

文章编号:1000-582X(2006)07-0081-04

基于 DSP/BIOS 的隧道视频监控系统*

杨尚罡,黄席樾,李宝林,张 伟

(重庆大学 自动化学院,重庆 400030)

摘 要:介绍了一种基于 DSP/BIOS 的隧道视频监控系统,该系统有别于传统视频监控系统以 PC 机为处理核心,用专用图像采集卡采集图像的结构,而采用以 DSP 为主处理器,使用视频转换芯片采集图像的硬件平台,处理软件采用嵌入式软件,使用先进的图像处理算法.在满足视频监控性能要求的前提下,较好地解决了视频监控系统的成本问题,有较大的应用前景.通过到重庆中梁山隧道现场试验,验证此监控系统有较高的准确性、较好的实效性.

关键词:DSP/BIOS;视频监控;实时操作系统

中图分类号:TP316.2

文献标识码:A

隧道的安全越来越引起大家的注意.监控隧道的火灾安全、汽车行驶情况等是非常重要的,特别在发生火灾以及车祸时,要第一时间地传给监控工作人员,提示采取相应措施.然而,视频监控系统用于对指定的场景区域进行监视,并把场景内的信息传递给监控者,使其能根据相应的情况采取适当措施.通过实施可靠的交通智能视频监控,不仅可以实时、直观地知道各隧道路段车流量、车辆通行状况,而且可以及时自动检测交通事故,以便及时采取相应的措施,减少交通堵塞,最大限度地求得道路系统的利用率,创造安全、舒适的交通环境.同时,该隧道交通智能视频监控系统对于降低值班人员的劳动强度,提高工作效率等有着重要的意义.

传统的视频监控系统大多是以通用计算机为平台的核心,其工作方式采用视频采集卡采集图像,以通用计算机运行监控软件处理采集的图像,得到的场景信息,最后通过计算机的显示器传递给监控者^[1].由于计算机技术的飞跃,传统视频监视系统的性能也取得了长足的进步,但其固有缺点未得到解决,那就是其成本居高不下,严重影响了它的应用范围.

根据传统的视频监控系统的缺点,笔者提出 1 种基于 DSP/BIOS 的视频监控系统,并应用于隧道监控中.

1 DSP/BIOS 实时操作系统简介

DSP/BIOS 是 1 个内嵌式的软件,它为 DSP 应用程序的开发者提供了开发和分析嵌入式软件的能力. DSP/BIOS 包括 1 个很小的实时库,并提供相应的 API,而且还具备 1 套工具能够很方便地设置、跟踪和分析实时程序的运行.

DSP/BIOS 主要有以下 3 个部分组成:多线程实时内核;实时分析工具;芯片支持库.利用实时操作系统开发程序,可以方便快速的开发复杂的 DSP 程序.操作系统维护调度多线程的运行,只需将定制的数字信号算法作为 1 个线程嵌入系统即可;芯片支持库帮助管理外设资源,复杂的外设寄存器初始化可以利用直接图形工具配置;实时分析工具可以帮助分析算法实时运行情况. DSP 以模块化方式提供给用户对线程、中断、定时器、内存资源、所有外设资源的管理能力都可以根据需要进行剪裁.实际应用中需要的定制算法作为一个线程插入 DSP/BIOS 的调度队列,由 DSP/BIOS 进行调度^[2].

2 视频监控系统的原理

2.1 硬件接口

系统主要由视频采集芯片(SAA7111A)^[3]、可编程逻辑器件(CPLD)、双口 RAM 和 DSP

* 收稿日期:2006-03-18

基金项目:重庆市科技攻关项目(2003035-02)

作者简介:杨尚罡(1981-),男,重庆人,重庆大学硕士研究生,主要从事交通系统中的信息融合技术研究.

