

# 基于 TMS320DSC21 的嵌入式网络摄像机

王 库 卢致强

(中国农业大学 信息与电气工程学院,北京 100083)

**摘 要** 国外基于网络摄像机的远程视频监控系统价格昂贵,为此研制开发了基于 TMS320DSC21 的嵌入式网络摄像机系统。该系统将采集到的连续视频图像数据送入 TMS320DSC21 进行 M-JPEG 压缩处理,然后再打包处理向网络发送。监控计算机可以通过网络(局域网或广域网)获取网络摄像机发送的图像数据,并对其进行显示、存储或回放等管理,同时可以控制网络摄像机及云台。该系统为实现远程实时监控,监控数据的数字化管理以及视频网络传输等提供了解决方案,它以 M-JPEG 压缩方式使视频数据的管理更加方便可靠。使用 TI 公司的 TMS320DSC21 高性能微处理器芯片作为处理平台,使得该系统具有安装方便、配置灵活的突出优点。现已有多台投入使用,具有很好的市场应用前景。

**关键词** TMS320DSC21; 视频压缩; M-JPEG; 嵌入式操作系统; 网络摄像机

**中图分类号** TN 919.82

**文章编号** 1007-4333(2004)01-0087-04

**文献标识码** A

## The embedded network camera based on TMS320DSC21

Wang Ku, Lu Zhiqiang

(College of Information and Electrical Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract** The system collected sequential video data, and send the data to TMS320DSC21 for M-JPEG compression process. The compressed data was packed and sent to network. The monitor computer can receive, display, save and play back the video data from remote network camera. And the computer can control remote network camera and cradle head. The system provides a new method for remote real-time video monitoring, the digitalized management of monitor data and network transmission of video data. Because of the using of M-JPEG compression, the management of video data was more reliable. The system uses TI's TMS320DSC21 as processing platform, so it has convenient fixing, flexible configuration. The system is used in several cases and has good market prospect.

**Key words** TMS320DSC21; video data Compression; M-JPEG; network camera

与传统模拟监控系统相比,数字视频监控系统具有诸多优点:1)把监控录像保存在大容量硬盘上,数字信号存储信息永不丢失,图像质量不下降。2)数字视频容易被计算机处理。可以在监控图像中设定报警区域,计算机对报警区域的图像进行分析和处理,做到自动监控,无人值守。3)数字视频经过压缩之后,占用带宽较小,而且数字信号在传输时容易进行加密,非法截取的信号无法还原为视频图像。4)数字录像存储在计算机硬盘上,可以用计算机来检索和管理,摆脱了手工管理和检索的复杂繁琐<sup>[1]</sup>。

基于网络摄像机的远程视频监控系统的研究,

国外起步较早,成熟的网络摄像机产品有索尼营销公司推出的 10BASE-T 的网络摄像机“SNC-VL10N”,以及松下 KX-HCM130、三星 SNC-100P、安特 ANT-NWC10/50/100 等。国外同类产品一般采用 MPEG 或者小波压缩方法,性能较好,但价格昂贵,国内用户大都无法承受。我国这方面的研究刚刚起步,大多数厂商仅代理国外产品,从事实际研究的单位不多。

目前国内市场上已经投入使用的视频采集设备多以视频采集卡的形式存在。笔者参与的由中国农业大学信息与电气工程学院自行研制的远程视频监控系统,采用 TI 公司的 TVP5040 作为前端视频采

收稿日期:2003-06-02

作者简介:王库,教授,博士生导师,主要从事智能检测与控制、图像处理与识别在智能控制中的应用、基于嵌入式技术的网络摄像机以及网络视频监控系统等研究。

集设备的主体芯片,可以作为独立的单元存在,并且具有体积小、处理能力强且功耗低的特点;加之采用了功能强大的 TI 嵌入式处理器芯片 TMS320DSC21,使系统可以快速、稳定地实现图像数据的采集、压缩和打包上传,为数字化视频监控提供了解决方案。本文中简单介绍了 TMS320DSC21,详细介绍了自行研制的远程视频监控系统视频数据采集与处理端的硬件结构,以及运用该系统实现网络实时监控的设计方案。

## 1 TMS320DSC21 微处理器

TMS320DSC21 微处理器(简称 DSC21)是一个高性能的单芯片微处理器,由以下几部分组成:

1) 1 个 DSP(TMS320C5409) 子系统; 2) 1 个微控制器(ARM7TDMI)子系统; 3) 2 个 DSP 协处理器(iMX 和 VLC); 4) SDRAM 控制器; 5) 图像外围单元。

