

基于 DM642 的无线视频监控系统

赵青芝, 叶旭东, 朱善安

(浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要:针对难以安装有线网络场所的远程实时监控问题,采用了视频处理芯片 DM642、视频解码芯片 TVP5150A、CDMA 无线收发模块 DTU-800X 等组成硬件终端,负责视频采集、MPEG-4 编码压缩及发送,基于 UDP 协议设计高效视频传输控制算法,利用 VC++ 编程及 directshow 组件开发客户端软件,实现了无线实时视频监控功能。实验结果表明,该系统具有传输效率高、体积小、安装方便等特点,适用于各种监控场合。

关键词:无线视频监控系统;DM642;视频传输;directshow 组件

中图分类号:TP277

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)04-0072-04

Wireless video monitoring system based on DM642

ZHAO Qing-zhi, YE Xu-dong, ZHU Shan-an

(College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Aiming at real-time monitoring of those sites were difficult to install cable network, using video processing chip DM642, video decoder chip TVP5150A, CDMA wireless transceiver module DTU-800X, etc, the hardware was designed to capture, MPEG-4 encode video compress and video data send. An efficient transmission algorithm based on UDP protocol was proposed. The client software was developed by VC++ based programming and directshow components. The test results indicate that the system has a high transmission efficiency, as well as small size and easy installation. It is suitable for various monitoring occasions.

Key words: wireless video monitoring system; DM642; video transmission; directshow component

0 引言

传统的监控系统通过有线网络传输数据,存在设备成本高、部署费时、网络安装费用高等缺点。随着无线传输技术的发展,利用无线网络实现远程视频信号传输,可以摆脱有线网络存在的束缚,充分提高应用的灵活性。此外,基于数字信号处理器(DSP)的嵌入式图像采集处理系统,能有效利用 DSP 的快速处理速度实现视频的实时编码压缩。以 TI 系列芯片为例,其处理速度最高已达到 8 800 MIPS,具有功耗低、体积小、成本低等优点。

融合无线传输及嵌入式技术的嵌入式无线监控系统特别适合交通、安防和智能控制等无线应用场合,成为这些领域的研究热点^[1-2]。但无线视频传输存在问题,例如较低的网络带宽限制了视频传输速度,误码率及丢包率高,使实时监控无法稳定流畅进行。

本研究利用 DM642 芯片对实时视频进行基于 MPEG-4 算法的编码压缩,设计基于 UDP 协议的节省带宽的高效传输控制算法进行数据传输,最后通过开发 PC 客户端软件进行视频接收,实现低码率下的无线远程视频监控。

1 系统整体框架

系统整体框架如图 1 所示,主要由 3 部分组成:① DSP 终端^[3-4],负责视频数据的采集、编码压缩和无线发送。基于 TI(Texas Instruments)生产的 TMS320DM642 芯片设计,利用 CDMA 模块进行无线网络传输。②传输网络。采用 CDMA2000 1X 数据传输技术,理论上最高速率达 153.6 Kbps,实际传输速度为 80 Kbps 左右。③监控客户端。负责视频数据接收、解码及播放、客户界面的显示与交互操作。基于 VC++ 语言编程,利用 Directx 开发包中的 directshow 组件来完成视频解

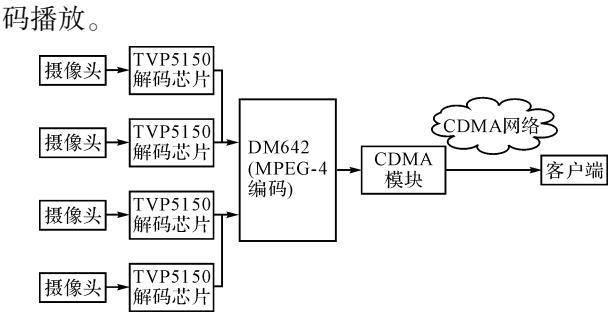


图1 无线远程监控系统整体结构框图

2 DSP 终端硬件设计

TMS320DM642 是 TI 公司推出的一款高端专用视频处理芯片,具有超强的单核处理性能,在 600 MHz 时钟频率下,可达到 4 800 MIPS 的处理速度,同时加入了一些图像和视频处理方面的专有指令,在视频领域有其非常广泛的应用。本系统硬件部分以 DM642 芯片为中心进行相应扩展,整体框架结构如图 2 所示。

