

# 基于双 DSP 平台的实时跟踪系统设计

## The Design of Real-time Video Tracking System Based on Double DSP

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)张叶<sup>1,2</sup> 曲宏松<sup>1,2</sup> 王延杰<sup>1</sup>  
Zhang, Ye Qu, Hongsong Wang, Yanjie

**摘要:**本文以两片定点 DSP TMS320C6203 为核心,设计了一个用于处理 1024×1024 大小图像(12 位数字相机)的电视跟踪系统,并对系统的硬件设计和软件设计分别进行了详细介绍。对实时图像序列进行预处理后,DSP1 进行捕获和图像增强、显示,DSP2 用于实时跟踪。主要解决了两个关键问题:第一,采用分段投影的方法,解决了对于大图像大数据量的目标全屏捕获问题,并满足实时要求;第二,根据目标大小动态调节跟踪窗,对目标进行实时跟踪。实验表明系统对目标的实时跟踪有很好的性能。

**关键字:**双 DSP 平台;实时跟踪系统设计;12 位数字相机  
**中图分类号:**TP317.4 **文献标识码:**A

**Abstract:**In order to meet the requirement of the real-time video tracking system, we can utilize the embedded double DSPs to assign multi-task efficiently and reduce the processing time. This paper also resolved two key problem: first, in order to capture the target in the huge video image(1024\*1024), we use the projection method group by group; second, the tracking window can be adjusted according to the size of the object. The examination proved the tracking system works well and all the purpose can be reached.

**Key words:**DSP TMS320C6x, real-time tracking system, 12-bit camera

## 引言

实时跟踪系统中目标的捕获和跟踪是图像处理、计算机视觉和模式识别等领域的重要课题,在军事、工业、医学和交通等方面有着广泛的应用前景。传统的图像处理系统一般是针对 8 位的数字图像,大多数的跟踪器采用 TI 公司所推出的优秀的高速数字信号处理芯片 C6x 系列 DSP, TI 公司提供了很多针对处理 256 灰度级图像的图像处理支持库,用户可以方便的调用里面的 API 函数,并通过 CCS 自带的调试工具进行简单快捷的调试,缩短程序的开发周期。由于信息技术的不断发展,人们越来越注重跟踪的精度和可靠性,高分辨率高精度的相机越来越受到人们的青睐,而对于大数据量的实时处理问题也伴随产生。

本文针对分辨率为 1024×1024 的 12 位数字相机提供了一个实时跟踪系统平台,该平台的建立对后续算法的研究奠定了坚实的基础,由于目标本身的特点本文以重心法为例进行分析。

## 1 TMS320C6203 简介

TMS320C6203 芯片是 TMS320C62x 系列定点 DSP 中的一员。定点 DSP 在硬件结构上比浮点器件简单,具有价格低和速度快的特点,因而应用的最多。C62 系列 DSP 的主要特点是在体系结构上采用了由

张叶:博士研究生

基金项目:中国科学院二期创新项目,C04708Z  
中国科学院青年基金资助项目,Q05T03Z

TI 公司研发的 VelociTi 甚长字(VLIW)结构。每个指令字包含多个字段(指令),字段之间相互独立,各自控制一个功能单元,因此可以单周期发送多条指令,实现很高的指令级并行效率。C6000 的 VLIW 采用了类 RISC 指令集,使用大的统一的寄存器堆,结构规整,具有潜在的易编程性和良好的编译性能,在科学应用领域可以发挥良好的作用。300MHz 时钟的 C6203 峰值性能可以达到 2400MIPS(百万条指令/秒)。C6203 有 8 个独立的功能单元,其中 6 个加法器,两个 16 位乘法器可以得到 32 位的结果,可以每周执行 8 条 32bit 指令,专用存取结构,32 个 32bit 通用寄存器,支持 40bit ALU 运算,支持位操作。由于多功能单元的并行操作,使 DSPs 在相同的时间内能够完成更多的操作,因而提高了程序的执行速度。除多功能单元外,流水技术是提高 DSPs 程序执行效率的另一个主要手段。

DSPs 采用了程序总线 and 数据总线分离的哈佛总线结构,可以同时取指和取操作数,片内提供 256 位的程序总线、2 套 32 位数据总线和 1 套 32 位的 DMA 专用总线。灵活的总线结构大大缓解了数据瓶颈对系统性能的限制。

