

基于 TMS320DM355 的 VGA 信号实时监控系统的

·实用设计·

陈晓辉,刘峰

(南京邮电大学 通信与信息工程学院,江苏 南京 210003)

【摘要】提出了以 TMS320DM355 为核心,对 VGA 信号进行实时采集、编码和传输的系统方案。描述了基于 TMS320DM355 和 TVP7002 的系统总体硬件框架,分析了视频采集、编码等模块的软件实现过程,重点介绍对采集设备进行初始化时的硬件寄存器配置,最后利用开源的 RTSP 流媒体服务器 wis-streamer 实现 MPEG-4 码流的传输。

【关键词】监控系统;TMS320DM355;TVP7002;V4L2;RTSP

【中图分类号】TP277

【文献标识码】A

Real-time Surveillance System for VGA Signal Based on TMS320DM355

CHEN Xiao-hui, LIU Feng

(School of Telecommunication and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

【Abstract】In this paper, a surveillance system based on TMS320DM355 is introduced which can realize the capture, encoding and transmission of VGA signal. First of all, hardware framework of the overall system based on the TMS320DM355 and TVP7002 is introduced, then software implementation process for video capture and encoding is analyzed, focusing on the register configuration for capture equipment initialization. Finally, how to realize the transmission of MPEG-4 code stream by making use of open source RTSP streaming media server wis-streamer is introduced.

【Key words】surveillance system; TMS320DM355; TVP7002; V4L2; RTSP

1 引言

随着信息技术的发展,计算机广泛应用在人们的生活中。一些应用需要对输出的 VGA 信号进行实时监控、存储,因此对 VGA 信号进行实时采集、编码和传输具有重要意义。

本文采用德州仪器 TMS320DM355(简称 DM355)处理器和 TVP7002 视频解码芯片建立系统,能对输出为 XGA(1 024×768)格式的信号进行实时采集、编码,并利用开源的 RTSP 流媒体服务器 wis-streamer 在客户端的请求下将编码后的 MPEG-4 码流传给客户端,客户端实时观看和存储接收到的码流数据。

2 系统的硬件结构

图 1 为系统总体硬件连接示意图。

DM355 是德州仪器推出的针对高清视频产品市场的达芬奇(DaVinci)处理器,它能够以 30 f/s(帧/秒)的速度对 720p 格式的视频进行 MPEG-4 硬件编码。DM355 处理器由集成的视频处理子系统、MPEG/JPEG 协处理器、ARM9EJ-S 内核及多种外设接口组成,其中 ARM9EJ-S 内核负责整个系统的控制,MPEG/JPEG 协处

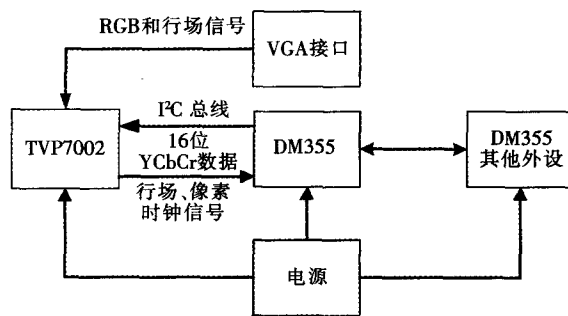


图1 系统硬件连接示意图

理器用于 MPEG/JPEG 算法的实现,视频处理子系统(VPSS)及其他外设可方便快速地实现视频的采集、网络传输等功能^[1-3]。

TVP7002 是德州仪器生产的视频解码芯片,对 RGB 或者 YPbPr 格式的视频和图像进行模数转换,支持的像素速率可达 165 MHz,能够实现 60 Hz 刷新率的 UXGA (1 600×1 200)信号的模数转换,而且可以支持 1 080p 的 HDTV 信号。另外 TVP7002 的颜色转换模块可以实现 RGB 颜色空间到 YUV 颜色空间的转换。

TMS320DM355 的视频处理前端提供了符合 BT.601/

BT.656 标准的 YCbCr 接口, TVP7002 支持的数据输出格式为 RGB/YCbCr 4:4:4 及 YCbCr 4:2:2, 因此经过 TVP7002 处理的视频信号可以直接送给 TMS320DM355 的视频处理前端, 中间无须进行任何数据格式转换。TVP7002 属于 IC 设备, TMS320DM355 可以通过 IC 总线对 TVP7002 进行配置。对视频的处理主要分为 3 步: 1) 利用 TVP7002 的模数转换和颜色空间转换功能把 VGA 接口输出的 RGB 模拟信号变成 16 位 YCbCr 数字信号; 2) TMS320DM355 对 TVP7002 送给它的 YCbCr 格式的数据进行 MPEG-4 硬件编码; 3) 通过有线网络把编码后输出的 MPEG-4 码流发送给客户端。