DSC21 的高集成度使之特别适合应用于视频、音频和图像类产品。其 5 个子系统在单个芯片上组成了一个完整的系统。片上 MCU 运行用户操作系统处理复杂的协议,实现控制功能和位操作; DSP 和 DSP 协处理器完成大运算量计算、数字信号处理以及算术计算; 图像外围组件和 SDRAM 控制器提供极大的数据流量。因此, DSC21 可以在单芯片上实现高性能、多处理器的图像处理系统。

图 1 示出 DSC21 模块图。DSC21 模块包括:

1) ARM 子系统。由 ARM7TDMI RISC 内核、

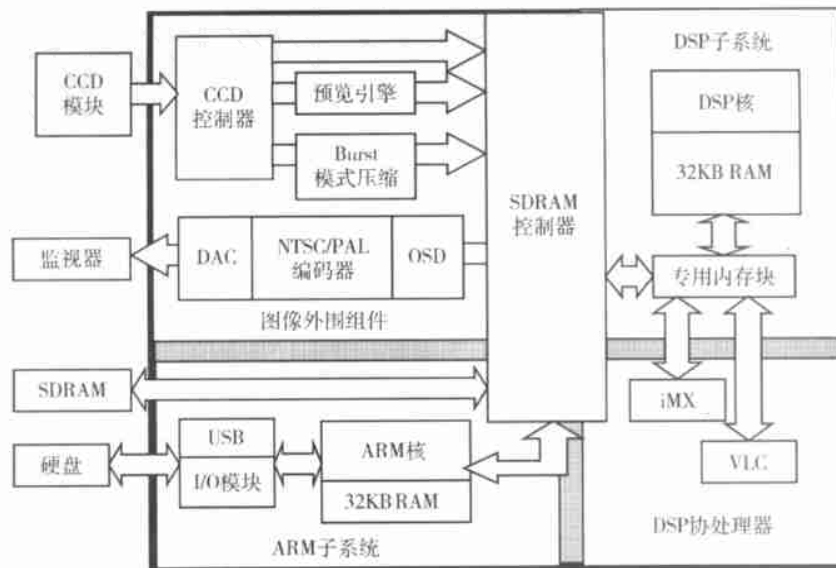


图 1 DSC21 模块图

Fig. 1 DSC21's module chart

内部 RAM 和外设模块组成。ARM 子系统完成所有的控制功能,支持实时操作系统,如 ucOS, Vx-Works, uITRON, Nucleus 和 Linux。ARM 也控制各个外设模块,如定时器、中断控制器、CCD/CMOS 控制器、OSD、NTSC/PAL 视频编码器、USB、CF 卡、SM 卡、IrDA、预览引擎、串口等。用户接口软件也在 ARM 上运行。

2) DSP 子系统。由 DSP 核、32 KB RAM 和专用内存块(Image Buffer)组成。DSP 核是一个基于 0.18  $\mu\text{m}$  技术的 DSP 处理器 TMS320C5409DSP。DSP 子系统负责所有大运算量信号处理任务,如图

像处理 JPEG 压缩;处理所有的实时 I/O,如音频和 Modem I/O,MP3, AAC 播放的实现;支持可编程实时自动曝光、自动聚焦、自动白平衡(AE, AF, AWB),以及图像/视频拍摄和回放。

3) DSP 协处理器。由 iMX 和 VLC 两部分组成,负责协助 DSP 子系统进行处理。iMX 由 4 个并行的乘加单元(MAC)组成,适合矩阵运算;而 VLC 针对 JPEG, MPEG1 的量化和 Huffman 编码进行优化。DSP 子系统可以通过调用子程序实现对 DSP 协处理器的操作。

4) SDRAM 控制器。是片外扩展 SDRAM 与片

内所有功能模块的接口。它为片外 SDRAM 提供与 DSC21 处理器和图像单元连接的高带宽接口,支持最高 80 MHz,32 bit SDRAM。SDRAM 控制器支持实时 CCD 数据流输入和 TV 显示数据输出,其访问性能达到  $320 \text{ MB} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

5) 图像外围组件。DSC21 有 4 个图像单元: CCD 控制器、预览引擎、连拍模式压缩/解压缩单元和硬件图形单元。这些专用的图像单元由 ARM 控制,用于向 DSC21 系统读入数据并建立彩色显示。

CCD 控制器可以为 CCD/CMOS 图像传感器提供必要的同步时序逻辑,并支持逐行扫描和隔行扫描 CCD/CMOS 图像传感器。通过对 CCD 控制器内部的寄存器进行配置,可以使 CCD 控制器处于不同的工作状态。CCD 控制器能支持高达 16 Mpix (4 K × 4 K) 的 CCD/CMOS 图像传感器。