(TMS320VC5416)^[4]和FLASH存储器和单片机组成。其中,视频采集芯片将输入的标准PAL模拟电视信号转换成数字象素信号和图像的同步信号。CPLD通过对同步信号的组合,将图像存入双口RAM,并且CPLD还要通过组合来自DSP的存储器访问信号产生对双口RAM和FLASH的读写信号。DSP对处理图像信息,检测车辆,分割提取车辆,获取车辆参数,并通过串行接口将数据传送到单片机,由单片机进行后续的处理。双口RAM主要用于存储图像,由于双口RAM有2个独立的访问接口,对图像的写入(CPLD)和对图像的读出(DSP)可以同时进行,有利于提高系统处理的速度和精度。FLASH用于存储在DSP中运行的程序,程序运行中所需的一些常数和报警记录。单片机负责接收来自DSP数据,异常检测并报警,分发各种控制指令和完成与外界的交互。系统的硬件结构如图1所示。

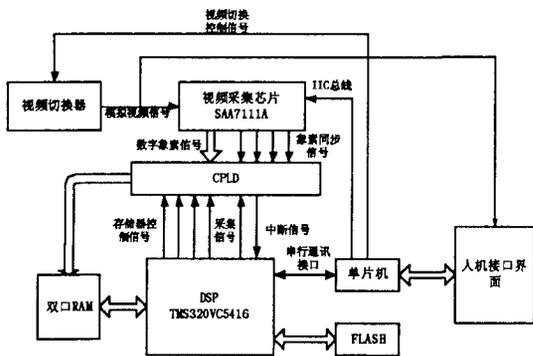


图1 系统的硬件结构框图

2.2 系统软件

2.2.1 工作原理

首先,是用户界面,为用户提供与系统软件进行交互的接口,包括用户对需要监控的视频场景的选择与提交、启停视频场景的监控、数据库的操作、对视频采集芯片的属性的设置、对预存背景的控制、对软件运行的控制等;其次,是启动控制模块实现对其他功能模块的控制;第三,初始化模块启动,完成摄像机的标定、背景初始化、分道线拟合;最后,是核心模块——图像处理模块,该模块作为一个后台工作线程对采集的视频信息进行分析,做出决策后启动相应的后台线程进行相应的处理:1)异常检测;2)异常报警启动;3)运动检测;4)运动分割;5)目标提取;6)目标跟踪;7)目标信息获取;8)目标信息保存;9)场景切换控制^[5]。软件模块构成如图2所示。

2.2.2 软件模块的基本功能

1)用户界面

用户界面的主要功能是提供一个与用户交互的接

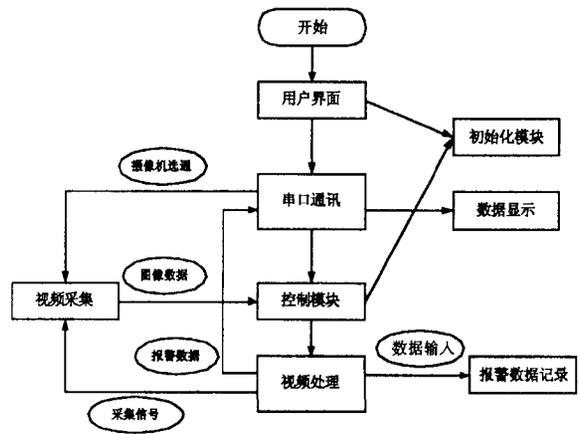


图2 软件模块组成框图

口,具体就是:

- a. 用户可以选择要监控的隧道场景;
- b. 用户可以进行视频采集芯片的属性设置;
- c. 用户能够启停视频采集芯片;
- d. 用户可以控制4路实时视频图像采集卡的启动;
- e. 用户能够控制所监控的视频场景的暂停和重新启用;
- f. 用户可以对异常报警进行复位;
- g. 异常报警时用户能够获取发生异常的隧道场景信息;
- h. 用户可以对系统软件运行进行控制。

2)控制模块

该模块主要是控制其它模块的运行及模块之间的通信。

3)视频采集模块

此模块在视频采集卡初始化和相应的采集通道被启动后就开始采集视频图像数据,并将一帧视频图像数据存放双口RAM中,然后就停止采集,等待视频处理模块发出采集控制信号。

4)视频处理模块

此模块是整个系统的核心部分,其主要完成对视频图像序列的处理与分析即为:

- a. 检测目标是否进入视频监控场景,若无目标进入则检测下一帧;
- b. 进行运动检测、目标提取及获取目标信息;
- c. 进行异常检测、判决是否报警;
- d. 发送控制信号控制其它模块,如串口通信模块等;
- e. 发出视频采集信号或视频场景切换控制信号。

