

基于 IPP 库的 MPEG-4 视频传输系统设计

Design of MPEG-4 Video Transmission System Based on IPP

(厦门大学) 李 嘉 魏 静 石江宏
LI Jia WEI Jing SHI Jiang-hong

摘要: 本文以 PXA270 作为硬件平台, 采用基于该系列处理器设计的 IPP 库作为 MPEG-4 编解码的基本函数, 结合视频采集和回放模块实现了一种视频传输系统。实验结果表明, 该方案能有效提高处理器效率并达到实时传输的预期设计效果。

关键词: 视频传输; PXA270; IPP; MPEG-4

中图分类号: TP 338.1 文献标识码: B

Abstract: This paper designs and implements a MPEG-4 video transmission system based on hardware platform XScale PXA270 and IPP designed for the processor. The experiment result shows that this system performs well in improving the microprocessor's performance and real-time transmission as expected.

Key words: video transmission; PXA270; IPP; MPEG-4

随着网络及通信技术的发展, 形式多样的嵌入式设备作为继 PC 机后的信息处理工具正日益渗透到社会生活的各个领域。在 IP 化和视频化的双重推动下, 以嵌入式设备作为视频处理与传输终端在视频监控, 视频会议等领域得到越来越广泛的应用。为了进一步提高传输的实时性和图像质量, 本文在硬件平台上采用 Intel 新一代的 XScale 处理器 PXA270, 增强了媒体处理能力, 降低了系统功耗。同时, 为了最大限度的发挥处理器的性能优势, 本文采用 INTEL 针对 PXA27X 系列开发的高性能集成函数库, 即 IPP 库函数作为 MPEG-4 视频编解码的函数骨架, 采用 MPEG-4 编解码, 在 LINUX 嵌入式操作系统上实现并优化了视频传输系统。

1 系统硬件组成及工作流程

1.1 系统组成

本系统硬件组成如图 1 所示, 采用 Intel 公司的嵌入式处理器 PXA270 作为主控 CPU, 该款处理器的主频率可达 520MHz, 可以满足系统在编解码条件下的速度要求。其 Wireless MMX 技术有效提高了处理视频数据的能力, 独有的 SpeedStep 技术使其兼备了高性能和低功耗的特点。根据系统的运算量和系统文件的大小, 核心系统 Flash 存储器和 SDRAM 存储器容量分别设计为 32M 和 64M。外设接口方面, 通过 USB 接口连接以 OV511 作为控制芯片的高性能 USB 摄像头, 提高了传输速率并避免了低带宽条件下的图像跳动现象。通过 LCD 控制接口连接 LCD 显示模块, 通过系统总线连接 10M/100M 自适应以太网芯片 LAN91C11。同时, 系统还预留了 RS232 串口供调试使用。

1.2 MPEG-4 视频传输系统的工作流程

该系统的主要工作流程如下:

发送端: 视频数据经 USB 摄像头采集进入本系统, 由 PXA270 对原始的 YUV420 格式的视频数据进行 MPEG-4 编码, 采

用 IPP 库函数进行 DCT 变换, 量化, 预测, 运动估计及运动补偿, 熵编码后, 把压缩后的视频数据打成 RTP 包, 经以太网控制模块送入以太网。

接收端: 将接收的 RTP 包还原成 MPEG4 码流, 仍采用 IPP 库函数由 PXA270 进行 MPEG-4 解码, 将解码后的视频数据运用 FrameBuffer 机制送入 LCD, 由 LCD 显示模块来回放发送端采集到的视频图像, 达到视频传输的目的。

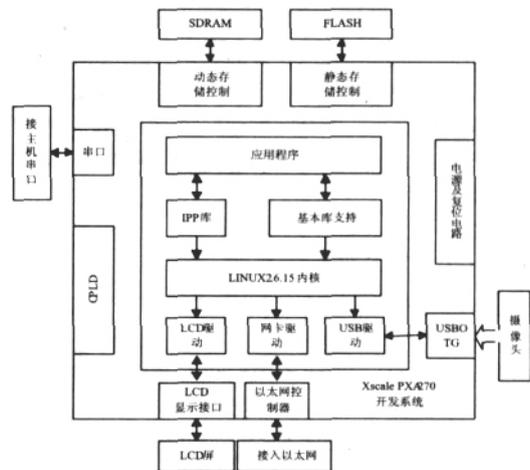


图 1 视频传输系统硬件组成框图

2 系统的模块分析及基于 IPP 库的软件实现

本系统由视频采集模块, 基于 IPP 库的 MPEG4 编解码模块, RTP 传输模块和视频回放模块组成, 整个系统的软件流程图如图 2 所示, 下面就该图对各个模块进行简要分析。

