

一种通用的视频目标跟踪系统设计

刘卫光^{1,2}, 李广鑫²

(1. 中原工学院 计算机学院, 河南 郑州 450007;

2. 西安电子科技大学 计算机学院, 陕西 西安 710071)

摘 要:在视频目标跟踪系统设计中,通常是针对实际的应用开发跟踪设备。在目标跟踪系统中,实时与通用是两个极为重要的性能。在传统视频目标跟踪系统研究的基础上,给出了具有 CompactPCI 总线、并行分布式结构的设计方案,实现了实时性与通用性,其核心是基于标准总线的实时系统,上位 PC 机实现卡尔曼预测, DSP 并行完成频域转换与相关,由 FPGA 实现总线接口控制。实验表明所实现的系统具有实时性强、通信带宽大、可通用性强的特点,实用表明了它的可行性。

关键词:卡尔曼预测;频域相关;实时操作系统;并行分布式结构

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2009)10-0110-03

A General Scheme for Video Tracking System

LIU Wei-guang^{1,2}, LI Guang-xin²

(1. Computer Department, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China;

2. Computer Department, Xidian University, Xi'an 710071, China)

Abstract: In the designing of video tracking system, the special tracking machine is often developed for practical application. In video tracking system, real time and general purpose are very important performance. After researching of traditional technology of video tracking, a novel scheme of real time video tracking system based on CompactPCI bus and parallel computer architecture is presented. The kernel component is real time operation system of standard bus. PC is performed for Kalman filtering, DSP is employed to accomplish FFT transform and correlation parallel, FPGA is served to control CompactPCI bus bridge. The system has characteristics of strong real time capability, and working perfectly.

Key words: Kalman filtering; frequency domain correlation; real time operation system; parallel distribute architecture

0 引言

实时运动目标跟踪把图像处理、自动控制、信息科学有机结合起来,形成了一种能从图像信号中实时地自动识别目标,提取目标位置信息,自动跟踪目标运动的技术。对目标进行实时跟踪在军事、工业和科学研究方面都具有重要的意义和广泛的用途。

对视频传感器进行目标跟踪的研究,跟踪算法是其关键技术。运动目标跟踪算法的优劣直接影响着运动目标跟踪的稳定性和精确度,虽然对运动目标跟踪理论的研究已经进行了很多年,但至今它仍然是计算机视觉等领域的研究热点问题之一。现有的目标跟踪算法有多种均能完成对运动目标的跟踪,大多基于特征、空域相关、粒子滤波^[1]等算法,需要处理的数据量

大、运算复杂,很难满足实时跟踪的要求。因此研究具有较好鲁棒性和自适应性而且运算简单的实时目标检测与跟踪算法引起了许多研究者们的关注。

近年相关理论研究已经取得了很多成果,而实用可靠的跟踪系统目前主要用于军事,跟踪算法又是其核心技术。国外有关实时视频跟踪系统的技术细节报道甚少,视频跟踪技术应用的突出障碍是实时性与处理速度。视频巨量数据处理又使得跟踪处理系统的研制开发具有相当高的难度。

国内的有关研究^[2~5]局限于利用高性能数字信号处理器提高处理速度,针对特定的应用环境,设计专用的总线接口,通用性差,并未采用实时操作系统和高速总线的软硬件平台,从系统结构上保障实时跟踪的可靠性。文中提出并研制了实时视频跟踪系统,其系统结构是基于 VxWorks 实时操作系统和 CompactPCI (CPCI, IEEE 1101.11) 标准总线的多 DSP 分布式体系结构,上位机实现卡尔曼预测^[6,7]和跟踪显示,下位机 DSP 并行完成频域转换与相关, CPLD 实现总线接

收稿日期: 2009-01-17; 修回日期: 2009-04-13

基金项目: 河南省科技攻关项目(2008A520029)

作者简介: 刘卫光(1966-),男,河南新乡人,博士后,副教授,主要研究方向为计算机视觉、嵌入式系统。

口控制,具有实时、高速、标准化的特点。

1 系统构成和原理

1.1 参数分析

实时完成视频采集频率为 25 帧/秒(PAL 制),每帧图像为 320×240 分辨率,经过 A/D14 位转换,速率为 10MHz,图像帧数据量为: $320 \times 240 \times 2 = 153600$ 字节。时钟信号 10MHz,帧频信号每 40 ms 有一脉冲,7.68ms 传送数据,空闲 32.32ms 后,产生下一帧信号。

因此系统总线传送速率应大于 10M 字/秒,DSP 应在 32.32ms 内完成图像帧频域变换、相关处理,采用 CPCI 总线、VxWORKS 实时操作系统、ADSP-TS101 芯片来保证视频实时跟踪运算。