5)串口通信模块

该模块主要完成对DSP与单片机之间的数据传

送,保证二者的协调工作。

2.3 监控软件设计

系统的软件分为2部分,分别在DSP和单片机中运行。其中单片机中的程序主要完成一些数据传输和设备的初始化,比较简单,无需使用操作系统,直接用C语言编写。DSP中运行的程序是软件的主要部分,比较复杂。为了提高软件的编写效率,这部分软件的构建用实时操作系统(DSP/BIOS)完成。首先在DSP的集成开发环境(CCS)中新建1个项目,再使用Configuration Tool创建1个对象,做好系统的基本设置后将该对象加入项目中。然后再对软件的各个模块进行具体的设计。

软件的各个模块功能对应相应的线程,为提高软件的运行速度,满足实时性的要求,这些线程都由Configuration Tool静态创建。线程之间的同步以及通讯用信箱及信号量来完成,信箱及信号量也由Configuration Tool静态创建^[6]。程序采用C语言编写,通过实时分析,发现视频处理模块的程序效率太低,对实时性有一定的影响,于是用汇编语言对其中的关键代码进行改写。

2.4 所用算法简介

视频监控的关键之一是要把目标从复杂的背景中分离出来,其中对背景的获取非常的重要。在这里使用了基于Kalman滤波理论渐消记忆递归最小二乘法的背景重建的算法,其适用于背景变化较慢的视频场景,它将运动目标视为对背景的零均值随机扰动,从而应用Kalman滤波器在零均值白噪声的退化公式,即渐消记忆递归最小二乘法来更新和重建背景。该算法中的渐消递归最小二乘法的普遍公式为:

$$\hat{\phi}(k+1) = \hat{\phi}(k) + K(k+1)[\phi(k+1) - W\hat{\phi}(k)],$$

$$K(k+1) = P(k+1)W^T[\alpha I + WP(k)W^T]^{-1},$$

$$P(k+1) = \frac{1}{\alpha}[I - K(k+1)W]P(k),$$

式中: $\phi(k+1)$ 是 $k+1$ 时刻的输入图像, $\hat{\phi}(k+1)$ 和 $\hat{\phi}(k)$ 分别是第 $k+1$ 时刻、第 k 时刻的背景估计图像, $K(k+1)$ 是第 $k+1$ 时刻的时变增益因子, $P(k+1)$ 和 $P(k)$ 是第 $k+1$ 时刻、第 k 时刻的方差矩阵, W 是观测矩阵, α 是渐消记忆因子, I 是单位矩阵。通过式(1)可以完成背景的递归估计,实现背景图像的实时更新和重建。公式中时变增益因子 K 反映了图像的当前帧对背景估值的影响大小,决定滤波器的时间响应。而引入渐消因子 α 是考虑到滤波时为防止发散,限制滤波记忆长度,通过对历史数据的指数加权,逐渐消除旧的数据影响。值的选择与背景的变化快慢有关,当背景变化

较快时值应选得小一些;反之,当背景变化较慢时,值应选得大一些。根据重建的背景对图像进行运动分割和去噪,然后再对前诉的处理结果进行运动目标提取,运动目标的提取算法流程图如图3所示。

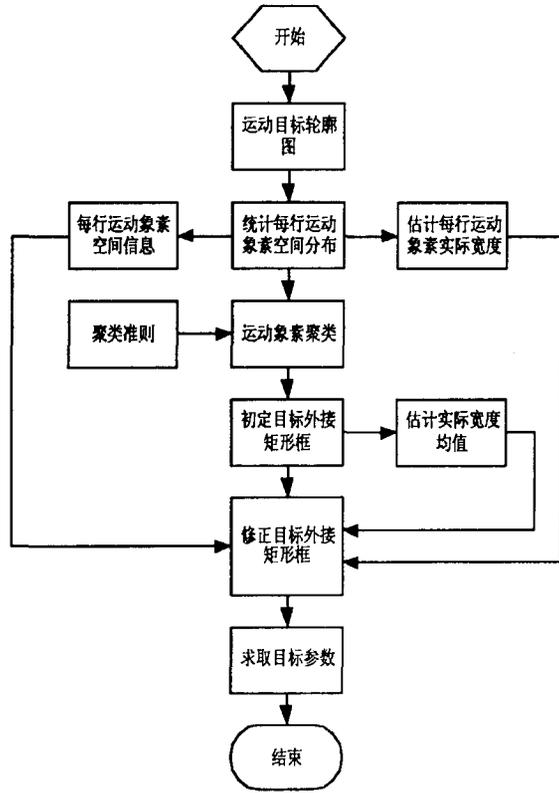


图3 运动目标提取算法流程图

3 隧道视频监控系统的验证

把隧道视频监控系统引用到重庆中梁山隧道中,系统对采集的图像经过减除背景、运动检测与分割、去噪和运动目标提取算法处理,然后判断是否需要报警。各个算法的执行结果如图4所示。

