文章编号:1008-0570(2010)05-2-0026-02

基于 TMDXEVM6446 的网络视频监控系统

Video Surveillance System based on TMDXEVM6446

(清华大学) 管　鹏　叶朝辉　杨士元
GUAN Peng YE Zhao-hui YANG Shi-yuan

摘要: 网络视频监控系统是集视频编解码和流媒体传输技术为一体的综合系统,提供了实时快捷的监控服务,近年来得到越来越广泛的应用。本文详细介绍了 H.264/AVC 视频编码新标准在 TMDXEVM6446 平台上的移植和优化,并完成了基于 H.264 编解码的网络视频监控系统完整的设计与实现。

关键词: 视频监控; H.264 编码; TMDXEVM6446 平台; 流媒体传输
中图分类号: TP316.2; TP316.81; TN919.81　　**文献标识码:** A

Abstract: Network Video Surveillance System is an integrated system that combines video encoding/ decoding with streaming media transferring technology for rapid, real-time monitoring, and its utility and reach are expanding. The transplantation and optimization process of the H.264 video encoding algorithm on TMDXEVM6446 platform will be described in detail. A fully integrated network video surveillance system is designed and implemented based on H.264 encoding/decoding.

Key words: Video Surveillance; H.264 encoding; TMDXEVM6446; Streaming media transferring

技术创新

1 引言

伴随着电子和计算机技术的飞速发展, 以及数字通信和音视频编解码技术的不断更新, 丰富多彩的数字多媒体应用越来越广泛。其中,视频监控系统将音视频信源压缩技术、实时流媒体传输技术和多媒体处理器相结合, 具有广阔的市场前景和重要的研究意义。

应用高性能的 DSP 处理芯片和 H.264 或 MPEG4 视频编解码技术的第三代网络视频监控系统近两年开始在国内出现。目前德州仪器(TI)的 DSP 处理器 TMS320DM642 在中国具有最大的客户群,并且支持 H.264,已有很多公司开发出成熟的产品。本系统采用 TI 最新推出的 TMDXEVM6446 平台,新平台的优势在于内置高速 ARM9 内核负责控制,直接支持 32bit 的 DDR RAM 以及具有优化过的硬件加速结构。目前国内应用 TMDXEVM6446 平台,性能完善并使用自己的编解码库的视频监控系统尚不多见。

本文分析了 H.264 视频编码技术的优势,并详细介绍了 H.264 视频编码标准在 TI 的 TMDXEVM6446 平台上的移植和优化,充分利用 Davinci™ 技术的优势,采用各种优化方法对原有视频编码算法进行优化,提高了程序的执行效率,最终在 TMDXEVM6446 平台上实现了 H.264 视频编码器。本文设计了网络层的应用协议和接口,在 LINUX 系统下进行 ARM 端软件开发,完成了基于 H.264 编码的网络视频监控系统服务器端的设计与实现,并在 PC 机上开发客户端软件,采用 FFmpeg 解码技术实现了视频图像多路输入解码和实时播放, 最终完成了网络视频监控系统。

2 TMDXEVM6446 平台参考架构和软件开发流程

2.1 达芬奇平台应用软件系统框架

本嵌入式视频监控平台的开发基于 TI 公司的达芬奇 TMDXEVM6446 开发套件,是 TI 推出的面向数字视频应用的嵌入式解决方案。开发套件包括集成的处理器、软件、开发工具和配套技术支持,硬件包括 TMS320DM6446 开发板,以及配套的液晶显示器、摄像机和麦克风等。

TMS320DM6446 在一块芯片上集成了 ARM 和 DSP 两个内核。ARM 端软件运行于 Linux 之上,DSP 端软件由 DSP/BIOS 管理。应用程序既可以采用本地模式运行在 ARM 子系统上,又可以采用远程(Remote)模式运行于 DSP 子系统上。无论采用哪种模式,均由 CE(Codec Engine)管理,CE 为应用程序提供统一的 VISA(Video,Image,Speech,Audio,即视频、图像、语音及音频)API。DSP 端的算法按照该接口标准封装后便可以通过 CE 模块进行管理,DSP 端的算法程序需要符合 xDAIS-DM (eXpress DSP Algorithm Interface Standard-Digital Media)算法标准。ARM 子系统与 DSP 子系统的通信通过 DSP/BIOS LINK(DSPLink)完成。

基于达芬奇 TMS320DM6446 平台的应用软件系统框架示意图如图 2.1 所示:

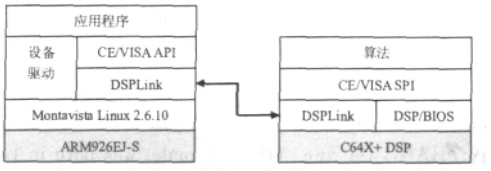

图 2.1 达芬奇平台应用软件系统框架图

2.2 基于 TMDXEVM6446 的应用软件开发

基于 TMDXEVM6446 的应用软件开发环境与一般的嵌入式系统开发环境类似,开发主机通过 RS232 串口和以太网与嵌入式平台进行通信,并对程序进行交叉调试。系统开发环境如图 2.2 所示。