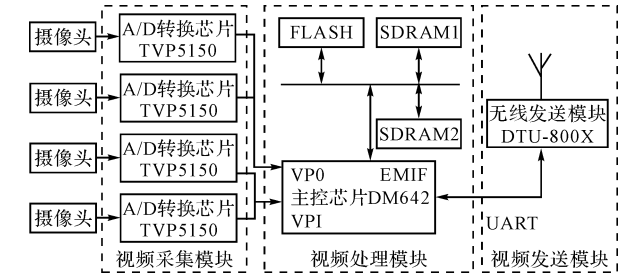


图2 DSP 终端系统结构图

4 路摄像头采集输出模拟信号,经过视频解码芯片 TVP5150A 转换成数字信号后完成视频采集。TVP5150 芯片是 TI 公司推出的一款超低功耗解码芯片,可自动识别 NTSC/PAL/SECAM 制式,模拟信号送入 TVP5150A 后,依据 YCbCr 4:2:2 格式转化成 CIF(352 × 288),以内嵌 8 bit 同步信号的 ITU-RBT. 656 格式输出。

TVP5150A 输出送入 DM642 的 VP 口,每个 VP 口支持 2 路 8 bit/10 bit RBT. 656 模式输入。将 Xvidcore 开源编码软件移植到 DM642 芯片中实现 MPEG-4 视频编码。在外部存储器接口 (EMIF) 挂接异步通信芯片 TL16C550 将同步并行数据转化为 UART 异步串行数据。通过 AnyDATA 公司的 CDMA 无线收发模块 DTU-800X^[4] 发送,该模块支持 TCP 和 UDP 协议,包含符合 IS-95A/B 及 IS-2000 标准的数字调制解调器,提供 RS232 标准串行接口,可外接 RS-232/RS-485 转换器实现与 DM642 系统串口通讯。

3 系统通讯设计

CDMA 无线发送模块可用协议包括 TCP 和 UDP

协议。TCP 协议是一种面向连接的服务协议,自身具有检验、纠错、拥塞等控制机制,可靠性高,但是连接时间长,传输速度慢,传输延时长,不适合实时视频的传输。本系统采用无连接不可靠服务协议 (UDP 协议) 进行数据传输。

3.1 控制命令传输

控制命令传输比较简单,只需设计相应的命令格式。本系统的通用命令格式如表 1 所示,各参数从上到下,从左到右依次为校验码、命令类型、摄像头 ID 号、比特率、帧率、同步标识、同步位置及命令参数。

表 1 控制命令格式

Verify Code(4 B)			
MsgType(1 B)	DeviceID(1 B)	BitRate(1 B)	FrmRate(1 B)
Sync(1 B)	SyncPos(1 B)	Params(2 B)	

3.2 视频数据传输

由于无线传输的误码率相对较高,相关的差错控制研究是一个重点^[5-6]。UDP 协议本身不提供可靠的数据传输,可能出现错误、丢包及失序等情况,本系统设计了传输控制方案,处理数据出错、丢失及失序等状况。