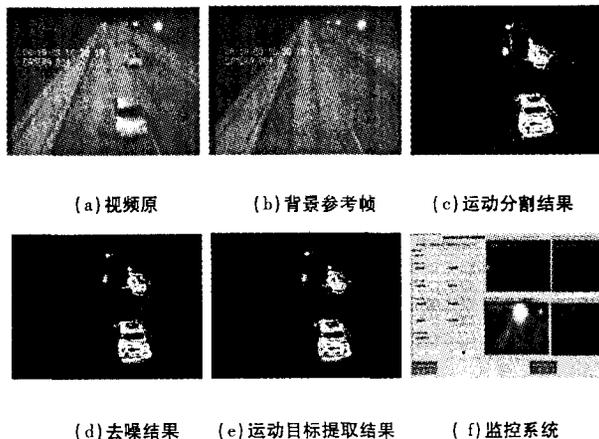


图4 算法执行结果和系统图

其中,图4(a)是监控系统摄像机摄取到的1帧视频原

图;图4(b)是采用基于Kalman滤波理论的背景预测算法获取的隧道内的道路背景;图4(c)是对图4(a)根据图4(b)的背景参考帧进行运动分割得到的结果;图4(d)是对图4(c)采用基于像素空间分布的去噪算法进行去噪的结果图像;图4(e)是对图4(d)进行运动目标提取的结果图,图4(e)中用外接矩形框标识提取到的运动目标;图4(f)是监控系统的运行界面图。

4 结论

介绍了一种基于DSP/BIOS的隧道视频监控系统,其中,DSP/BIOS包括一个很小的实时库,并提供相应的API,而且还具备一套工具能够很方便地设置、跟踪和分析实时程序的运行。使得基于DSP/BIOS的隧道视频监控系统具有较高的准确性、较好的实效性。此系统可以及时自动检测交通事故,以便及时采取相应的措施,减少交通堵塞,最大限度地求得道路系统的利用率,还可以降低值班人员的劳动强度,提高工作效率。

参考文献:

- [1] 顾永建,高守乐.基于嵌入式系统的网络数字视频监控系統[J].计算机技术与应用,2005,(1):40-42.
- [2] Texas Instruments. TMS320C54x DSP/BIOS User's Guide [EB/OL]. <http://focus.ti.com/cn/general/docs/lit/getliterature.tsp?literatureNumber=spru326c&fileType=pdf>, 2005-09-20.
- [3] Philips. SAA7111A Enhanced Video Input Processor Data Sheet [EB/OL]. http://www.semiconductors.philips.com/acrobat/datasheets/SAA7111A_4.pdf, 2005-09-20.
- [4] Texas Instruments. TMS320C54x DSP Reference Set Volume 1: CPU and Peripherals [EB/OL]. <http://focus.ti.com/cn/general/docs/lit/getliterature.tsp?literatureNumber=spru131g&fileType=pdf>, 2005-09-20.
- [5] 宋西萍,李国俊,徐淑玲.用TI的DSP实现基于IP网络的数字视频监控系統[J].气象水文海洋仪器,2004,(1):58-61.
- [6] 徐盛,胡剑凌.数字信号处理器开发实践[M].上海:上海交通大学出版社,2003.

Video Monitor and Control System of Tunnel Based on DSP/BIOS

YNAG Shang-gang, HUANG Xi-yue, LI Bao-lin, ZHANG Wei
(College Automation of Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: A video Monitor & Control system of tunnel based on DSP/BIOS is proposed, which is different from traditional video Monitor & Control system. It uses DSP to process image, and uses enhanced video input processor to acquire image. This system satisfies all requirements of video supervision, and is a low cost system. It has a good application foreground. The system has been confirmed as a good veracity and practicability system through testing in the Zhongliang Mountain tunnel of Chongqing.

Key words: DSP/BIOS; video monitor & control; run time perate system

(编辑 陈移峰)