预览引擎模块将 CCD 控制器传来的数据转换成适合 NTSC/PAL 编码器的显示格式,它可达到实时 30 帧  $\cdot \text{s}^{-1}$  的 NTSC/PAL 预览。预览引擎内置增益控制、白平衡、垂直水平噪声过滤、CFA 插值、降采样、伽马校正和色空间转换等功能。

连拍模式压缩解压缩模块采用无损(或有损)算法,将从 CCD 控制器传来的原始图像数据压缩并写入 SDRAM,解压缩引擎在 DSP 的控制下可以对这些数据解压。这些数据被处理、显示,存回 SDRAM。连拍模式可以支持  $10 \text{ 帧} \cdot \text{s}^{-1}$  高分辨率照片的拍摄。

硬件图形单元由 3 部分组成: OSD (On Screen Display)、NTSC/PAL 编码器和 DAC(数模转换器)。OSD 支持 3 个硬件窗口,NTSC/PAL 编码器集成了复合视频信号输出通道和独立 R,G,B 输出通道。

## 2 基于 DSC21 的嵌入式网络摄像机系统

### 2.1 系统硬件组成

本系统对采集的图像进行处理和压缩,得到 MJPEG 文件,再通过网络传送,使远程控制端可以实时观看现场情况,并可调整图像质量、云台角度等。

图 2 示出嵌入式视频采集系统框图。视频 A/D 芯片完成 1~4 路摄像头的输入转换,FLASH 芯片用于存放所有程序,SDRAM 用于中间数据存储,

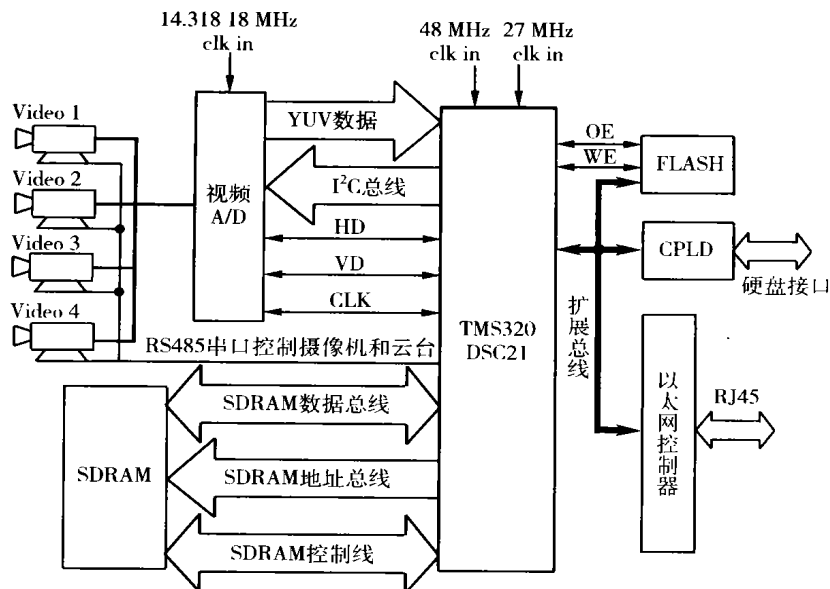


图 2 嵌入式视频采集系统

Fig. 2 Embedded video acquisition system

CPLD 用于硬盘逻辑变换,以太网控制器芯片负责将图像文件上传并接收控制端的命令和参数。

### 2.2 系统软件

系统软件包括嵌入式系统软件和硬件驱动程

序。本系统使用基于 ucLinux 的嵌入式操作系统作为下位机系统软件。ucLinux 是一种优秀的嵌入式 Linux 版本。

ucLinux 具有对多种文件系统的支持能力,内

嵌 TCP/IP 协议,可以借鉴 Linux 丰富的资源,对一些复杂的应用具有相当的优势;但是由于没有 MMU(内存管理单元),其多任务的实现需要一定的技巧<sup>[2]</sup>。uClinux 的典型启动过程见图 3。

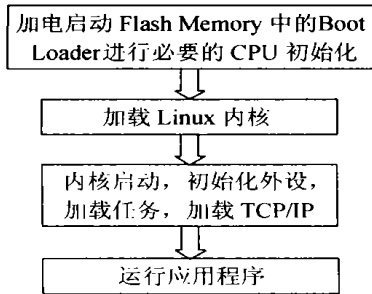


图 3 uClinux 系统的启动过程

Fig. 3 Startup of uClinux system

在 uClinux 系统中,几乎所有设备的控制操作都由与设备相关的代码来实现,这些代码就是设备驱动程序。系统内核必须为从硬盘驱动器到键盘和磁带等的每个外部设备嵌入设备驱动程序。一般外设的驱动程序先在用户空间编写,即先在应用层实现对外设的操作,驱动程序在应用层调试好之后,就可以封装到内核模块中<sup>[2]</sup>。