3 系统软件实现

软件开发基于 MontaVista Linux 操作系统, 它是 MontaVista 公司的一种嵌入式操作系统, 能够支持包括 ARM 处理器在内的多个体系结构。

3.1 视频采集编码

视频信号的采集、编码等处理主要由 Capture thread, Video thread, Stream writer thread 来实现, 图 2 是视频采集、编码的软件实现流程图。

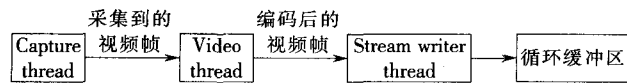


图 2 系统采集编码流程图

Capture thread 线程对采集设备进行初始化, 工作在合适的状态后, 从采集设备获取原始视频数据放到缓冲区中, 为 Video thread 线程做准备。Video thread 线程把 Capture thread 线程放到缓冲区中的原始图像数据进行编码得到 MPEG-4 码流。Stream writer thread 的主要工作是把 MPEG-4 码流写入循环缓冲区, 放在循环缓冲区的码流可以根据用户的需求进行进一步处理, 本系统是通过流媒体服务器在客户端的请求下把 MPEG-4 码流发送出去。

Capture thread 线程在进入主循环之前需要对视频采集设备(TMS320DM355 的视频处理前端)进行初始化。

图 3 是视频采集线程对采集设备进行初始化的流程图。在 Linux 中, 视频采集设备驱动基于 Video For Linux 2, 视频采集设备的设备文件名为/dev/video0, 可以通过函数 open(/dev/video0, O_RDWR | O_NONBLOCK, 0) 打开视频采集设备。打开设备文件后, 利用 ioctl 函数发送相应的命令来获得视频采集设备的参数, 并根据实际的要求和采集设备的性能进行视频格式的设置^[9]。

Linux 操作系统把系统使用的内存划分成用户空间

和内核空间, 分别由应用程序管理和操作系统管理。内核空间存放的是供内核访问的代码和数据, 用户不能直接访问, 而采集设备获得的原始视频数据是存放在内核空间的, 可以通过内存映射方式把它映射到应用程序的地址空间。

开始视频采集时需要根据视频格式对 TVP7002 和 TMS320DM355 的 CCDC 控制器的寄存器进行配置。

对 TVP7002 的寄存器的配置是通过 IC 总线进行的, 其中对部分寄存器的配置如下:

1) 对 TVP7002 的输入信号格式的设置, 需要配置的 H-PLL Feedback Divider MSBs, H-PLL Feedback Divider LSBs, H-PLL Phase select 寄存器对应的 IC 从地址分别为 01H, 02H, 03H 和 04H, 本系统的 TVP7002 输入的 VGA 信号分辨率为 1 024x768, 刷新率为 60 Hz, 因此在 01H, 02H 和 03H 的从地址分别写入 0x54, 0x00, 0x58, 从地址 04H 的最低位设置为 0。

2) 对 TVP7002 的信号输入通道的设置需要根据硬件连接来对 Input Mux Select 1 寄存器进行相应的配置。Input Mux Select 1 寄存器对应的 IC 从地址为 19H, 本系统的 R/G/B 模拟信号分别接入到 TVP7002 的 RIN_3, GIN_3 和 BIN_3, 因此在从地址空间 19H 写入配置信息 0xea。

3) TVP7002 的信号输出格式的设置。TMS320DM355 要求输入的数据格式符合 BT.601 标准, 需要对 Output Formatter 寄存器进行配置, Output Formatter 寄存器对应的 IC 从地址为 15H, 因此在 15H 的从地址写入 0x46, 此外 TVP7002 输入的是模拟的 RGB 信号, 进行模数转换后, 需把 RGB 数字信号转换成 YCbCr 信号, 因此要启动 TVP7002 的 RGB-YCbCr 颜色空间转换模块, 对 MISC Control 3 寄存器的 bit 4 位置 1 使能颜色空间转换模块, 同时对转换系数寄存器进行设置。

CCDC 控制器与视频格式相关的寄存器设置: CCDC 模式设置寄存器(MODESET)用 2 个比特位(bit 13 和 bit 12) 来设置数据输入的模式, 本系统的输入为 16 bit 的 YCbCr 数据, 因此这 2 个数据位分别设为 1 和 0, 由于每个像素是 16 bit, 所以将 MODESET 的 bit 11 设置为 0, 使之工作在 normal 模式(16 bit/pixel), 输入的 VGA 视频分辨率是 1 024x768, 为逐行扫描方式, 需要相应的配置 SPH,

