

基于 TMS320DM368 的高清视频传输系统设计和实现

范宇龙¹, 杨 鸣^{1*}, 章 湖², 蒋金涛¹, 吴正管²

(1. 宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市医用光电仪器省级工程技术中心, 浙江 宁波 315211)

摘要: 针对当今安防监控中对视频清晰度及实时性的要求, 提出并实现一种基于 TMS320DM368 的高清视频传输系统, 分析了系统的总体框架以及软件设计要点, 其重点研究了视频采集、编码、RTP 及 RTSP 传输协议栈的软件流程, 并最终实现 VLC 播放器中实时播放的功能. 实验结果表明, 系统凭借很好的实时性和可靠性, 可广泛应用于各种安防产业.

关键词: 安防监控; TMS320DM368; RTP; RTSP; VLC

中图分类号: TP37

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2014) 01-0053-04

我国的安防产业^[1]起步较晚, 但得到了迅速的发展, 越来越多的机场、十字路口、商场、住宅小区等都安装了监控设备, 但随着对图像视觉要求的提升, 分辨率为 720×576 的普通 IP Camera 已不能满足许多场合的需求, 而且人们对实时性的要求越来越高. 因此, 我们采用最新的 H.264 视频编解码标准编码 1920×1080 的图像, 大大增强了图像的编码效率, 改善了图像数据在网络中的传输效率. 因此, 高清、实时的视频传输监控系统将是未来安防产业的发展重点.

1 系统总体设计

本系统通过 CMOS 传感器获得图像数据, 基于 Linux 嵌入式系统^[2], 通过采用 Davinci TMS320DM368 数字媒体处理器, 实现对视频的实时采集、H.264 编码、H.264 视频流封包以及传输功能, 最终在 PC 端 VLC 中高清、实时播放^[3-4]. 系统总体框图如图 1 所示.

1.1 图像传感器模块

本系统采用镁光 500 万像素的 mt9p031 传感器, 片内具有 12 位 A/D 转换、PLL 锁存功能, Bayer Pattern 的输出模式, 最大输出像素时钟 96 MHz, 传感器的命令状态可通过 I²C 读取. 图 2 为传感器内部框图与 TMS320DM368 连接图. 该传感器具有

模拟数字增益设置、色彩增益调节、曝光控制以及偏移补偿等功能, 为后期实现 2A 算法提供了有效的帮助.

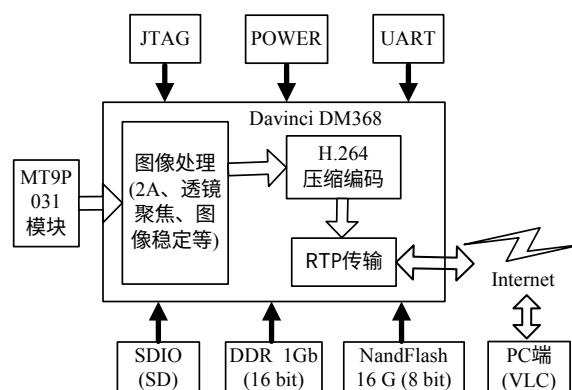


图 1 系统框图

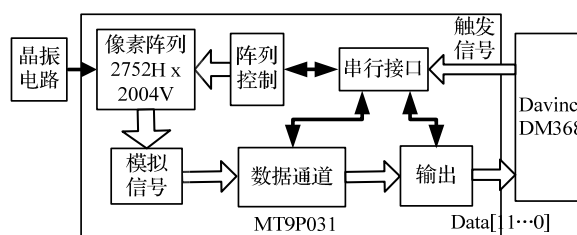


图 2 mt9p031 与 TMS320DM368 连接图

1.2 Davinci TMS320DM368^[5]

TMS320DM368 是 TI 一款专门面向多媒体技术的视频应用芯片, TMS320DM368 集成了

收稿日期: 2013-01-09.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 2012 年浙江省大学生科技创新活动计划暨新苗人才计划 (2012R405069) .