1.2 系统组成和工作原理

视频跟踪系统硬件由采集、处理和显控模块三部分组成,三个模块电路板通过 CPCI 总线连接。采集模块包括视频图像帧存储器 FIFO、预处理,处理模块包括频域变换、相关运算,显控模块进行卡尔曼预测和显示输出。系统工作过程为:从视频输入的模拟视频信号,经数字化采集存入帧存储器 FIFO,由 DSP 及其外设构成的图像处理机对帧图像进行预处理,包括灰度均衡、中值滤波、图像锐化等;然后通过 CPCI 总线将数据传送到处理模块,完成频域变换、相关运算,通过相关峰值取得的位移矢量,即得到跟踪位移与方向;处理完成的结果经过 CPCI 总线写入视频显示模块输出在终端监视设备上,再进行下一帧卡尔曼预测,循环运行。系统结构框图如图 1 所示。

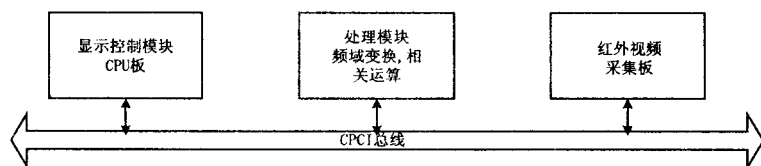


图 1 视频跟踪系统结构

1.3 视频采集模块与系统显示控制模块

(1) 视频采集模块。

设计用于实现对视频数据的采集、数字化和传送。该模块主要包括:视频 AD、数据缓冲 FIFO、DSP 预处理、CPCI 总线控制等。如图 2 所示。

视频部分由放大、钳位与增益控制、采样保持等功能单元组成。A/D 为 14bit。视频图像帧数据写入缓冲 FIFO,在 DSP 内进行预处理,通过 CPCI 总线桥的控制,帧数据发送到处理模块。

(2) 系统显示控制模块。

此模块采用 SBS-CL9 单板机,处理器为 Intel Pentium M 1G, 512M 内存, VGA 显示输出接口,安装

vxworks 实时操作系统,完成 CPCI 总线的实时控制调度任务,并通过总线读取跟踪处理结果实时显示。其主要任务是完成卡尔曼预测,并显示跟踪过程。

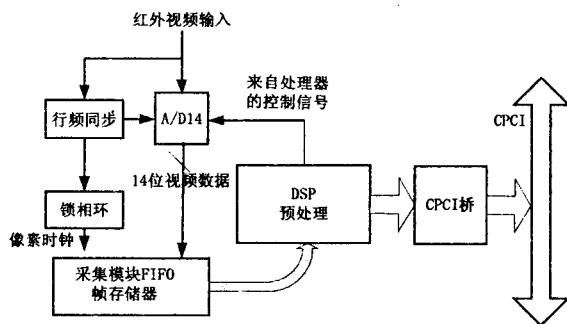


图 2 视频采集预处理、频域变换模块结构示意图

1.4 视频图像数据处理模块

跟踪处理以 AD 公司 DSP-TS101 为核心^[8],构成处理模块,核心由两个 DSP 组成,通过 LINK 接口相连,原理如图 3 所示。

处理模块由两片 TS101 组成,分别完成图像的频域变换和相关,CPLD(EPM7256)完成 CPCI 接口控制和板内逻辑控制,在上电后,FLASH 加载完成 DSP 初始化管理程序和图像处理主程序,CPCI 接口控制逻辑由 CPLD 产生,包括工作模式、数据和地址总线、双口 RAM 读/写控制信号、FIFO 读/写信号以及 DMA、外中断等信号。DMA 传输帧数据和中断时序,如图 4 所示。

2 系统硬件设计

2.1 CPCI 总线接口

视频跟踪系统采用 CPCI 标准总线作为数据传送通道,是利用了其兼容 PCI 规范的特点,并增加了热插拔等功能提高了系统的可靠性。通过 PCI9054(PLX 公司的符合 PCI 规范 2.2 版本的桥)控制芯片,并且由 CPLD 实现控制逻辑,对 CPCI 总线进行 DMA 数据传输,将总线配置为 32 位非多路复用局部总线(C 模式)。PCI9054 设置异步模式,局部总线与 CPCI 总线主设备均可访问 PCI9054 芯片内部寄存器、CPCI 总线空间、局部总线地址空间。这时 PCI9054 在 CPCI 总线执行从模式数据传输,而在局部总线执行主模式传输。

2.2 采集模块帧缓存和数据传送

在传统的流水线式数据处理系统设计中,常采用“乒乓”结构解决数据采集、数据处理过程之间共享存储器的资源冲突问题,已有的文献[5]设计时采用了“乒乓”帧存结构,“乒乓”开关的切换由 CPLD 内的总