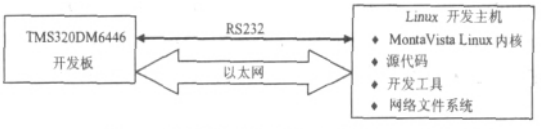

图 2.2 目标板和开发主机的交互示意图

管　鹏: 硕士

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

本文在 TMDXEVM6446 平台的 DSP 端开发了 H.264 编码器，在 ARM 端实现摄像头采集视频以及本地文件的编码压缩及显示,还开发了视频监控系统的服务器。

3 H.264 编码技术在 TMS320DM6446 上的移植与优化

3.1 H.264 视频编码标准概述

H.264/AVC 是最新一代的视频编码标准，可在不提高设计复杂性及低比特率的传输条件下，提供良好的图像质量和网络适应性。这个编码标准具有更高的压缩比,可广泛应用于各种网络和系统中，这些优势使它成为当前网络监控系统研究的热门技术。

3.2 H.264 算法在 PC 机上的实现

H.264 视频编码器有多个开源版本，本文从中选择性能最出色的 X264 编码器进行优化和移植。首先要在 Windows 操作系统上的 VC 环境中编译运行 X264 编码器。编码器的移植和优化需要考虑 TMS320DM6446 的硬件特点和运行环境,将 Windows 操作系统下的 X264 程序转变成 DSP 开发环境 CCS(Code Composer Studio)中可编译运行的 DSP 程序。这需要修改程序中不适合 CCS 环境下面的函数和变量,并针对 DSP 的特点对函数进行必要的修改,以提高在 DSP 端的程序运行效率。如 DSP 内核的硬件乘法器是 16 位输入,所以对数据进行乘法运算是应尽量使用 short 型数据，对循环计数器则应尽量使用 int 或 unsigned int 型数据。

3.3 H.264 算法在 DSP 上的优化

X264 编码算法的优化主要经过以下三个步骤:

1)对原始的 X264 程序进行删改和简化:视频处理程序通常都需要进行浮点运算,由于 TMS320DM6446 是定点 DSP,需要去掉浮点运算函数;去除 X264 程序中利用 MMX 等基于 x86 的技术，去除调试信息,PSNR 分析等 DSP 上无法实现的大量冗余代码;最后将读写接口修改为 DSP 支持的文件格式。

2)合理配置系统的存储系统:开发 C 语言程序时,一般无需关心堆 (heap)和栈(stack)大小的配置,因为这些都是由操作系统来分配管理的,而在嵌入式系统的开发中,就必须根据系统的需要合理地配置。

3)进行编码函数的线性汇编优化:用指针优化数组的寻址,能缩减数组地址的计算时间,提高访问效率;用移位代替乘除法,用自加自减代替加减法,灵活运用位运算;优化循环和分支判断的结构;对影响运行速度的关键 C 代码使用线性汇编重新编写。

3.4 H.264 算法在 DSP 上的移植

X264 编码器在达芬奇平台的移植需要在 ARM 端进行软件开发并调用 DSP 视频编码器。软件开发分为四个步骤:第一步,将在 PC 机上实现的视频编码算法进行符合 xDM 标准的算法封装,编译生成库文件 *.lib;第二步,生成在 DSP 端可运行的可执行程序 *.x64p(即.out 文件),也就是 DSPServer;第三步,编译环境的设置。最后,把应用程序和不同的 codec 包、DSPServer 和 Engine 配置文件 *.cfg 通过编译、链接,最终生成 ARM 侧可执行文件。

本文成功地在 TMS320DM6446 移植了经过优化的 X264 编码器,并开发了 ARM 程序,实现本地文件的编码压缩以及对摄像头采集视频的编码压缩和显示功能。

4 视频监控系统的设计和实现

视频监控系统由前端采集设备、服务器端、网络传输和客户端组成。前端监控设备即 H.264 网络摄像机,通过内置 CCD 采集视频数据;服务器端调用 DSP 编码库生成 H.264 的视频流,并把视频流和采集到的 I/O 数据一起封装成 TCP 数据包，送到网络接口。网络传输部分既可以是一般的 IP 网络,也可以是行业内的专用网络。客户端完成管理、监视、录像及拍照等功能,具体包括接收 TCP 数据包,对 H.264 视频流进行解码及实时播放,并支持监控系统前端设备的多路输入。