第一作者: 范宇龙 (1988—), 男, 浙江天台人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 嵌入式系统. E-mail: fyl027@126.com

*通信作者: 杨 鸣 (1963—), 男, 浙江宁波人, 研究员, 主要研究方向: 高分辨率全自动显微镜. E-mail: yangming@nbu.edu.cn

ARM926EJ-S 内核与 2 个图像协处理器(HD-VICP 和 MJCP), ARM 端可以通过 Linux 来支持对外设的管理, 协处理器主要完成视频、图像的压缩编码. TMS320DM368 工作频率高达 432 MHz, 支持多种格式解码, 最高可以支持 H.264 编码 1080 P 格式每秒 30 帧的速度. 处理器外围扩展了 EMIF、MMC、SD、USB、SPI 等接口, 系统可通过串口进行内核下载以及程序调试, DDR 为大量数据之间的高速交互提供缓存, Nand Flash 为系统内核及根文件系统提供巨大的存储空间. 网络传输部分扩展了高速以太网接口芯片 DM9161B, 支持 10 M/100 Mbps 自适应以太网接口.

1.3 VLC 播放器

客户端采用开源的 VLC 多媒体播放器, 可以支持 RTSP、UDP/RTP、FTP 等多种网络协议, 同时支持 H.264 解码, 工作稳定且可靠.

2 软件实现

本系统基于 Linux 嵌入式开发环境, 它具有实时、高效、稳定以及内核可裁剪等特点, 开源的特性使它具有广泛的应用^[6]. 我们采用 2.6.32 版本的 Linux 系统内核以及 TI 官方 4.02 版本的 DVSDK 软件开发包进行系统软件开发.

系统软件部分主要可分为视频采集处理、视频压缩编码以及视频传输 3 个部分.

2.1 视频采集处理

视频采集过程中, 除了图像传感器以外, 还要对 TMS320DM368 的内部模块(图像处理单元)进行合适设置^[7], 如图像预处理(曝光、滤波以及视频稳定等参数)设置、取景窗口设置、视频捕获格式设置、内存及映射空间分配等. 视频采集流程如图 3 所示.

系统首先通过 I²C 控制总线对图像传感器 mt9p031 的内部寄存器进行初始化工作, 如果初始化 10 次未成功则返回错误并结束程序; 然后初始化 TMS320DM368 内部系统参数, 根据采样视频要求的参数, 设置 ISIF、IPIPE(图像管道)、Resizer、Encoder 等片上模块具体参数; 系统为捕获的视频数据开辟出一块数据缓冲区, 设计一片内存共享区域, 使 Resizer 与 Encoder 等模块能够实现数据的交互, 关闭视频设备.

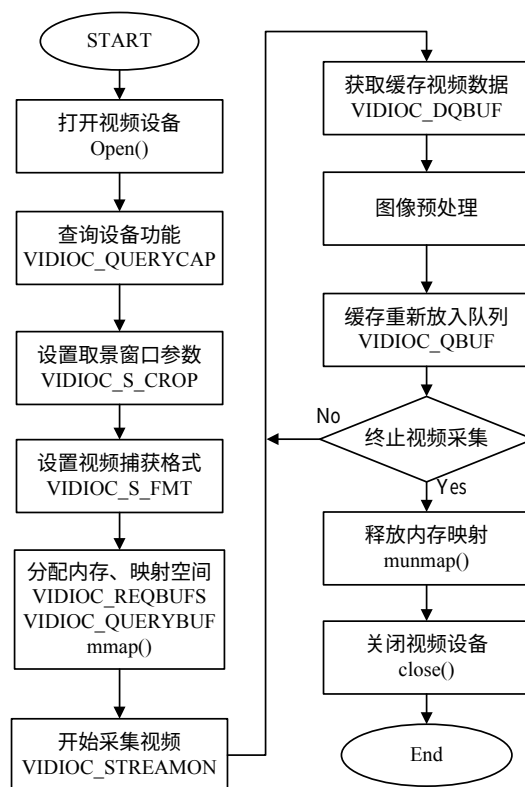


图3 视频采集流程图

2.2 视频压缩编码

TI 的 Davinci 平台为 ARM 与协处理器之间提供 Codec Engine 机制^[8]实现数据的交互. 协处理器主要完成视频的 H.264 编码工作, ARM 端通过 Codec Engine 的 VISA(Video, Image, Speech, Audio) API 接口调用协处理器端的算法. 我们首先通过