首先介绍一下视频数据的组织方式。DSP 端经过 MPEG-4 算法压缩的视频帧分两类:①帧内预测 (I) 帧;②单向帧间预测 (P) 帧。采用 IPPPP 帧循环的视频帧组帧方式 (组帧方式可调整,但过多 P 帧将增加风险),如果一个视频块的 I 帧丢弃,则后续的 P 帧将无法解码,I 帧和 P 帧直接通过帧号进行区别。视频帧大小不定,在发送时又拆分成多个 UDP 数据包,对每个包也进行编号,视频包头部结构承载了相关信息,具体结构如下:

```
Typedef struct
{
    int    verifycode; //校验码
    int    framenum;   //当前视频帧号
    int    totalpack;  //视频分包总数
    int    packnum;    //当前视频分包序号
    int    datanum;    //有效填充数据数
    bool   resend;     //是否是重发包
} MPEG4_PACK_HEADER
```

DSP 端发送经过编号的视频数据包,客户端接收到这些无序数据包后,在缓冲区中进行奇偶校验及数据包重排,发现检验错误则立即重传,校验正确需要进一步的完整性检验。检验时如 I 帧出现错误、部分或全部丢失时,须进行重传,P 帧出现同样的状况时不重传,直接丢弃。实现上主要借鉴了 TCP 的窗口机制,以 I 帧、4 个 P 帧为一个数据块,在程序中确定一个或多个数据块进行完整性检验,具体步骤如下 (算法流程图如图 3 所示):

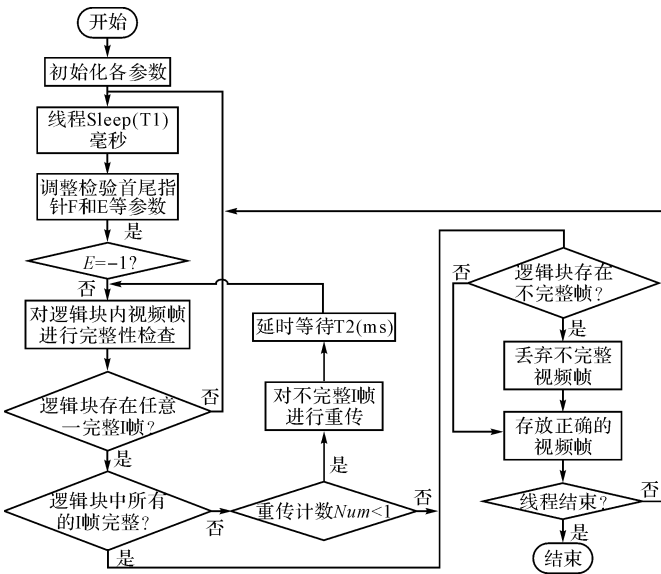


图3 视频帧完整性检验算法流程图

(1) 确定检验的数据块范围,用 F 和 E 分别表示块首头和块尾, F 和 E 都指向数据块的 I 帧。 E 指向处在接收阶段的数据块的前一个数据块,如果 F 和 E 相同,则 $E = -1$;

(2) 对 F 和 E 的长度进行计算,如果超过所允许最大值 MAXCHECKNUM 则进行调整,从前面开始丢弃,直至达到允许的值。

(3) 如果 $E = -1$,则返回(1);

(4) 对这个序列中的所有的视频帧进行完整性检验;

(5) 查找最末完整 I 帧的后一个 I 帧序号,作为下一个循环的 F ,如果没有任意一个 I 帧完整,则 F 保持不变;

(6) 如果没有任意一个完整的 I 帧(F 不变)则回到(1);

(7) 如果有任意一个完整的 I 帧(即 F 变化),检验线程对没有达到重传计数的不完整 I 帧进行重传。等待 $T2$ 时间转到(4);

(8) 如果所有 I 帧都完整,转到(9);

(9) 对这个检查块中的视频帧进行存储和释放,丢弃不完整视频帧,如果 I 帧不完整,则丢弃其后的所有 P 帧;

(10) 程序计时, $T1$ 时间到则回到(1)。

以上算法须对 DSP 端和客户端进行联合编程,该算法简洁有效,适合嵌入式应用这种低功耗应用场合。算法灵活,每个步骤可另外设计,自行增减控制算法复杂度。

4 客户端软件设计

客户端软件编程采用 VC++ 编程语言,基于 COM

组件技术 directshow, MFC 及 Win socket 技术实现多线程对话框程序,采用双缓冲机制以兼顾缓冲播放的实现和内存操作的高效性,其中 directshow 组件用于实现视频播放。