C6203 芯片片内提供多种功能强大的集成外设,包括 3 个多通道缓冲串口,两个通用计数器,一个 32bit 扩展总线,32bit 高性能外部存储器接口(EMIF)提供了与 SDRAM、SBSRAM 和 SRAM 等同步、异步存储器的直接接口。

随着 DSPs 应用的日益广泛深入和市场竞争的日趋激烈, TI 公司推出了世界上第一个效率可达 70%~80%

的汇编语言级 C 编译器,它产生的代码的平均效率是其他 DSPs 编译器的 3 倍,另外,C6000 独有的汇编优化器可以使开发者采用线性汇编语言得到近似标准汇编的性能,因而降低了开发难度。CCS 的出现,提供了更加丰富和强有力的调试手段来提高程序调试的效率和精度,使应用程序的开发变成一件轻松而有趣的工作。

## 2 电视跟踪系统硬件结构

电视跟踪系统硬件结构如图 1 所示,以两片 DSP TMS320C6203 为核心,有 FPGA 完成图像预处理工作如图一所示。

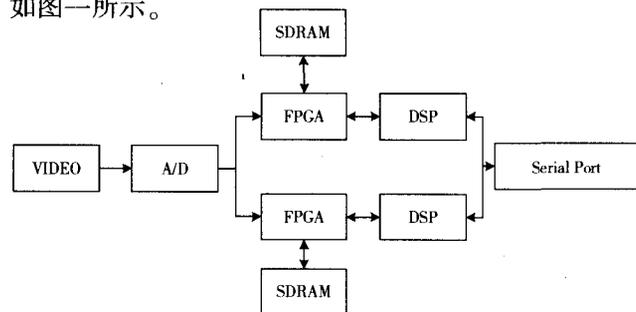


图 1 电视跟踪系统硬件框图

本文实验所用到的高精度相机为 DALSA 公司生产的 1M30 相机,1024×1024 协议,全局 CCD 结构,帧频为 30fps,40MHz 数据吞吐率,12 位数字化,高灵敏度低暗电流,异步图像获取,外部触发结构,单 12V~24V 供电,多触发控制。

## 3 投影法及在捕获、跟踪系统中的应用

投影法是一种简单而且容易实现的方法,设图像 Image 上的元素为的大小为  $m \times n$ , 则水平方向的投影与垂直方向的投影分别为:

$$\begin{cases} f(i) = \sum_{j=0}^{n-1} Image(i, j) \\ g(j) = \sum_{i=0}^{m-1} Image(i, j) \end{cases}$$

DSP1 捕获系统设计如下:

由于 DMA 传递数据的最大限度为 0xffff, 可将 1024×1024 大小的图像通过 DMA 分 8 次倒入 DSP 中, DSP1 没有接到捕获命令的时候可以进行图像拉伸或目标位置预测等算法,协助和检验 DSP2 的跟踪;当 DSP1 接到自动捕获命令后进入捕获状态,分块累计直方图计算阈值,将图像二值化,然后通过投影法求取水平方向投影和垂直方向的投影,整场计算完毕累计投影值,找到水平方向投影最大值与垂直方向投影最大值的交界处,将该位置通过 FIFO 送给 DSP2 用于以后的跟踪。

DSP2 跟踪系统设计如下:

当 DSP2 接到跟踪命令后进入跟踪状态,跟踪命令或由 DSP1 给出,或由鼠标通过串口通信强制跟踪,本文以初值 256×256 画跟踪窗,通过 DMA 传递数据将窗口内的图像转到片内寄存器进行处理。由于目标与邻近的

背景之间一般有着很高的对比度,可以在跟踪窗内对物体进行识别。累计跟踪窗内的直方图,计算窗口内阈值将图像二值化计算目标重心位置,并通过投影法找到目标各个方向的边界,估算目标大小调整跟踪窗的尺寸。若跟踪窗内没有发现目标则向 DSP1 发出捕获命令。