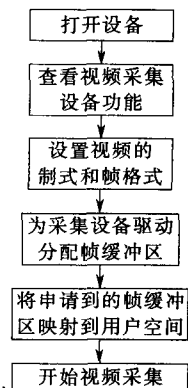


图 3 对采集设备进行初始化的流程图

NPH,SLV0,SLV1 和 NLV 寄存器来完成 CCDC 采集窗口的设置。

3.2 视频流传输

流媒体技术简单的说就是把连续的视频和声音信息经过压缩处理后放到网络服务器,让用户可以一边下载一边观看、收听,不需要等待整个压缩文件下载完后才可以观看的网络传输技术^[9]。实时流协议(RTSP,Real-Time Streaming Protocol)是由 Real Networks 和 Netscape 公司以及哥伦比亚大学共同提出的,它定义了应用程序如何有效地通过 IP 网络传送多媒体数据,是一种客户端到服务器的多媒体描述协议。RTSP 协议在体系结构上位于 RTP 和 RTCP 之上,使实时数据的受控和点播成为可能,数据源可以是现场数据,也可以是存储的数据^[5-7]。

本系统需要对 VGA 视频信号进行实时的监控和存储,要满足这种需求,可以采用 RTSP 协议,图 4 是客户端使用 RTSP 协议与服务器端进行通信获取流媒体数据的实现过程^[6]。

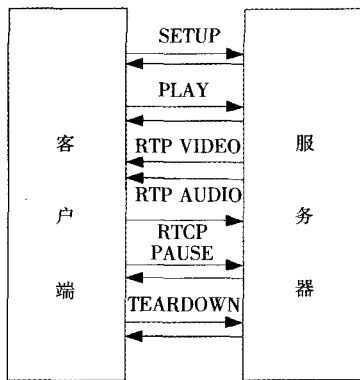


图 4 客户端和服务器通信过程

客户端向服务器发送 SETUP 命令,建立 RTSP 连接,然后发送 PLAY 命令,服务器响应后,开始传输音视频数据以及控制信息,当需要暂停时可以发送 PAUSE 命令,客户端需要结束时发送 TEARDOWN 命令给服务器,释放与该流媒体相关的所有被占用资源^[6]。

本系统采用的 wis-streamer 是 Linux 下支持 RTSP/RTP 标准的流媒体服务器程序,它有开源的参考代码,在视频格式方面支持 MPEG-1,MPEG-2 和 MPEG-4。wis-streamer 需要运行在内核版本 2.6 以上的 Linux 操作系统上。

客户端可以采用支持 RTSP/RTP 标准的多媒体播放应用程序,VLC 媒体播放器能满足要求,它不但能够实现码流的播放,同时能够对码流进行存储。

经实验测试,本系统具有较好的实时性,解码后的图像主观质量也很好,图 5 是码率设置在 4 000 kbit/s 时的实验效果图,右边笔记本输出的 VGA 信号通过本系统

编码、网络传输后,送到左边笔记本,左边笔记本采用 VLC 播放器对接收到的码流进行解码播放。



图 5 VGA 信号经压缩局域网传输解码图像效果图

4 小结

笔者提出的基于 TMS320DM355 和 TVP7002 的 VGA 信号编码、传输系统方案,能够对 VGA 信号进行实时编码、监控和存储,主要介绍了该方案的总体硬件结构和视频采集、编码、传输部分的软件实现,在带宽满足的情况下能够得到实时清晰的效果。从实验结果发现,码率设置在 2 000 kbit/s 以上时,都能得到不错的图像主观质量。如果在公网上传输,由于码率的限制,则需要对系统进行降低码率的改进,TI 公司新推出的升级产品 TMS320DM365 能够支持 H.264 硬编码,用 TMS320DM365 替代 TMS320DM355 是一个不错的选择。

参考文献:

- [1] TI Corporation. TMS320DM355[EB/OL].[2009-10-20].<http://focus.ti.com.cn/docs/prod/folders/print/tms320dm355.html>.
- [2] TI 公司.面向便携高清视频应用的 Davinci DM355 处理器[J].世界电子元器件,2008(4):62-65.
- [3] 汤凯,刘峰.基于 TMS320DM355 的网络高清视频监控系统的设计与实现[J].电视技术,2009,33(12):98-101.
- [4] SCHIMEK Michael H, DIRKS Bill, VERKUIL Hans, et al.Video for Linux Two API specification [EB/OL].[2009-10-20].<http://www.soezblog.com/plate/web/bookmarkmsg.jsp?UI=cherng64&CI=368&p=1&BI=199102>.
- [5] 庄捷.流媒体原理与应用[M].北京:中国广播电视出版社,2007.
- [6] 何忠龙,陈宣华,曹迎槐.多媒体通信技术[M].北京:中国林业出版社,北京希望电子出版社,2006.
- [7] 黄永峰.IP 网络多媒体通信技术[M].北京:人民邮电出版社,2003.

作者简介:

陈晓辉(1984-),硕士生,主要研究方向为图像处理与多媒体通信;
刘峰(1964-),教授,江苏省图像处理与图像通信重点实验室副主任。

责任编辑:任健男

收稿日期:2010-01-08