4.1 视频监控系统的网络协议和网络接口设计

1) 考虑到网络摄像机和服务器之间通信需求,H.264 解码的正确性,以及保证控制命令、管理命令的正确传输,本系统在应用层采用 TCP 协议。

2) 网络编程接口采用 Win Socket 编程接口中的 Select 模型。

4.2 视频监控系统的服务器设计

服务器端的系统分为三层:1) 软件驱动程序层,本层主要包含硬件的驱动程序，负责硬件中断程序的处理和硬件的一般控制;2) 软件复用压缩层,本层功能是压缩视频数据,做好复用后发给远端,同时解析终端客户的命令,执行相应的操作;3) 系统调度层,整个系统的核心,系统稳定与否完全取决于这一层,它负责服务器端线程的调度。

服务器端的系统流程如下:H.264 网络摄像机通过视频采集线程在前端实时采集视频图像，服务器端通过视频编码线程调用 DSP 编码器对采集到的数据进行压缩编码,封装成 TCP 数据包,打开监听端口,等待客户端发来视频请求,并将 TCP 数据包通过视频排序和发送流程发送到网络中。服务器端同时实时接收网络中传送过来的 TCP 数据包,解包后通过用户管理流程执行用户登录认证、辨析身份等级和执行控制命令等功能。

4.3 视频监控系统的客户端设计

客户端程序主要由界面层和软件控制解码层组成。界面层主要功能是在远端显示解码后的图像；软件控制解码层主要功能是解压缩视频数据并显示,将用户的命令进行打包,并发送给服务器端,其中解码采用 FFmpeg 技术。

视频监控系统的客户端运行在 PC 机上，在整个系统中直接与用户进行交互,包括向视频服务器发起连接,在权限验证通过以后,对服务器各种参数进行配置,获得各路视频的实时图像,并进行实时解码播放。本系统支持定点录像和回放,图像分辨率 CIF 和 D1 格式的自由切换,以及图像清晰度和图像编码帧数设置等附加功能。

5 结论

本文将嵌入式系统、H.264 视频编解码技术、网络传输技术,流媒体传输技术等成功有效的结合起来，设计实现了网络视频监控系统,实时视频监控可达流畅效果。下一步的研究工作是应用 DSP 技术进一步优化编码库以及尝试新的网络层应用协议。

参考文献

[1]王英洁,叶朝辉,杨士元. 基于 TMDXEVM6446 的家庭多媒体应用平台.微计算机信息,2008,29

[2]Gene Frantz, Leon Adams. DaVinci™ Technology for Digital Video. 2005

[3]Wiegand, G.J.Sullivan, G.Bjontegaard and A.Luthra. Overview of the H.264/AVC coding standard. IEEE Trans.Circuits Syst.Video Technol, 2003, 13:560-576

[4]Texas Instruments. Code Composer Studio Getting Started Guide. 2006

[5]Texas Instruments. Codec Engine Server Integrator's Guide. 2006

(下转第 59 页)

©1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

技术创新

集与处理同步线程,提高了效率。

5 结论

文章描述了在 IP 网络远程监控成为视频监控主流发展方向的时代背景下,采用嵌入式技术的应用方法,和一套实际的网络摄像头远程监控系统,摄像头与主控模块之间通过 USB 接口相连, 并重点介绍了其中硬件的网络模块和软件模块设计与实现的技术路线。该系统能够正常工作,达到了视频采集实时性的要求,但本系统采用的是 H.264 软件压缩编码和 B/S 设计模式,服务器端占用系统资源相对多一点,这对多功能集成不易扩展。不过随着课题研究的进一步深入, 将从硬件处理速度上和硬件结构上予以改进,以期得到满意的效果。

本文创新点: 本文针对目前两类远程监控系统存在的不足,实现了基于 IP 网络的远程监控,在客户端采用 B/S 设计模式拼弃了传统的 C/S 模式,使客户端真正做到跨平台操作,在图像处理上采用 H.264 编码,提高了同等条件下的分辨率,使此系统的应用具有更强的灵活性和普及性。

参考文献

[1]鹿宝生,陈启美. 基于嵌入式网络视频服务器的远程监控系统[J].武汉:武汉理工大学报(信息与管理工程版),2006,28(5):9-11.
[2]李繁,严星.基于嵌入式实时操作系统的现场控制系统[J].微计算机信息,2008(7):55-59.
[3]李剑雄,张策,杨军.基于 ARM 和 DM9000 的网卡接口设计与实现[J].微计算机信息,2008,(7):97-98.
[4]孙江波.基于嵌入式 Linux 的视频监控系统[J].天津工业大学学报,2007,(4):54-55.
[5]王洁,傅嘉模,张光年,洪国芬.基于 JMF 平台和 B/S 模式的多媒体计算机远程监控系统[J].北京:中国信息导报,2002:54-55.
[6]严家喜,李昂,史延东.基于 USB 传输及 CMOS 图像传感器的指纹识别仪的实现[J].上海:光学仪器,2005.
[7]赵印伟,谢胜利.基于 AT91RM9200 的嵌入式网络摄像机的设计与实现[J].微计算机信息,2006,14:26-28.