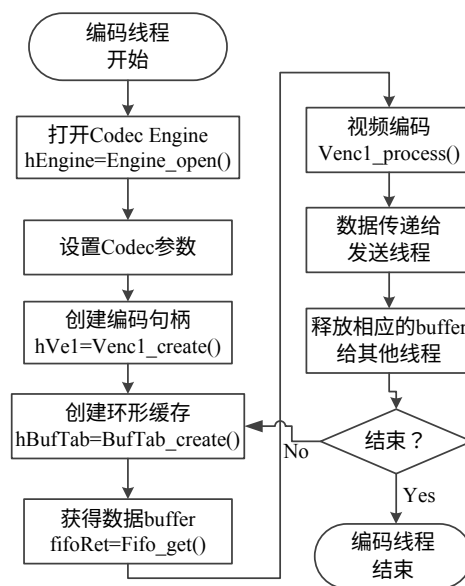


图4 编码流程图

Engine_open()函数打开 Codec Engine; 其次创建视频编码句柄 hVcl=Venc1_create(), 并传递编码器相关参数(如图像大小、帧率等参数); 然后再通过 Venc1_Process()函数实现一帧图像编码; 最后释放编码句柄并复位 DSP, 将算法执行结果返回 ARM 端应用程序, 编码流程如图 4 所示。

2.3 视频传输^[9]

本系统采集压缩后的视频帧存放在循环缓冲区中, 对于视频的实时传输应用, TCP 重传机制引入的延时和抖动是无法容忍的, 因此我们采用了 UDP 传输协议。为了控制多媒体数据传输通信协议, 我们又增加了 RTSP 通信交互协议, 实现对于多媒体数据传输的网络远程控制功能, 如暂停、播放等。

2.3.1 RTP 传输协议

H.264 视频数据首先需要经过 RTP^[10]进行封装才能传输, 编码后的视频数据以 NALU 单元存放于缓冲区中, 依据 RFC3550 规定的 RTP 头结构, 首先添加 RTP 头, 然后添加相应的 UDP 头、IP 头, 完成数据的封装后进行发送。由于网络传输基于 IP 协议, 因此最大传输单元为 1500 B, 在使用 IP/UDP/RTP 协议层结构时, 至少包括 20 B 的 IP 头、8 B 的 UDP 头及 12 B 的 RTP 头, 这样头信息至少占用 40 B, 故定义最大传输单元为 1400 B。根据 RFC3984 对 H.264 媒体流的 RTP 负载分包格式,

如果传输内容小于 1400 B, 则执行单一 NAL 单元的传输模式, 否则进行分片传输, 这样可以避免数据丢失且无法察觉情况的发生。RTP 传输流程如图 5 所示。

2.3.2 RTSP 传输协议

RTP 协议负责发送数据, RTSP 负责客户端与服务器之间的网络控制^[11]。RTSP 可以控制流媒体数据在 IP 网络上的远程控制, 实现客户端 C(PC)与服务器端 S(Davinci 平台)两者之间信息的交互, 详见表 1。

表 1 客户端与服务器端信息的交互

C→S	OPTION request	询问有哪些方法可用
S→C	OPTION response	列出可用的方法
C→S	DISCRIBE request	请求会话的媒体描述信息
S→C	DISCRIBE request	提供会话媒体描述信息
C→S	SETUP request	设会话属性, 提醒 S 建连接
S→C	SETUP response	S 建连接发回会话描述信息
C→S	PLAY request	C 请求播放
S→C	PLAY response	S 回应播放
C→S	TEARDOWN request	C 请求关闭
S→C	TEARDOWN response	S 关闭会话

3 实验结果

系统 Davinci 平台 IP 设为 10.22.74.220, RTSP 默认端口 554, 客户端 VLC 中网络输入设为 rtsp://10.22.74.220/test.264, 当编码码率设置到 4 Mbps 以上时即能实时查看 1080 P 高清视频图像, 即使剧烈运动也不会失真, 连续工作 40 h 以上稳定可靠, 具体测试数据见表 2。

表 2 实验测试数据

码率设置/Mbps	帧率/fps	图像质量
0.5	30	有剧烈运动时严重失真
1	30	有剧烈运动时容易失真
2	30	有剧烈运动时略微失真
3	30	有剧烈运动时略微失真
4	30	有剧烈运动时不失真

