

文章编号:1004-1478(2011)06-0099-04

无人值守变电站异常目标自动跟踪系统设计

程华¹, 杨伟², 刘新宇³

- (1. 河南省太康县电业管理局, 河南 太康 461400;
2. 河南省新乡县电业局, 河南 新乡 453700;
3. 华北水利水电学院 电力学院, 河南 郑州 450011)

摘要:针对目前无人值守变电站监控系统自动化程度低、实时性差等问题,研发了一种以高性能 DSP 芯片 TMS320C6416 为核心处理器的异常目标自动跟踪系统. 软件采用独创的方向判别与速度预测算法来检测异常运动目标的运动参数,并以此控制摄像机自动跟踪异常运动目标. 硬件采用嵌入式技术,实现了摄像头、云台、控制器的一体化设计. 现场试运行结果表明,系统具有良好的跟踪性能和稳定性.

关键词:无人值守变电站;TMS320C6416;方向判别;速度预测;异常目标自动跟踪系统
中图分类号:TP873 **文献标志码:**A

Design of an automatic tracking system of suspicious object for non-attended substation

CHENG Hua¹, YANG Wei², LIU Xin-yu³

- (1. *Electr. Power Company of Taikang County, Taikang 461400, China;*
2. *Electr. Power Company of Xinxiang County, Xinxiang 453700, China;*
3. *College of Power, North China Univ. of Water Resource and Electr. Power, Zhengzhou 450011, China)*

Abstract: In order to deal with the problem that the degree of automation of monitoring system for non-attended substation is low and the real time quality is poor, an abnormal target automatic tracking system based on TMS320C6416 operational processor was developed. An original direction discrimination and velocity prediction algorithm were designed on software in order to detect the parameters of moving object and then to control camera to track the abnormal moving target. The hardware of this system was based on embedded technology so that it could realize the integration of camera, PTZ and controller. The result of field trials showed that the system had a good tracking performance and stability.

Key words: non-attended substation; TMS320C6416; direction discrimination; velocity prediction; automatic tracking system of suspicious object

0 引言

目前,无人值守变电站监控系统普遍智能化程度较低,要求监控人员不间断地监视屏幕以获得视

频信息,然后通过人为的理解和判断得出结论并做出相应的决策. 监控人员长期盯着众多的电视监视器是一项非常繁重的任务,而由人员操作控制键盘、锁定目标、控制云台运动来跟踪目标的模式,则

收稿日期:2011-07-10

作者简介:程华(1973—),男,河南省太康县人,河南省太康县电业管理局助理工程师,主要研究方向为电网运行技术.

由于存在监视范围大、人易疲劳和连续反应速度迟缓等缺陷,大大降低了监控效率^[1].国内对变电站自动跟踪系统的研究,以手动控制为主,虽然引进了一些国外技术,但目前还没有消化吸收,没有得到推广.国外的研究技术好,但成本高,比国内高3~5倍,推广受到限制.因此,研制新的视频自动跟踪装置已迫在眉睫.本文拟设计一个无人值守变电站异常目标实时自动跟踪系统,以期降低变电站监控中心工作人员劳动强度,降低生产成本,且真正实现无人值守场合的闭环监控.

1 系统硬件设计

系统的硬件框图如图1所示^[2].其中系统核心数据处理器件 TMS320C6416 DSP 是 TI 公司的 DSP 芯片,主要用于图像数据的采集及处理.图像的数据采集单元采用 AD 公司的 AD9042 芯片,以 XILINX 公司的 FPGA 器件作数据采集的控制单元.