作者简介:李刚健(1956.6-), 男(汉族), 吉林长春人, 吉林建筑工程学院计算机科学与工程学院教授,主要从事分布式网络相关研究。

Biography:LI Gang-jian(1956.6-), male(Han), Jilin Province, Jilin Institute of Architecture and Civil Engineering, Professor, Major: Computer, Research area: Distributed Network.

(130021 长春 吉林建筑工程学院计算机科学与工程学院) 李刚健
通讯地址:(130021 长春市红旗街 1129 号 吉林建筑工程学院计算机科学与工程学院) 李刚健

(收稿日期:2009.06.01)(修稿日期:2009.09.01)

(上接第 5 页)

b)网格 VOD 服务层

提供网格 VOD 系统的一体化管理与处理平台,主要功能是协调多种资源的共享,为综合使用各类资源提供数据存储、组织管理、分发、检索和处理认证等服务。

c)网格 VOD 应用层

在 VOD 网格服务层的基础上, 提供一个面向应用领域的 VOD 集成应用环境。面向各个具体应用领域,提供 Web 服务、用户管理、资源调配、统一调度和流量监视等功能。

5 结束语

引入视频网格后的视频任务图像 VOD 系统,将使目前视频图像体系发生质的改变,不仅在很大程度上节省通信资源,同时也能满足更丰富的需求。此外,视频图像 VOD 系统的建立也将成为视频网格技术在领域的一个拓展。

参考文献

[1]刘颖,夏靖波,关礼安.网格技术在广播电视中的应用.中国有线电视,2004,(3/4):102~104
[2]姬正洲,成立,许杰.网格技术在视频会议系统中的应用初探.现代电子技术,2005,(12):74~79
[3]曹辉,黄河,网格平台的流媒体应用.武汉理工大学学报,2005,27(3):9~12
[4]羊牧,胡艳梅,舒晖.校园网多媒体视频网格系统的资源管理.现代教育技术,2006,16(4):52~56
[5]胡孟梁,严华,梁瑞英.基于局域网的网格实现. 北京:微计算机信息,2006,27:178~179

作者简介:孙世国(1975.04),男,汉族,黑龙江宾县人,北京理工大学信息与电子学院,博士研究生,北京航天飞行控制中心通信总站,工程师,主要从事专业为通信与信息系统、信息安全与对抗; 陈 帅(1982.04),男,河南省信阳人,现为北京航天飞行控制中心通信总站, 工程师, 主要从事专业为通信与信息系统; 兰 赟(1980.12),女,安徽省霍邱人,现为北京航天飞行控制中心通信总站,工程师,主要从事专业为通信与信息系统; 宿可昀(1983.02),女,辽宁省辽阳人,现为北京航天飞行控制中心通信总站,助理工程师,主要从事专业为通信与信息系统。

Biography:SUN Shi-guo(1975.04), Male,HeiLongjiang Province, BeiJing Aerospace Control Center, Engineer, Research area involve designing of wire communication.

(100081 北京理工大学) 孙世国
(100094 北京航天飞行控制中心通信总站) 孙世国 陈 帅 兰 赟 宿可昀
通讯地址:(100094 北京海淀区 5130 信箱 109 分箱) 孙世国

(收稿日期:2009.06.01)(修稿日期:2009.09.01)

(上接第 27 页)

[6]Texas Instruments. Codec Engine Algorithm Creator User's Guide. 2006
[7]Behrouz A.Forouzan. 数据通信与网络(第三版).机械工业出版社,2004
[8]Michael H Schimek. Video for Linux Two API Specification. available:linuxtx.org, 2007
[9]吴张顺. 基于 ffmpeg 的视频编码存储研究与实现[J].杭州电子科技大学学报,2006,26(3): 30-34.

作者简介:管鹏,男,(1984.6-),北京人,2006 年本科毕业于清华大学自动化系,现清华大学自动化系硕士生,研究方向为嵌入式视频监控。

Biography:GUAN Peng, received his B.E. degree in Automation from Tsinghua University. He is now a 3rd year graduate student in Automation at Tsinghua University. He is currently working in fields of Home Network Technology, Video surveillance System.

(100084 北京 清华大学自动化系检测与电子技术研究所) 管 鹏 叶朝辉 杨士元
(Institution of Detection and Electronic Technology, Department of Automation, Tsinghua University, Beijing, 100084, China) GUAN Peng YE Zhao-hui YANG Shi-yuan
通讯地址:(100084 北京清华大学自动化系检测与电子技术研究所) 管 鹏

(收稿日期:2009.06.11)(修稿日期:2009.09.11)

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net