4 结语

本系统基于 TMS320DM368 处理器在 Linux 嵌入式系统上很好地完成了视频的实时高清传输

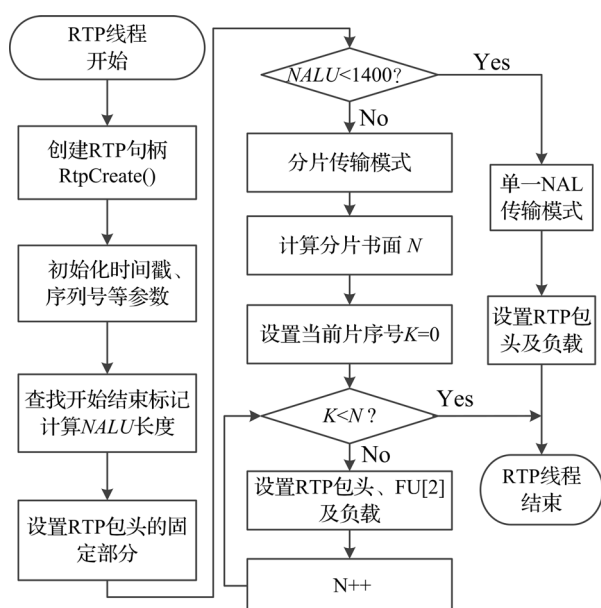


图 5 RTP 传输流程图

功能,与以往的安防监控相比,在图像分辨率及系统实时性方面具有一定的提升.研究表明该系统安全、可靠,可广泛应用于银行、小区、学校等各类场所,对于实际工程具有一定的参考价值.

参考文献:

- [1] 文军. 高清网络摄像机技术应用与分析[J]. 中国安防, 2011(12):1-8.
- [2] 奈美思, 斯奈德, 海因. Linux 系统管理技术手册[M]. 张辉, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [3] 赵勇, 袁誉乐, 丁悦. DAVINCI 技术原理与应用指南[M]. 南京: 东南大学出版社, 2008.
- [4] 余谦, 刘任庆. 基于达芬奇技术的视频采集系统研究[J]. 广播电视与技术, 2008, 35:93-96.
- [5] Texas Instruments Incorporation. TMS320DM368 digital media system-on-chip(DMSoC)[EB/OL]. [2010-04-15]. <http://www.ti.com>.
- [6] 陈加旭, 何加铭. 基于嵌入式 Linux 的网络摄像机设计[J]. 宁波大学学报: 理工版, 2008, 21(3):306-309.
- [7] Texas Instruments Incorporation. TMS320DM36x digital media system-on-chip (DMSoC) video processing frontend(VPFE)[EB/OL]. [2010-04-15]. <http://www.ti.com>.
- [8] Texas Instruments Incorporation. Programming details of codec engine for davinci technology[EB/OL]. [2008-07-20]. <http://www.ti.com>.
- [9] 曲丽君. 基于 H.264 的视频流式传输技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2007.
- [10] 张欣华. 基于 RTP 协议的远程视频监控系统中数据传输的实现[D]. 吉林: 长春理工大学, 2009.
- [11] 林天峰. Linux 服务器架设指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.

Implementation of High-definition Video Transmission System Based on TMS320DM368

FAN Yu-long¹, YANG Ming^{1*}, ZHANG Hu², JIANG Jin-tao¹, WU Zheng-guan²

(1.Faculty of Information Science and Engineering, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2.Ningbo Medical Photoelectric Instrument of Provincial Engineering and Technology Center, Ningbo 315211, China)

Abstract: To meet the requirements of video clarity and real-time in today's security monitoring system, we propose and implement a high-definition video transmission system based on the TMS320DM368. In the process, we analyzed the overall framework of system and the features of software design which focus on video software programming in capturing, encoder, RTP and RTSP transmission protocol stacks. We ultimately implement the function of real-time playback in VLC player. The experiment result confirms that the proposed system with good real-time performance and reliability can be widely applied to a variety of security industrial sectors.

Key words: security monitoring; TMS320DM368; RTP; RTSP; VLC

(责任编辑 史小丽)