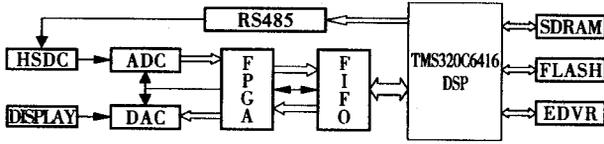


图1 系统硬件框图

1.1 视频采集与输出模块

该模块由 EP1K50 现场可编程门阵列 FPGA 和 A/D 转换 BT835、D/A 转换 BT864 组成,FPGA 为该模块提供整体的逻辑控制.系统处理的原始视频图像由高速球型摄像机摄取,在 FPGA 的控制下,BT835 将输入的模拟视频信号转换为 16 b 的 YUV422 格式的数字信号.FPGA 将处理结果写入 IDT72V265 的 FIFO 缓存,DSP 通过 DMA 方式将 FIFO 的数据读入 SDRAM 中^[3].经过 DSP 处理的数据仍然以 DMA 方式送入 FIFO,在 FPGA 的控制下送给 BT864 转换为模拟视频信号显示.

1.2 数据处理模块

DSP 数据分析处理模块是系统的核心部分.设计时采用自行研发的识别跟踪算法,提取运动目标的运动速度和方向等参数.DSP 一方面将 YUV422 格式的数据写入 FIFO,由 BT864 转换成模拟视频信号输出;另一方面将运动参数转换为高速球旋转的角速度,实现对高速球转动的控制和目标跟踪^[4].

1.3 存储器扩展模块

由于 TMS320C6416 片内的存储容量有限,故系统通过 EMIFB 的 CEO 和 EMIFA 的 CEO 接口分别

扩展了 8 M × 16 b 的 SDRAM 和 4 M × 64 b 的 SDRAM.另外,由于 TMS320C6416 内部没有 ROM^[5-6],因此系统通过 EMIFB 芯片的 CE1 空间扩展了 2 M 的 Flash,用于存储用户程序.由于在系统上电复位期间,一级引导程序总是将 Flash 中 1 Kb 大小的程序搬运到 TMS320C6416 的内部 RAM 中.而本系统程序远远大于 1 K,因此在系统中设计了二级引导程序,连同中断向量表一起放入 1 K 的 Flash 中.用户程序先由二级引导程序转入内部 RAM 中,然后跳转至用户起始地址处执行.

2 系统软件设计

2.1 运动目标检测

帧间差分法的基本原理就是将前后 2 帧图像对应像素点的灰度值相减,在环境亮度变化不大的情况下,如果对应像素灰度相差很小,则认为此处景物是静止的;否则,则认为图像中有物体运动,将这些区域标记下来,利用这些标记的像素区域就可以求出运动目标在图像中的位置^[7-8].该运动目标实时跟踪系统是采用三帧差分来进行运动目标检测的,这种方法不仅能提高运动目标检测的速度,还能提高所检测运动目标图像的完整性.

2.2 运动目标实时跟踪方向判别

运动目标图像如图2所示.3帧图像差分算法原理如图3所示.

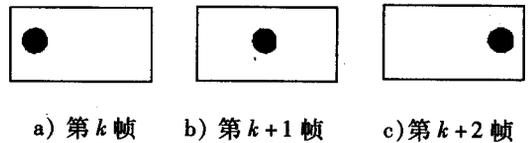


图2 运动目标图像

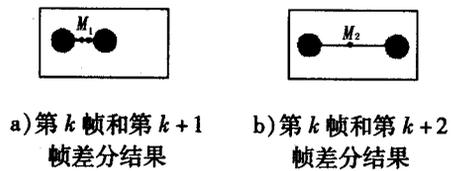


图3 3帧图像差分算法原理

首先收集某一时间段里的视频序列图像 f_1, f_2, \dots, f_n 用于背景的提取.设 $f_k(x, y), f_{k+1}(x, y)$ 和 $f_{k+2}(x, y)$ 为视频序列中的 3 帧图像 ($1 \leq k+2 \leq n$), (x, y) 为对应帧的坐标.把第 k 帧作为背景帧,用第 $k+1$ 帧减第 k 帧获得二者的差分图像, M_1 为所获差分图像的质心,如图 2a) 所示.用第 $k+2$ 帧减去第 k 帧,获得第 k 帧与第 $k+2$ 帧的差分图像, M_2 为所获差分图像的质心,如图 2b) 所示.质心 M_1 和 M_2

的坐标 (\bar{X}, \bar{Y}) 的计算公式为

$$\begin{cases} \bar{X} = \sum x \sum y X f(x, y) [\sum x \sum y f(x, y)]^{-1} \\ \bar{Y} = \sum x \sum y Y f(x, y) [\sum x \sum y f(x, y)]^{-1} \end{cases}$$

根据质心点 M_1 和 M_2 的坐标值,就可以确定云台的水平转动方向,连续跟踪运动目标.同理可以对垂直方向上的运动目标进行跟踪.