2.1 视频采集模块

视频采集由 USB 摄像头来实现, 采用通用的 Video4Linux API 进行编程。Video4Linux 是嵌入式 LINUX 为图像传感器之类的语音图像设备提供接口函数。通过打开/dev/video0 设备文件

李 嘉: 硕士研究生

基金项目: 基于宽带移动网络的流媒体终端(3502Z20063003)

对摄像头进行操作,得到YUV420格式的视频数据。采集视频数据的过程为:打开设备文件,查询并确认设备性能,对采集窗口,颜色模式,帧状态初始化,采用mmap()内存映射方式实现共享内存,开始采集图像数据,阻塞等待驱动缓冲好一帧完整的图像,循环采集直至程序退出。由于采用了内存映射方式而不是read(),write()等文件操作函数,绕过了内核缓冲区,加速了I/O访问。同时,该模块开辟了两块视频缓冲区,一块用于采集的同时另一块用于发送,显著提高了采集效率。

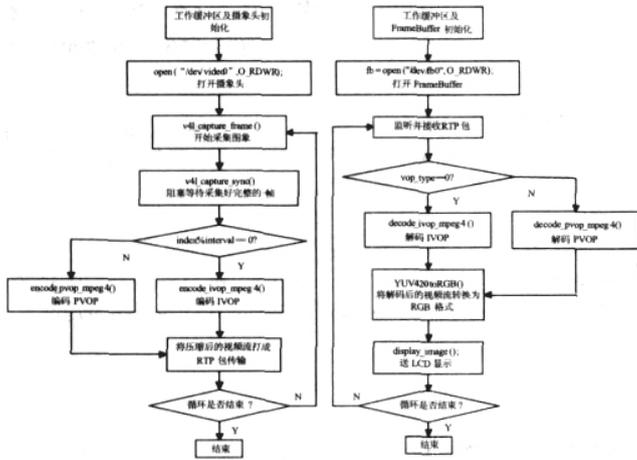


图2 系统软件流程图

2.2 基于IPP库的MPEG4编解码

2.2.1 IPP库简介

IPP是Intel基于其系列处理器开发的一套跨平台的集成性能函数库(Integrated Performance Primitives)的缩写,它提供了广泛的多媒体功能,包括音视频编解码(如MPEG4, G.723),图像处理,语音识别及加密机制。Intel IPP针对包括PXA27X系列的大量微处理器进行优化,采用跨平台的通用API,提供图像处理、颜色转换、过滤、变换,以及算术、统计与图形运算等各种函数,为软件应用程序提供了一个友好的连接界面,不但节省了开发成本以及研发时间,还使得多媒体应用程序在INTEL处理器上的性能大大改善。

2.2.2 IPP库函数介绍

一般的IPP函数名如下:

ipp<data-domain><name>_<datatype>[<descriptor>](<arguments>);

这里的data-domain所谓的域,指的是该IPP函数所属的功能范围。i(images/video)代表二维图像处理

datatype数据类型的定义是<bit depth>位数加上<bit interpretation>位解释组成。位数有<1|8|16|32|64>,位解释则有<u|s|f|c>。

这里u是无符号,s是有符号,f是浮点数,c是复数。

descriptor是描述符,描述要操作的数据。

C加数字n表明图像数据有几个颜色频道,1|2|3|4。

I表示操作仅在此数据内存的范围内进行,不需要多余的内存空间。

R表示需要指定ROI即圈选范围。

2.2.3 MPEG-4编解码中的关键IPP库函数

基于IPP库的MPEG-4编解码系统框图如图3所示,下面来具体介绍MPEG4编解码中用到的关键的IPP库函数:DCT变换:

ippiDCT8x8Fwd_Video_8u16s_C1R (const Ipp8u * pSrc, int srcStep, Ipp16s * pDst);