MHT 算法和全局 Hough 变换相结合来提取电力线的方法,对复杂背景下航空图像的电力线完整提取是十分有效的,所以该算法也必将在直升机巡线系统中得到成功应用。

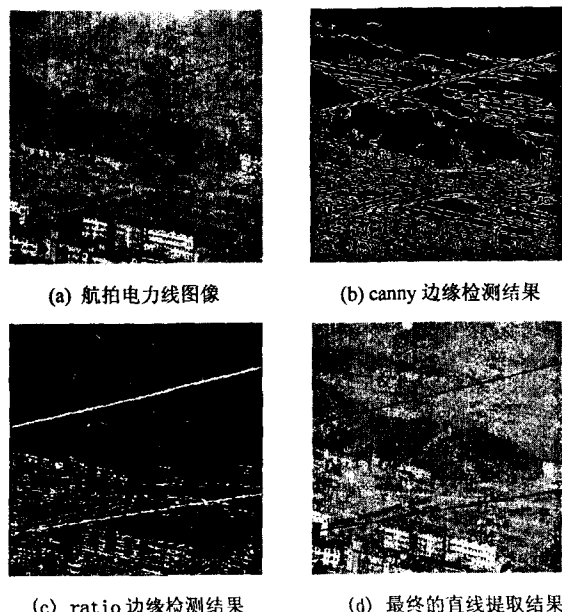


图 2 算法仿真结果

参考文献:

- [1] Whitworth C C, Duller A W G, Jones D I, et al. Aerial video

(上接第 112 页)

5 结束语

提出并研制了实时视频跟踪系统,其系统结构是基于 VxWorks 实时操作系统和 CPCI 总线的多 DSP 分布式体系,上位机进行跟踪显示和卡尔曼预测,下位机 DSP 并行完成频域转换与相关, CPLD 实现总线接口控制。在此硬件上实现了卡尔曼预测与目标频域相关跟踪算法,充分利用卡尔曼预测功能来预测下一帧目标可能出现的区域,然后在局部预测区域中进行频域相关匹配运算,迅速找到最佳相关匹配点。与传统相关跟踪算法相比,其优越性在于准确性和实时性。实验证明了此视频跟踪系统具有实时、准确、标准化的特点。

参考文献:

- [1] Bruno M S. Bayesian methods for multi-aspect target tracking in image sequences[J]. IEEE Trans. Signal Processing, 2004, 52(7):1848-1861.
[2] 曹治国,王岳环,左峥嵘. 多总线多 DSP 实时图像处理操作

inspection of overhead power lines[J]. Power Engineering Journal, 2001(2):25-32.

- [2] 李朝阳. 高压线路走廊特征物提取和高程计算研究[D]. 北京:北京邮电大学, 2006.
[3] Baltsavias E P. A comparison between photo-grammetry and laser scanning [J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 1999, 54(2-3):83-94.
[4] Sonka M, Hlavac V, Boyle R. 图像处理、分析与机器视觉 中文版[M]. 第 2 版. 艾海舟,武 勃,等译. 北京:人民邮电出版社, 2003.
[5] Touzi R, Lopes A, Bousquet P. A Statistical and Geometrical Edge Detector[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1988, 26(6):764-773.
[6] 孔繁兴. SAR 图像的主干道路自动提取方法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2006.
[7] Yan Guangjian, Li Chaoyang, Zhou Guoqing, et al. Automatic Extraction of Power Lines From Aerial Images[J]. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2007, 4(3): 387-391.
[8] 冈萨雷斯. 数字图像处理[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社, 2003:463-473.
[9] 阮秋琦. 数字图像处理学[M]. 北京:电子工业出版社, 2007:153-164.
[10] Chutatape O, Guo Linfeng. A modified Hough transform for line detection and its performance[J]. Pattern Recognition, 1999(32):181-192.

系统的设计与实现[J]. 计算机学报, 2002, 25(7):708-715.

- [3] 刘学练,张 航,熊富强. TMS320 在交通流视频检测中的应用[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(12):200-202.
[4] 王 伟,张正兰. 基于 J2ME 平台的手机实时监视系统的设计[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(12):181-183.
[5] 刘宇杰,秦肖臻,彭 力,等. 一种基于 P2P 的视频点播系统设计[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(1):193-195.
[6] Welch G, Bishop G. An introduction to the Kalman filter[EB/OL]. 2006-08-10. <http://www.cs.unc.edu/welch/kalman>.
[7] Kuo C M, Chung S C, Shih P Y. Kalman filtering based rate constrained motion estimation for very low bit video coding [J]. IEEE Trans. CSVT, 2006, 16(1):3-18.
[8] 刘书明,罗军辉. ADSP SHARC 系列 DSP 应用系统设计 [M]. 北京:电子工业出版社, 2002.
[9] Lucchese L, Doretto G, Cortelazzo G M. A Frequency Domain Technique for Range Data Registration[J]. IEEE Trans. PAMI, 2002, 24(11):1469-1484.
[10] 宋建斌,李 波,李 炜. 模式和时空相关性的运动估计快速算法[J]. 电子学报, 2007, 35(10):1823-1827.