Directshow 是 Windows 系统提供的音/视频开发包 DirectX 组件之一,利用称为过滤器(Filter)的标准组件来处理流媒体数据^[7]。通过在 Filter Graph 中把各个 Filter 模块按一定的顺序连接起来工作,本系统连接完成的 Filter Graph 如图 4 所示,创建的主要步骤如下:

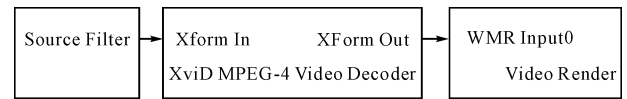


图4 视频播放过滤器结构图

(1) 利用 CoCreateInstance (CLSID_FilterGraph, NULL, CLSCTX_INPROC, IID_IGraphBuilder, (void *) &m_pGB) 函数创建 Filter Graph 实例,查询获得相关控制接口。

(2) 创建 Source Filter 的实例。开启等待线程 WaitingThrd() 等待接收数据,接收到之后进行视频格式判断,连接后续 Filter。

(3) 调用 pGraph -> StartGraph() 进行 Source Filter 后续的连接。包括 Xvid 解码 Filter、Video Render Filter,连接 Filters 时将先将 Filter 加入 Graph,再调用 GetPin() 得到输入/输出接口,然后进行连接。

(4) 调用 pGraph -> Run() 启动 Filter Graph 进行播放,播放过程中通过上述相关接口完成“暂停播放”、“重新启动”等控制。

(5) 视频帧播放速度控制。由于网络状况的不同,在拥塞的状况下,应该放慢视频帧的显示速度,在通畅的情况下,可加快视频显示。系统根据缓冲队列中数据情况对每帧视频调用 SetTime() 函数设置播放时间。

5 系统测试与结论

最终的用户界面如图 5 所示。首先,单击“启动服务”按钮做必要的初始化工作,在右侧输入框输入远程 DSP 终端的 IP 地址及端口,选中需要观察的那路视频,单击“视频请求”按钮自动开始通讯,根据网络状况稍加等待就可以看到监控画面;另外,界面右边有一系列的设备信息编辑框,点击“查看”,则 DSP 端将发送相关的设备信息;右下方的视频选择框可以用于选择查看第几路视频信息。

通过 CDMA 网络的实际测试,在传输速率低至约为 30~40 Kbps 的情况下,仍可实现 4~5 fps 的 CIF



图5 客户端用户操作界面

(352 × 288) 格式图像的的稳定传输,延时小,相对其他视频传输系统有了长足的进步。随着 3G 网建成,数据通信速率可达到:静止 2 Mbps,慢速移动 384 Kbps,高速移动 144 Kbps。因此,相应的视频传输帧率在高速移动下能达到近 19 fps,完全可实现流畅监控。

6 结束语

本研究设计了嵌入式无线监控系统,主要针对固定监控客户端,进一步的扩展阶段可考虑开发移动设备监控客户端。与其他远程视频监控系统相比,本系统有如下优点:

(1) 传输效率高,低传输带宽要求,系统可在低至约 30 ~ 40 Kbps 码率下保持稳定进行 4 ~ 5 fps 播放速

率。采用 UDP 协议传输,自行设计数据丢失及重传等处理机制,有效地提高传输效率。

(2) 安装方便快捷,使用方便,扩展性好。基于嵌入式系统开发,系统硬件体积小,易于安装。在网络中的每一台计算机,只要安装客户端,就可以实现远程监控。

(3) 覆盖范围广,几乎不受区域限制。采用无线传输网络,不受有线布线范围限制,只要在无线通讯覆盖范围内都可安装使用。

参考文献 (References):