2.3 运动目标实时跟踪速度预测

速度预测算法原理如图4所示.假如目标点 B 到屏幕的中心点 A 的距离为 L_1 ,

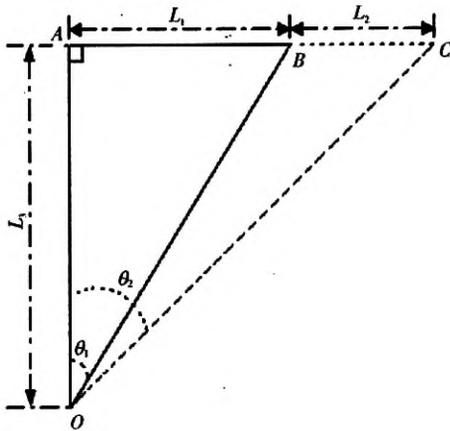


图4 速度预测算法原理

摄像机的焦距为 L_3 , 则 $\theta_1 = \tan^{-1} L_1 / L_3$, 目标运动的速度 $v = L_1 / t_1$. 已知云台的水平速度为 $6^\circ / s$, 故云台转过 θ_1 的时间 $t = \theta_1 / 6$, 此时目标又向前运动的距离 $L_2 = vt$, 则角度 $\theta_2 = (L_1 + L_2) / L_3$, 故云台总跟踪时间 $t_2 = \theta_2 / 6$, 其预测时间为 $t_2 - t_1$. 这里的预测时间实际上代表了跟踪速度的大小. 同理可以对垂直方向的运动目标速度大小进行预测.

3 系统程序编制

系统采用 VC++ 语言编程,以 DSP 为开发平台,

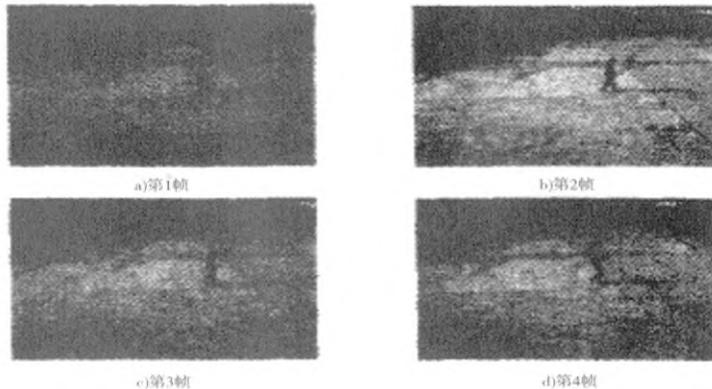


图6 视频序列图像

图5为系统软件流程图.系统上电后,首先对摄取到的实时图像进行预处理,采用帧差法判断视频中是否有运动物体存在,若存在运动目标,就利用方向判别和速度预测算法对运动目标进行跟踪.另外,在程序执行过程中,系统将视频数据以 DMA 方式从 FIFO 读入缓存. DSP 每处理 3 帧图像,便以查询的方式读取缓冲区.同时,为了很流畅地输出视频,在视频的输出一部分设计了一个乒乓结构的缓冲区^[9-10].