功能描述:将pSrc指向的8X8图像块采样点(空间域)进行前向离散余弦变换,转换到pDst指向的一组变换系数(变换域)。量化:

ippiQuantIntra_MPEG4_16s_I (Ipp16s * pSrcDst, Ipp8u QP, int blockIndex, const int * pQMatrix);

功能描述:将输入的DCT系数量化后,重新存储到pSrcDst指向的存储空间,其中QP是量化系数

VLC编码:

ippiEncodeVLCZigzag_Inter_MPEG4_16s1u 对帧间块进行之字型扫描并VLC编码

运动估计和运动补偿:

ippiMCBlock_RoundOff_8u----进行运动补偿并将补偿结果复制到当前块

ippiMotionEstimation_16x16_SEA----完成16X16大小的运动补偿,它不仅覆盖了16X16,还包括了8X8的整像素和半像素搜索。同时,该函数还决定了帧内或帧间的选择

ippiEncodeMV_MPEG4_8u16s----搜索预测的运动向量并对残差进行编码

以上只选取了MPEG4编码端用到的帧内/帧间关键的IPP库函数,而解码端的VLC解码,逆量化以及逆DCT变换是编码的逆过程,对于各个功能模块相对应的IPP库函数在IPP库参考文档中有详细叙述,在此不再赘述。

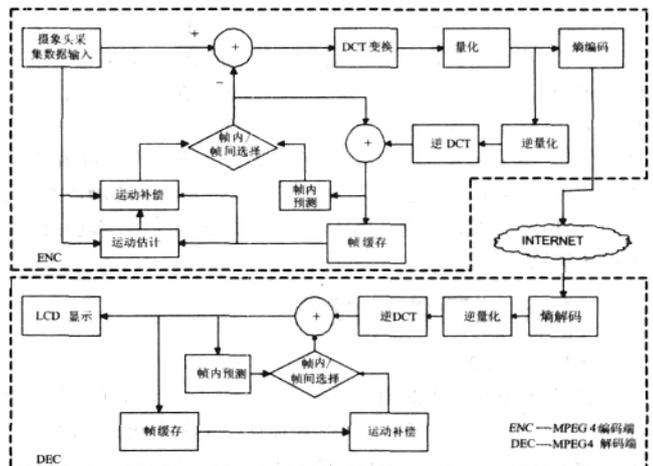


图3 MPEG-4编解码系统框图

2.3 视频传输模块

在压缩视频流通过IP网络传输之前必须打包。由于TCP协议丢包重传的特性增加了抖动和失真,不符合MPEG-4视频传输对时延的严格要求,本系统采用UDP来传输,但UDP不保证可靠传输,接收端需要通过RTP/RTCP来检测丢包。RTP协议提供了时间戳,序列号来控制实时数据的流放。发送端在数据包里隐蔽的设置了时间标签,接收端依照时间标签按照正确的速率恢复成原始的实时的数据。

2.4 视频回放模块

本系统采用FrameBuffer机制在LCD上实现视频信息的显示。FrameBuffer是一种能够提取图形的硬件设备,是用户进入图形界面很好的接口,这种接口将显示设备抽象为帧缓冲区。

(下转第26页)

技术创新

机地址

```

if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) == -1)
{
    perror("socket");
    exit(1);
} //建立套接字
if (connect(sockfd, (struct sockaddr *)&their_addr, sizeof(struct
sockaddr)) == -1)
{
    perror("connect");
    exit(1);
} //连接远程计算机
if ((send(sockfd, "hello,my world! \n", MAXDATASIZE, 0))
== -1)
{
    perror("send");
    exit(1);
} //向服务器发送数据
close(sockfd); //发送完成关闭套接字
程序实现了从 ARM 板通过 3490 端口连接远程计算机,连接
成功后发送数据。

```

此程序实现了板机之间的信息通讯,为自动售货机与服务器之间的通信打下了坚实基础。为自动售货机的网络化提供了一个可行的手段。

4 总结

TCP/IP 协议已成为目前最为重要的以太网协议, TCP 通信已经成为嵌入式系统有线通信的主要方式。ARM 板既可以作为客户端也可以作为服务器端,这种通信方式应用广泛,具有很高的研究价值。