- [1] 陈文祥,孟利民. 新型嵌入式视频监控系统的设计[J]. 电子器件应用,2008,10(2):56-58,62.
- [2] 阮越广,赵伟胜. 基于无线网络的家用安全视频监控系统[J]. 机电工程,2008,25(8):58-61.
- [3] 罗小科,朱善安. 无线视频监控系统视频传输模块的软件设计[J]. 机电工程,2007,24(1):42-45.
- [4] 刘源,朱善安,叶旭东. 基于 DM642 的嵌入式视频监控系统硬件设计[J]. 电子器件,2006,29(3):905-908.
- [5] CHIASSERINI C F, MAGLI E. Energy efficient coding and error control for wireless video surveillance networks[J]. **Telecommunication Systems**,2004,26(2-4):369-387.
- [6] LEE Y C, ALTUNBASAK Y, MERSEREAU R M. Multi-frame error concealment for MPEG-coded video delivery over error-prone networks[J]. **IEEE Transactions on Image Processing**,2002,11(11):1314-1331.
- [7] 陆其明. Directshow 开发指南[M]. 北京:清华大学出版社,2003.

[编辑:李辉]

(上接第 54 页)

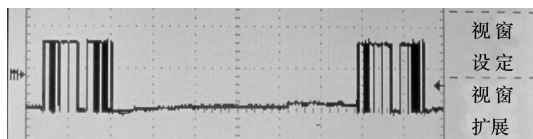


图7 MCU 对 PLC Q 0.0 置位的 Modbus 数据波形

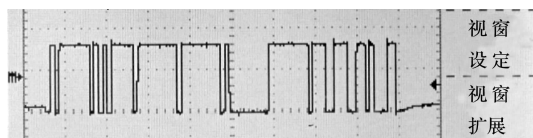


图8 MCU 对 Q 0.0 置位的响应帧格式

6 结束语

本研究通过对 Modbus 通信协议的介绍与研究,设计了基于 Modbus 协议的 MCU 与 PLC 通信系统。该系统实现了 MCU 与 S7-200 系列 PLC 的 Modbus-RTU 通信,使 PLC 设备可通过系统的人机交互程序进行控制,解决了其交互性能差的缺点;也为 Modbus 协议在工控领域的应用提供了参考和解决方案,并可方便地移植到工业设备中。该系统具有成本低、适用性强等特点,将具有良好的推广应用前景。

参考文献 (References):

- [1] 卢文俊,冷杉,杨建军. 基于 Modbus 协议的控制器远程监控系统[J]. 电力自动化设备,2003,23(6):54-56.
- [2] 潘洪跃. 基于 MODBUS 协议通信的设计与实现[J]. 计量技术,2002(4):35-36.
- [3] 温建明,鲁五一,袁庆国. 基于 MODBUS 协议的触摸屏与单片机通信的实现[J]. 超重运输机械,2008(7):39-42.
- [4] 叶露林,洪雷峰. 新型智能通风系统[J]. 机电工程技术,2008,37(11):45-47.
- [5] 廖常初. PLC 编程及应用[M]. 2 版. 北京:机械工业出版社,2005:155-163.
- [6] CHEN L. Research on Voltage Acquisition System Based on Modbus Industrial Bus and Single Chip[C]//2009 International Conference on Signal Processing Systems,2009:585-588.
- [7] 胡金华. 基于 PLC 自由通信的 CRC 校验算法实现[J]. 机电工程,2007,24(10):19-21.
- [8] 赵晓明,徐立,邵威,等. 基于 VC++ 的上位机与西门子系列 PLC 通信的研究[J]. 机电工程,2007,24(7):42-44.
- [9] 潘悦,佟为明,赵志衡. 基于 C8051F02x 单片机的 Modbus 实验系统[J]. 仪器仪表学报,2007,28(4):305-306.
- [10] 李晓波,高倩. 基于触摸屏和 PLC 的交通灯监控系统设计[J]. 机电技术,2008(4):63-65.

[编辑:张翔]