

基于 DSP/BIOS 的视频图像采集处理平台软件设计

项馨仪, 陈芬, 徐升阳

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 采用 TI 公司的 TMS320C5402 和 DaVinci 系列 TMS320DM6437 双 DSP 芯片为主要处理器, 构建了一个基于 DSP/BIOS 的视频图像采集处理平台。从功能的角度将系统划分为视频采集任务、视频算法处理任务、数据通信任务和人机交互任务 4 个相对独立的线程, 这 4 个线程在实时操作系统 DSP/BIOS 不同优先级的调度下有序地工作。测试结果表明, 整个系统运行稳定, 实时性较高。

关键词: DSP/BIOS; 图像处理平台; 线程

中图分类号: TP316

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)18-0035-03

Software design of the image collection process platform based on DSP/BIOS

Xiang Xinyi, Chen Fen, Xu Shengyang

(College of Information Science and Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The system uses double DSP chips of TMS320C5402 and the a series of DaVinci TMS320DM6437 as the processor to build the software platform of video and image collection process platform. From the angle of function, the system is divided into four relatively independent thread, which are image collection, image processing, data communication and human-computer interaction. These tasks operate according the previously configured priority scheduling in DSP/BIOS. Test results show that the whole system has good stability and rapid real-time characteristics.

Key words: DSP/BIOS; image process platform; thread

随着信息社会的发展, 视频图像采集处理系统在远程控制、智慧城市、安防监控等领域应用越来越广泛。实时视频图像信息的获取对于系统分析数据至关重要, 而且视频图像数据流量大, 带宽要求高。嵌入式实时处理系统具有实时性高、体积小、成本低、算法移植简单等特点^[1]。这类嵌入式实时图像处理系统以 DSP 作为处理器的发展方向, 而 DSP 因其特殊的数字信号处理能力(集成 MAC、FFT 等模块) 能够有针对性地满足视频图像处理的需求。

本文以 DaVinci 系列的视频图像处理器 TMS320DM6437 作为该软件平台的硬件支撑, 采用 TI 自带实时操作系统 DSP/BIOS, 通过对多任务划分、调度, 设计上下位机, 将图像信息实时传到 PC, 通过 PC 端控制 DSP 平台来构建图像采集处理平台, 最终移植常见图像处理算法对整个系统进行功能测试与结果分析。

1 系统开发平台简介

1.1 硬件开发平台

本文所设计的实时视频图像采集处理平台主要在 CCD 摄像头、DEC6437 开发板、仿真器、显示器、USB 转

串口线和 PC 等搭建的硬件平台上, 仿真器硬件设备是 SEED-XDS510PLUS, 由于此平台的 RTOS 调试, 算法移植都是在集成开发软件 CCS 3.3 下设计完成的, CCS 需要在 PC 中运行, 并且调试 UART 时, 需要在 PC 上观察上位机软件接收和发送状态^[2]。

TMS320DM6437 是 TI 公司的一款 DaVinci 系列处理器, 是专为各种视频图像处理应用而开发的独立模块, 能够支持高解析度的视频编码, 同时其性价比很高。

1.2 软件开发平台

在图像采集处理系统的设计过程中采用了 TI 开发在 CCS 中集成的实时操作系统 DSP/BIOS。

BIOS 是一个可扩充、可裁剪的 RTOS, 主要可以分成分片实时内核、实时评测工具 (RTDX) 和芯片自带库 (CSL) 三部分。DSP/BIOS 内包括常见嵌入式通用库和 API。DSP/BIOS 即时库包括抢占式多线程调度、任务通信及同步、中断优先级配置、I/O 服务和存储器内存管理。DSP/BIOS 根据功能可分为 4 个主要模块, DSP/BIOS 确保硬件中断 (HWI)、软件中断 (SWI)、任务 (TSK) 和后台线程 (IDL) 4 种线程运行在线程间, 允许通信和同步, 并且

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 18 期

图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

使能高优先级线程抢占低优先级线程^[3]。

2 实时视频图像采集处理平台的总体架构设计

本文采用双 DSP 芯片,其中 TMS320C5402 为控制器, TMS320DM6437 为算法处理器,以 CCS 3.3 为软件开发背景,完成了基于 DSP/BIOS 的图像采集处理平台的软件设计。TMS320C5402 作为控制器,主要负责人机交互界面的控制,它与 TMS320DM6437 通过多通道缓冲串口通信,控制器主要对键盘数据的读入和 LCD 数据的输出。同时系统还添加了远程控制模块,通过 PC 发送控制指令调度 DM6437 处理器,能够完成切换算法,调停当前状态等功能,系统总体架构如图 1 所示。