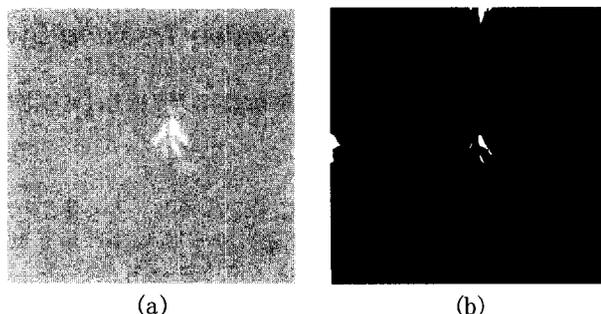


图 2 (a) 为原始图像,(b) 为二值化后的图像,左方为目标水平投影,上方为目标垂直投影

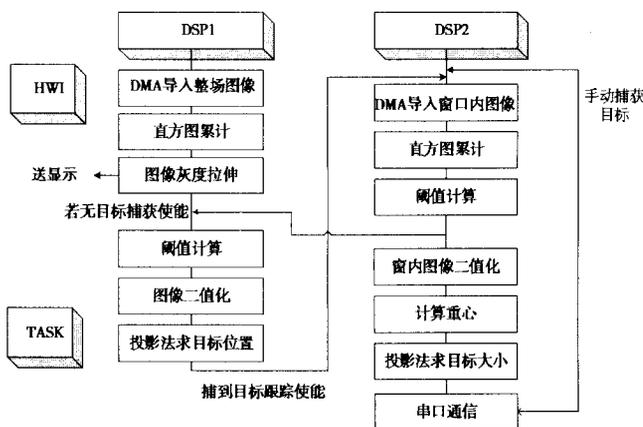


图 3 电视跟踪程序原理框图

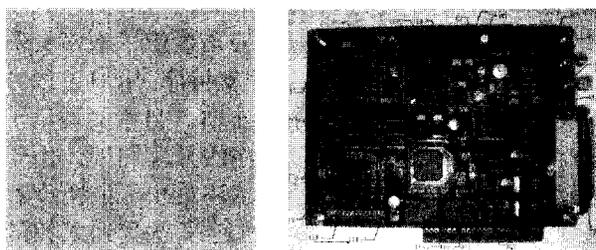


图 4 试验结果及试验平台

## 4 试验结果与展望

经试验,基于双 DSP 平台的实时电视跟踪系统实时和准确性满足要求,能够及时送出脱靶量,延迟小,工作稳定,并且跟踪窗能够自动调节,有很好的跟踪效果。此平台满足自然背景下的目标识别和跟踪要求,但由于只使用了定点 DSP 必然有其算法的局限性,可再加入一片浮点 DSP TMS320C6701 设计多 DSP 平台,即可满足算法多方面的要求,如即将准备移植的运动目标姿态测量算法,可以在实时跟踪的基础上,实时给出目标旋转的角度和缩放大小。

本文的创新点是:建立双 DSP 平台处理高精度高分辨率图像,两个 DSP 协调工作,(下转第 119 页)