本文作者创新点:在于对基于 TCP/IP 协议的嵌入式板机网络通信程序的设计与开发技术进行了研究,给出了基于 TCP 协议的板机通信程序的编写方法,实现了 PC 机与 ARM 板的通信。为以后基于网络的嵌入式系统的应用和通讯程序开发打下了坚实的基础。

参考文献:

[1]江俊辉.基于 ARM 的嵌入式系统硬件设计[J]微计算机信息,2005.21,7-2:120

[2]周立功.ARM 嵌入式系统基础教程[M].北京航空航天大学出版,2005 年

作者简介:杜鹏远(1982-),男(汉族),河南洛阳人,河南科技大学在读硕士研究生,研究方向为嵌入式系统;商建东(1968-),男(汉族),河南洛阳人,河南科技大学机电学院教授,博士,河南科技大学硕士生导师。

Biography:DU Peng-yuan (1982-), male (the Han nationality), henan province, graduate of Henan University of Science and Technology, now studing on embedded system.

(471003 河南 河南科技大学)杜鹏远 商建东

通讯地址:(471003 河南 河南科技大学校本部 2029# 信箱)杜鹏远

(收稿日期:2008.02.13) (修稿日期:2008.03.25)

(上接第 10 页)

用户可以把它看作一块内存,只要将其映射到进程地址空间,就可以直接进行读写操作,而写操作可以立即反应在屏幕上。在应用程序中,首先打开/dev/fb0 设备文件,随后用 ioctl 操作取得屏幕的分辨率和 bpp 值,从而计算出屏幕缓冲区的大小,并将该缓冲区映射到用户空间,最后就可直接对屏幕缓冲区进行图片显示。由于本系统所采用的 LCD 只支持 RGB 格式的视频流,而经 MPEG4 解码后的数据为 YUV 格式的,所以在显示之前还需运用 IPP 函数 ippiYUV420ToRGB565_8u16u_P3C3R 进行 YUV 到 RGB 格式的转换。

3 结语

本文介绍了视频传输系统各个模块的功能和软件实现,重点介绍了基于 IPP 的 MPEG-4 编解码模块。从实际效果来看,在 XScale PXA270 中利用 IPP 库编解码后的编码速率比未用 IPP 库提高了 70%~90%,大大提高了实时性。本文的研究成果可以在视频监控,多媒体会议等很多领域得到更广泛的应用。

本文作者创新点:在基于 Intel Xscale 构架的 PXA270 嵌入式设备上,使用 IPP 为 MPEG-4 编解码编写的底层 API 函数对视频传输系统程序结构进行重组并优化,对 IPP 的语法规则和其中的关键算法给出了解释。经优化后的系统传输效率和图象质量明显提高。

项目经济效益:900 万元

参考文献:

[1]Intel Integrated Performance Primitives on Intel Personal Internet Client Architecture Processors Reference Manual Version 5.0 [S].Intel.com,2005

[2]求是科技.Visual C++音视频编解码技术及实践[M].人民邮电出版社,2006

[3]洪艳伟,杨斌.嵌入式手持设备及其基于 IPP 的优化. [J].微计算机信息,2007,2-2:23

[4]Iain E.G.Richardson 著 欧阳合 韩军译. H.264 和 MPEG-4 视频压缩[M].国防科技大学出版社,2004

[5]郑灵翔等.嵌入式系统设计与应用开发[M].北京航空航天大学出版社,2006

作者简介:李嘉(1982-),男(汉族),陕西宝鸡人,厦门大学通信工程系硕士研究生,主要从事嵌入式系统开发。

Biography: Li Jia (1982-), Male(Han nationality), Shaanxi province, Postgraduate student in Conmmunication Engineering Department of Xiamen University .Focus in the research of embedded system development.

(厦门大学 通信工程系) 李嘉 魏静 石江宏

通讯地址:(361005 福建省厦门大学通信工程系)李嘉

(收稿日期:2008.02.13) (修稿日期:2008.03.25)

(上接第 32 页)

Biography:Geng jieheng (1982-), male, come from Xingtai Hebei Province, Research field: testing technology and automatic device.

(050003 石家庄 军械工程学院四系)耿杰恒 王竹林

(200233 上海 南京军代局上海代表室)贾春宁

通讯地址:(050003 石家庄 石家庄军械工程学院四系战术导弹教研室)耿杰恒

(收稿日期:2008.2.15)(修稿日期:2008.3.25)