下位机应用程序主要包括 CCD, DSP, ARM, HD 和 WEB 几个大块。图 4 示出下位机应用程序各个进程之间的关系。由图 3 可知,ARM 主控程序负责读入相应的参数,完成 DSP, HP1B 初始化和网

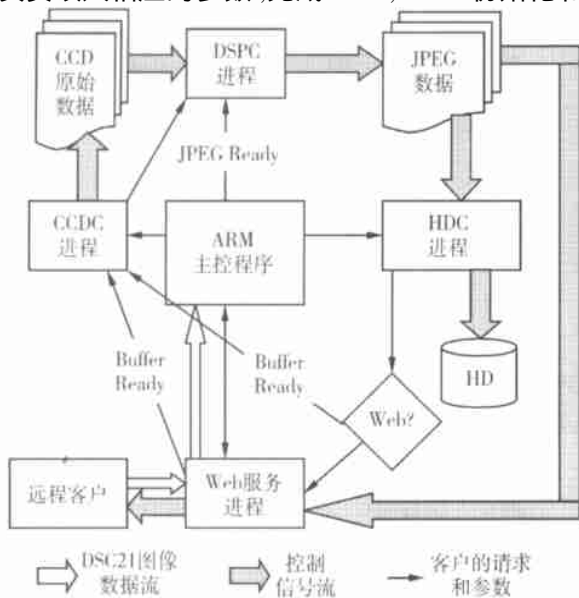


图 4 下位机程序各个进程之间的关系

Fig. 4 The relation of server's processes

络初始化。除了上述初始化功能之外,ARM 主控程序还负责控制各个应用程序的运行,协调各个应用程序间的关系,根据系统的需要启动 CCD 进程、DSPC 进程、HD 进程和 Web 服务进程。CCD 进程负责原始图像数据采集,DSPC 进程负责原始图像数据的 JPEG 压缩,HDC 进程负责 JPEG 文件的存储,Web 服务进程负责 JPEG 图像压缩数据上传。

### 3 系统在网络监控中的应用

基于嵌入式操作系统的网络摄像机系统非常适合网络监控的应用。中国农业大学信息与电气工程学院自动化系自行研发的 CAU-DVC 是基于 TMS320DSC21 的嵌入式网络摄像机。CAU-DVC 的性能参数如下:图像压缩格式为 M-JPEG;图像分辨率为 CIF(352 × 288 pix);通信口 RS485;以太网接口 RJ-45 10/100 Mbit base-T 自适应;网络协议 TCP/IP;传输帧率 PAL 最大 25 帧 s<sup>-1</sup>,NTSC 最大 30 帧 s<sup>-1</sup>;报警接口 2 入 2 出;嵌入式操作系统 uClinux;静态 IP 地址,可通过网络设置。

本系统可应用于多个领域:电力系统(发电厂、供电所、无人值守变电站)、房地产行业(智能化小区/大厦、基础工程现场、物业管理中心)、教育系统(幼儿园、考场、高等院校)和制造业(工厂、车间),现已有多台在北京和上海等地投入使用。图 5 示出基于 CAU-DVC 型的视频监控系统结构图。CAU-DVC 型网络摄像机已经应用于通州供电局瞳里变电站视频监控系统中,效果很好。

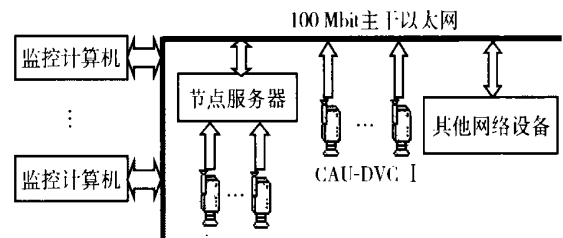


图 5 基于 CAU-DVC 的视频监控系统结构图

Fig. 5 Structural diagram of the video monitor system based on CAU-DVC

### 参 考 文 献

- [1] 阎宏伟,席砾莼. 基于局域网的数字视频监控系统[J]. 现代电子技术, 2002(12): 21 ~ 23
- [2] Rubini A. Linux 设备驱动程序[M]. Lisoleg 译. 北京: 中国电力出版社, 2000. 475