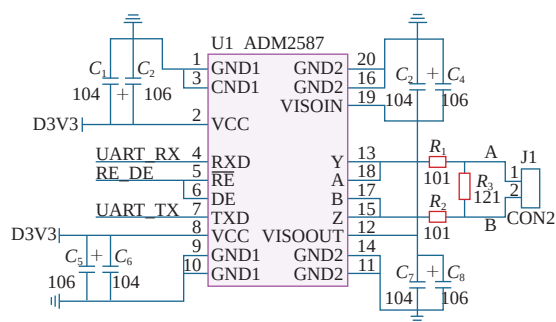


图4 通信接口电路

4. 电源电路

选用广州金升阳有限公司的AC/DC电源转换模块,将煤矿井下提供的AC 127 V电源转换为DC 5 V输出。电源电路如图5所示,通过线性稳压电源芯片LT1117-3.3将5 V转换为3.3 V。芯片输入、输出端都增加了滤波电容,即增强了电路抗干扰能力。

系统软件部分

由于程序要在DSP硬件上运行实现,并且对实时性要求较高,所以要求图像处理的算法尽可能简单、高效。煤矿下环境复杂,采集到的视频图像具有噪声多、背景暗等特点,因此通过识别矿灯和人脸轮廓或矿帽颜色来判断皮带机上是否有

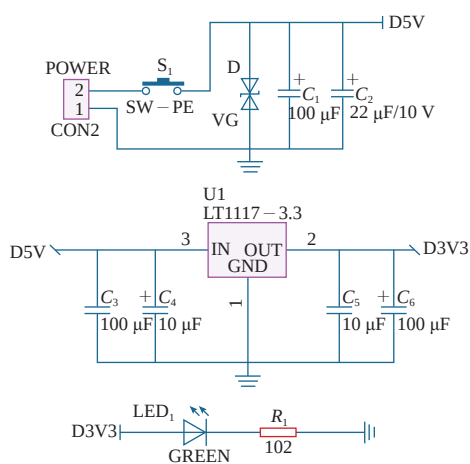


图5 电源电路

人。如图6所示，首先将现场采集的10 bit bayer格式的图像转化为RGB格式的图像，并进行中值滤波滤除环境中的噪声。然后根据矿帽的颜色进行初步识别，若为指定的颜色，则判断出有人在皮带上并进入了危险区域，立即发出报警信号，并输出二值信号控制电动机急停；若没有检测到矿帽的颜色，则将彩色图像转化为灰度图像，提取矿灯和人脸或安全帽的边缘信息，根据轮廓信息判断出是否有人，有人则报警并急停，否则返回并继续采集图像。

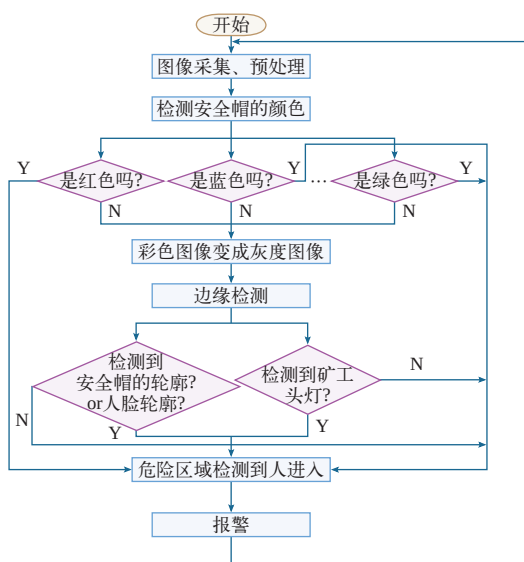


图6 软件流程

结束语

针对传统的热释电红外传感器检测系统在防止矿工爬乘输送带过程中存在误报率高、易漏报和实时性差等问题，设计了一种基于DSP的矿用皮带机载人安全监测系统。充分利用皮带机系统现有的综合保护装置，在此基础上利用数字摄像头采集皮带机上图像信息，识别矿帽颜色以及矿灯或人脸的轮廓，来有效判断皮带机上是否有人，然后输出一个开关量信号到综合保护装置，控制皮带机电动机急停，起到保护乘人安全的作用。试验表明，系统具有实时性好、误报率低、检测准确度高、安全可靠及便于安装等优点。

参考文献

- [1] 李菊芳, 顾晓春, 梁美玉. DSP TMS320C6701在煤与矸石图像识别中的应用[J]. 煤矿机械, 2010, 31 (7) : 219-220.
- [2] 赵劼, 刘铁根, 李晋申. 基于DM642的高速图像识别系统设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2007, 21 (1) : 87.
- [3] 寇立强, 于国防, 谭相录. 一种基于连通域标记的矿井巷道灯识别方法[J]. 现代计算机, 2011 (6) : 24-27.
- [4] Rafael C.Gonzalez, Richard E.Woods. Digital image processing third edition [M]. Bei Jing: Electronic Industry Press, 2001: 45-97.
- [5] 万纛, 韩毅, 卢汉清. 运动目标检测算法的探讨[J]. 计算机仿真, 2006, 23 (10) : 223-225.
- [6] 涂帅, 黄友锐, 赵娜娜. 基于数字图像处理的钢丝绳裂纹在线检测[J]. 煤炭工程, 2010 (4) : 100-103.
- [7] 张谢华, 张申, 方帅, 等. 煤矿智能视频监控中雾尘图像的清晰化研究[J]. 煤炭学报, 2014, 39 (1) : 198-204.

(收稿日期: 2014-07-18) EA