4 实验结果与分析

图6所示为运动目标跟踪系统在实际使用中采

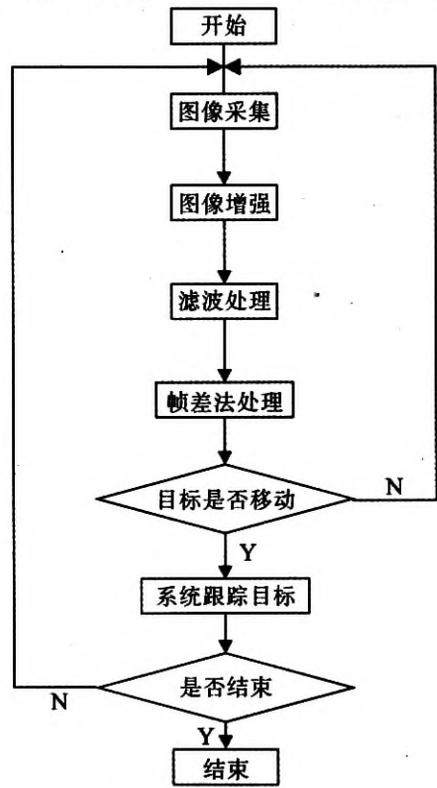


图5 系统软件流程图

集的连续的4帧视频图像,把第1帧作为背景帧,用第2帧减第1帧获得运动目标的初始位置,用第3帧减去第1帧获得运动目标运动后的位置.通过判断这2个位置的差别,即可确定运动目标的运动方向和位置.通过向云台发送控制命令,控制摄像机达到运动目标运动后的位置.由图6可知,在第1,2,3帧图像中,云台及摄像头并没有移动,而到第4帧时,通过判断运动目标确实移动后,云台及摄像头的位置才发生了变化.图7a)b)分别是图5中a)与b)和a)与c)差分后的二值图.

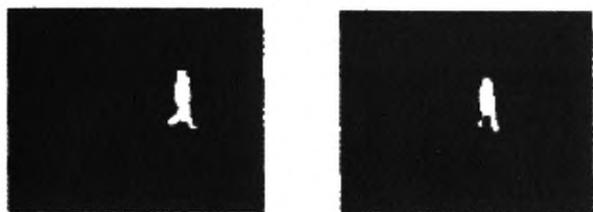


图7 3帧图像差分后的二值图

5 结语

本文以高性能DSP芯片TMS320C6416为核心,设计了无人值守变电站异常目标自动跟踪系统.利用改进的跟踪算法和硬件系统实现了摄像头对动态目标的检测与跟踪,提高了跟踪的精度.在许昌某地区2个变电站的试运行表明,在计算机的控制下,云台能够自动跟踪运动目标,使其始终在摄像头的监测范围内,跟踪效果良好.

参考文献:

- [1] 侯思祖,田新成,陆旭,等.变电站视频监控系统设计研究[J].电力系统保护与控制,2007,35(9):60.
- [2] 徐剑.目标跟踪系统的设计与研究[D].西安:西北工业大学,2005:1-4.
- [3] 蒋伟,王志强.远程图像监控系统在无人值守变电站的应用[J].电力设备,2008(7):60.
- [4] Kartsolis,Xu Junming. Designing Embedded Hardware[M]. Beijing:Posts and Telecom Press,2002:25-31.
- [5] 练笔战,杨扬.电力图像监控系统集成平台的研究与设计[J].电力系统保护与控制,2011,39(6):124.
- [6] 钱美,吴正国,韩江桂.船舶综合电力系统监控网络实时性分析[J].电力系统保护与控制,2010,38(15):38.
- [7] 陈丹瑜,陈国飞,笃峻.对监控系统冗余配置模式的改进[J].电力系统保护与控制,2007,35(12):124.
- [8] 梁竹靓,石超.基于CORBA技术的分布式电力监控系统的设计[J].电力系统保护与控制,2008,36(17):67.
- [9] 王少荣,程时杰.实现电力监控嵌入式系统可靠数据交换的串行通信Agent[J].电力系统保护与控制,2007,35(19):38.
- [10] Lv Guoliang,Zhao Shuguang. The new moving target detection method based on frame differentia and connectivity inspection[J]. LCD and Display,2007,22(1):87.