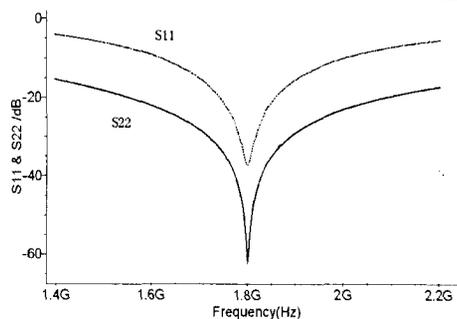


图4 LNA的S11和S22模拟结果

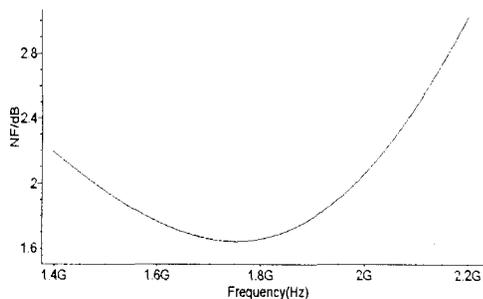


图5 噪声系数NF仿真结果

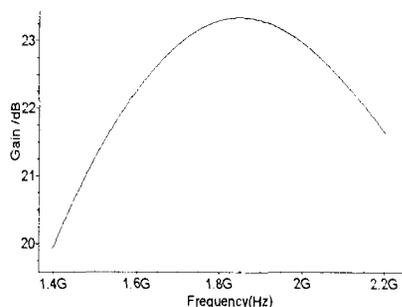


图6 LNA的正向增益

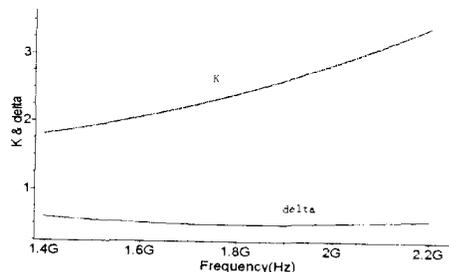


图7 LNA的稳定因子

### 3 结论

本文采用 TSMC 0.35um CMOS 工艺模型,设计的低噪声放大器。电路工作电压 3.3V,功耗 24.4mW,结构简单,经仿真分析,具有良好的噪声系数和增益性能,可应用于无线通信系统及相应频段其它设备前端电路。其创新点在于根据放大器噪声优化理论,运用现代计算机辅助设计软件,在低噪声要求条件下,最大程度降低了系统功耗。

参考文献:

- [1]陈邦媛 射频通信电路 科学出版社 2002.8  
[2]D.K.Shaeffler and T.H. Lee, "A 1.5v, 1.5GHz CMOS Low Noise

Amplifier,"IEEE Journal of Solid State Circuits, VOL. 32, NO.5, pp.745-759, May 1997.

[3]Thomas H. Lee, The design of CMOS radio-frequency integrated circuits. Cambridge University Press, 1998:

[4]林敏等 2-GHz CMOS 射频低噪声放大器的设计与测试 电子学报 2002.09

[5]杨卫丽等.一种低功耗差动 CMOS 带隙基准源.[J]微计算机信息,2005,7

作者简介:王昌林,男,(1981-),汉族,硕士研究生,电路与系统专业,研究方向为 EDA 与专用集成电路设计 E-mail:clw9918@163.com;李东生,男,(1963-),汉族,教授,研究生导师,中国电子学会高级会员,主要研究方向是 EDA 与专用集成电路设计。

(230037 合肥解放军电子工程学院)王昌林 李东生 张勇  
(Electronic Engineering Institute PLA, Hefei 230037) Wang, Chinglin Li, Dongsheng Zhang, Yong

通讯地址:(230037 合肥市黄山路 460 号工程实验中心(306 室))王昌林

(收稿日期:2006.1.22) (修稿日期:2006.2.20)

(上接第 50 页)

由于图像较大,不能整场存入片内进行处理,因而利用分段累计投影法达到实时捕获和跟踪的目的。

参考文献:

[1]TMS320C6203B FIXED-POINT DIGITAL SIGNAL PROCESSOR Texas Instrument, 2004.3

[2]TMS320C6000 DSP/BIOS Application Programming Interface (API) Reference Guide Texas Instrument, 2001.4

[3]彭启综、管庆等.DSP 集成开发环境.电子工业出版社,2004.7

[4]TMS320C6000 Chip Support Library API Reference Guide Texas Instrument, 2001.4

[5]TMS320C6000 DSK Board Support Library API User's Guide Texas Instrument, 2001.1

[6] TMS320C62x Image/Video Library Programmer's Reference Texas Instrument, 2001.4

[7]Digital Image Processing》Kenneth R.Castleman, 1998.4

[8]TMS320C6000 系列 DSPs 原理与应用李方慧,王飞等编著,电子工业出版社,2003.1

[9]基于 DSP 的实时图像处理系统.微计算机信息,2005,3

作者简介:张叶(1981-),女,在读博士研究生,主要从事中低层图像理解算法的研究及其在目标跟踪中的应用,包括仿真与硬件实现。

(130033 吉林长春中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)张叶 曲宏松 王延杰

(100039 北京中国科学院研究生院,北京)张叶 曲宏松  
(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics Chinese Academy of Sciences)Zhang, Ye Qu, Hongsong Wang, Yanjie

(Graduate School of Chinese Academy of Sciences)Zhang, Ye Qu, Hongsong

通讯地址:(130033 吉林长春中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)张叶

(收稿日期:2006.2.16) (修稿日期:2006.3.18)