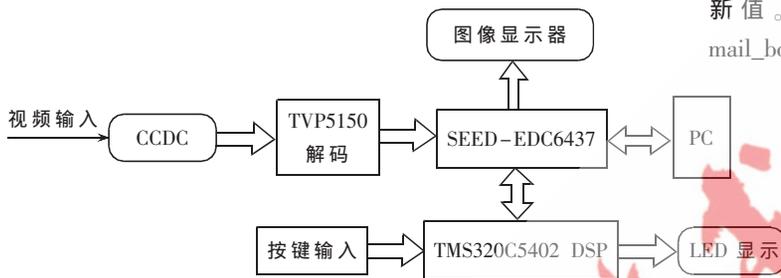


图 1 系统总体架构

3 基于 DSP/BIOS 的系统软件设计

视频图像采集处理软件平台对任务复杂、时序要求苛刻,采用基于 DSP/BIOS 的实时调度内核事先配置线程优先级以及线程触发、挂起、阻塞等相应条件,软件流程如图 2 所示。DSP/BIOS 内核调度是整个系统的核心。BIOS 首先需要初始化 DSP,硬件上电复位 LOAD 程序入口地址,然后需要调用 BIOS_Init 对 BIOS 初始化,仍然要在 main() 函数中对片内外设等常见 DSP 配置初始化,

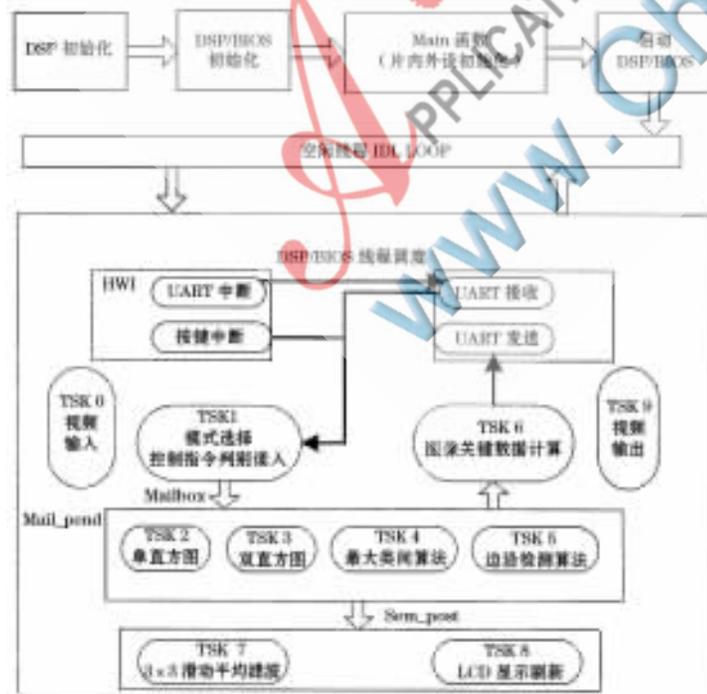


图 2 软件流程图

这时不能对 SWI、TSK 等线程操作,因为还没启动 BIOS,仍没有起用调度组件,调用 BIOS_start 完成对 BIOS 的启动就可进入 IDL_loop 空闲循环,等待 HWI、SWI、TSK 等线程的就绪^[4]。

本系统硬件中断(HWI)有两个:一是 DM6437 和 C5402 通信过程所用的 McBSP,键盘数据读入时触发中断;另一个是 UART 中断,PC 上位机有控制指令发送时就会触发 UART 中断,进入 UART 中断服务程序将就绪 UART 接收数据软中断,第一个中断服务程序中和第二个中断触发的软中断中都将就绪 TSK1,读取控制指令,选定算法模式,记录最终选择的状态,并对 Mail_box 赋新值。因为多个算法任务都处于挂起状态,一旦 mail_box 对应自身之前的 Pend 值,对应的算法任务将会立即就绪,如果当前线程的优先级都小于对应算法优先级,算法线程将会立即执行。

视频图像处理算法完成后,还可以实现对图像的滤波、LCD 显示关键信息。线程处理完成后视频图像输出任务就绪,还原视频信号,回放处理后的视频^[5]。

4 常见视频图像处理算法的移植

为了测试基于 DSP/BIOS 的多任务视频图像处理平台,移植几种算法来验证处理效果。软件平台上常见算法的移植有图像增强算法移植、图像阈值算法移植、边缘检测算法移植和图像滤波算法移植等。

如图 2 所示,图像增强算法移植包括任务 2 执行的单直方图算法移植和任务 3 执行的双直方图算法移植。任务 3 在任务 2 的基础上增添了对整幅图像提取最佳阈值提取(OTSU),以此阈值将原图像划分为两个子图,分别均衡^[6]。

边缘检测算法移植使用任务 5 的图像边缘检测算法。相对于其他任务,图像的边缘检测任务为独立任务,可用来检测任务之间的切换实时性。

图像滤波算法移植采用了任务 7 的滑动平均滤波算法。任务 7 作为非必需任务,可根据按键选择是否添加在任务 1~任务 6 后。

5 系统测试结果及分析

5.1 PC 与 TMS320DM6437 通信结果

PC 与 TMS320DM6437 串口通信采用波特率为 19.2kHz,传输数据格式为 1 bit 停止位,8 bit 数据位,无校验位。在 PC 接收数据时,接收 200 个 8 bit 数据,均与 TMS320DM6437 内存中存储的数据相同,可见传输过程误码率极低。如果 PC 发送数据, TMS320DM6437 接收成功,LCD 会相应显示,同时处理器切换不同算法。LCD 显示串口接收成功界面显示如图 3 所示,上位机界面如图 4 所示。

5.2 多线程通信及同步结果

本系统中多线程最高优先级为 UART 接收和 M



图 3 LCD 显示串口接收成功图



图 4 上位机界面

cBSP 中断, 其次为软中断 UART 数据读入和 UART 发送, 最后为任务, 任务中划分为多个算法的任务, 其相互间通过按键或 PC 指令切换, 其线程间根据 Mail_box(n) 通信, 其同步是根据 SEM(m), 在 DSP/BIOS 调试界面可见多线程间切换示意图, 如图 5 所示, 可见程序运行正常。



图 5 多线程切换示意图

5.3 视频图像处理效果及人机显示

本视频图像采集处理平台软件上移植了多种视频图像处理算法, 以下将演示每一个图像处理算法在本系统平台所表现的效果, 如图 6~图 8 所示。

图 6(a) 中最左边的一幅图像为原始图像, 中间及右边中的图像为经过单直方图处理后的结果, 中间和右边的图像区别为均衡系数不同, 可见经过单直方图增强后前景和背景区别明显增强。图 6(b) 中左边的一幅图像为原始图像, 中间及右边的图像为经过双直方图处理的结果。



图 6 直方图处理结果图



图 7 最大类间阈值处理结果

图 7 最大类间阈值处理结果



图 8 拉普拉斯边沿检测结果

图 8 拉普拉斯边沿检测结果

果, 中间和右边的图像区别为双直方图中的均衡系数不同。可见, 经过双直方图增强后, 不仅前景和背景区别明显增强, 而且保持原背景亮度信息。

图 7(a) 中图像信息依次分别为原始图像、二值化后图像。系统采用最佳阈值提取算法, 提取合适阈值。由图可见, 二值化后的图像有噪点, 由于阈值上下有波动或光线原因, 因此采用 3×3 滑动平均滤波, 对局部噪声滤除, 图 7(b) 即为滤波后的图像, 可见噪点明显降低, 图像连续性较好。

如图 8 所示, 本系统对边沿检测算法处理时采用对整帧图像处理, 图 8(a) 为原始图像, 图 8(b) 为拉普拉斯边沿检测结果, 可见系统已经检测到图像的边沿。

该软件平台实时性相对高, 在视频图像播放处理数据时不会出现明显的延时和卡顿; 在用键盘或 PC 发送控制指令切换算法时同步效果很好, 无可视延时。多任务的调度和同步不容易出现死循环, 当改变调度次序时也能够继续正常工作。人机交互界面 LCD 显示能够随着平台状态变化及时显示提醒。TMS320DM6437 通过 UART 向 PC 发送数据时误码率低。平台上处理的常见图像处理算法均能够获得良好的效果, 可见该视频图像采集处理平台软件性能总体上优异。

参考文献

- [1] 王俊. 基于嵌入式系统的图像处理软件平台的实现[J]. 仪表技术, 2006(2):10-22.
- [2] 李彬. 基于 DSP/BIOS 的 RTDX 实时信号处理系统的实现[J]. 科技信息前沿报, 2009, 33(2):33-41.
- [3] 刘家兵. 基于 DSP/BIOS 的图像采集处理平台软件设计研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2008.
- [4] 张叶. 基于 TMS320C6x 系列 DSP/BIOS 平台的实时电视跟踪系统设计[J]. 电子器件, 2007, 30(1):300-302.
- [5] 祝佳磊. 基于 Linux 平台的图像采集系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(6):2334-2337.
- [6] 周杰. DSP/BIOS 实时多任务操作系统内核的研究[J]. 科技传播, 2010(12):208-220.

(收稿日期: 2013-06-14)

作者简介:

项馨仪, 女, 1993 年生, 本科, 主要研究方向: 嵌入式系统设计, 视频信号处理。

陈芬, 女, 1973 年生, 硕士, 副教授, 主要研究方向: 数字信号处理, 光通信技术等。

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 18 期