

采用DM642 DSP 实现 基于 H.264 的数字视频监控系统

晋 春 徐荣青

(江苏科技大学, 江苏镇江, 212003)

【摘 要】提出了一种基于 DM642 DSP 的数字视频监控系统设计与实现方案, 给出了系统组成的软硬件实现方案, 并对视频采集、编解码和流媒体技术作了详细讨论。该系统可实现多用户异地监控, 具有良好的推广应用价值。

【关键词】数字视频监控 Dm642 H.264 RTP/RTCP

一、引言

视频监控系统是安全防范系统的组成部分, 广泛应用银行、航空、办公, 甚至家庭等许多场合。目前在国内外市场上, 主要推出的是数字控制的模拟视频监控和数字视频监控两类产品, 前者技术成熟, 应用广, 但其信息流形式是模拟信号, 系统网络结构仍是单功能、单向、集总方式, 已不适应远程分布式数字监控需求的增长; 后者是新近崛起的以视频图像压缩及网络传输技术为核心的新型视频监控系统, 对视频内容处理与传输的灵活性大大提高, 在图像的存储、检索、打印、传输等方面具有模拟系统无法比拟的方便性和优越性。同时, 高级的视频特性, 如运动检测、人脸识别、目标跟踪等, 在数字视频监控系统中能方便地得到充分应用。

获得更好的图像质量和低带宽图像快速传输, 已是视频压缩的两大难题。为此IEO/IEC和TTU-T两大国际标准化组织联合制定了最新一代视频压缩标准H.264。H.264不仅比H.263和MPEG-4节约了50%的码率, 而且对网络传输具有更好的支持功能, 能适用于不同网络中(如窄带网络、拨号上网等)的视频传输, 另外还具有较强的抗误码特性。这些优点使它超越了现有的MPEG-2、MPEG-4和H.263视频通信标准, 为数字化监控提供了新的发展空间。

采用通用DSP, 用软件可编程来实现视频编码, 灵活性较好, 易于升级更新算法, 开发周期短。TI公司的TMS320DM642是一款专门面向多媒体应用的专用

DSP, 时钟高达600MHz, 具有4800MIPS的运算性能和丰富的外围接口, 其外部配置了3个视频端口和一个以太网接口。DM642是目前实现视频应用的最理想平台之一, 非常适于开发集视频编码、网络传输和自动化技术为一体的嵌入式数字视频监控系统。

本文提出了一种采用DM642 DSP的数字监控系统的设计方案, 分别对系统软硬件的设计进行了详细讨论, 完成视频信号的采集、压缩及传输功能。

二、基于DM642的数字视频监控系统整体结构

系统结构如图1所示。视频编码器(Video A/D)对有CCD传感器送来的视频模拟信号进行采样, 把模拟信号转换为DSP可以处理的数字信号, 并送给DSP进行处理, DSP芯片对接受的数字信号进行识别、压缩编码等运算。经压缩处理的数字视频信号由网络芯片进行打包, 然后无失真地通过局域网或因特网将数据传给远端监控用户, 用户可以直接用IE浏览器监察现

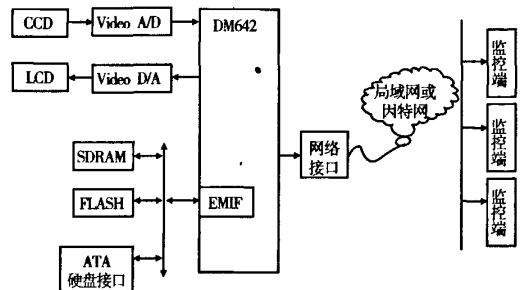


图1 系统结构原理图

场状况。由于视频信号通过局域网或因特网传输,所以本系统支持多用户远程监控。考虑到远程监控的需要,可以将经 DSP 压缩处理的数字视频信号由视频解压器 (Video D/A) 直接输出到 LCD 上显示。

DSP 内部都有程序/数据缓存,但容量较小,对于直接处理数据图像是不够的,因此扩展了外部存储器空间。大容量的 SDRAM 用来暂存原始图像数据, LASH 用来存放应用程序。若有录制视频图像的需要,还可以考虑扩展大容量硬盘。

三、系统组成的硬件设计

1、视频采集、处理模块

TMS320DM642是TI公司在其最高性能的 C64x 系列 DSP 基础上专门为多媒体应用而设计/开发的 DSP。它采用 TI 第二代超长指令集结构的内核,对视频处理如视频压缩编码提供高效有力的支持。DM642 配置了3个视频端口 VP[2:0],可以和视频输入/出数据流进行无缝连接。每个视频端口可配置为上(B)、下(A)2个通道,但2个通道必须同时为视频输入或输出。每个视频口有下列信号:

(1) 20位数据: VPxD[19:0], 作为数字视频流数据总线; 8位视频口时,则使用 VPxD[9:2]和 VPxD[19:12]。

(2) 2个时钟信号: VPxCLK[1:0]。当配置为单通道视频输入时, VPxCLK0 为输入时钟, VPxCLK1 无用;当配置为双通道视频输入时, VPxCLK0 为A通道输入时钟, VPxCLK1 为 B 通道输入时钟;当配置为视频输出时, VPxCLK0 为输入时钟, VPxCLK1 为输出时钟。

(3) 3个控制信号: VPxCTL[2:0], 可配置为行同步、帧同步、场标志、视频采集使能信号。

DM642 还配置 1 个 10/100 Mbps 以太网接口,在 DSP 核及网络之间提供高效的接口。视频采集电路如 2 所示。本系统采用的视频解压器是 Phillips 公司的 SAA7115,支持 NTSC/PAL 制式。从摄像头输入的模拟电视信号在 SAA7121 内部经过钳位、抗混叠滤波、A/D 转换、YUV 分离电路之后,在 YUV 到 YCrCb 的转换电路中转换成 BT.656 视频数据流,输入到压缩核心单元 DM642 中。DM642 的视频端口 VP0 与之相连接,由于只有一路视频输入,VP1 和 VP2 端口未用,VP0 通道配置为 8 位 BT.656 视频输入。DM642 还需要提供视频采样时钟和采样使能信号。SAA7115 内部寄存器

参数的配置和状态的读出通过 I²C 总线进行。

视频编码器选用 Phillips 公司的 SAA7121,将 DM642 处理后的 8 位 BT.656 视频数据流转换成标准的 PAL/NTSC 复合视频 CVBS 和分量视频 Y/C 模拟视频,输出给 LCD 显示。

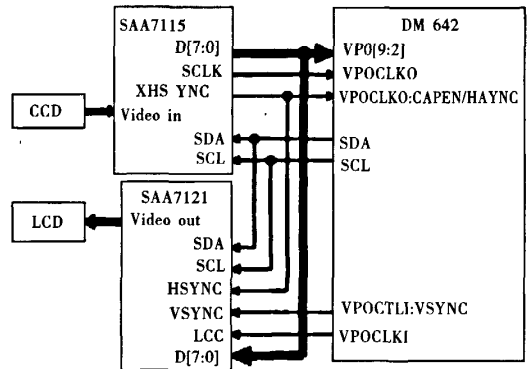


图2 视频接口图

2、网络接口模块

本系统采用 Intel 公司的 LXT971 作为快速以太网物理层适应收发器。LXT971 是单端口 10/100 M 双速快速以太控制器,兼容 IEEE 802.3 标准,提供 MII 接口,可支持 MAC,而 DM642 内部正好集成有以太网媒体存取控制器 (MAC),所以 LXT971 可以和 DM642 实现无缝连接。连接电路如图 3 所示,其中 BH1102 为 1:1 的隔离变压器。从 DM642 传输来的数据通过 LX971 转换为以太网物理层能接收的数据后,通过 RJ-45 头传输到因特网。

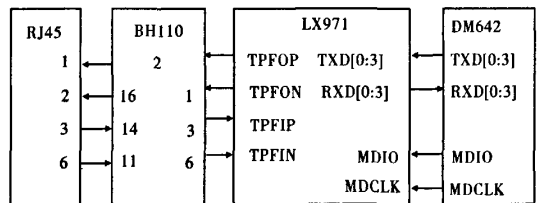


图3 网络接口图

四、系统组成的软件设计

本系统中,图像压缩采用 H.264 标准算法。H.264 具有很高的编码效率,其码流结构网络适应性强,增加了差错恢复能力,能很好地适应 IP 和无线网络的应用。数据流传输方面采用 RCT/RTCP 协议及组播方式,支持多媒体数据流的实时传输和实时播放,可以保证数据流传送的质量。嵌入式操作系统方面,采用基于 DSP/BIOS 的 TI 参考架构 5(RF5)。DSP/BIOS 针

对 DSP 的应用环境,通过一系列的对象模块向开发者提供了一个实用优秀的实时操作系统。它可以帮助用户提高软件的模块化程度、并行性和可维护性等,有利于降低系统成本和缩短开发周期。

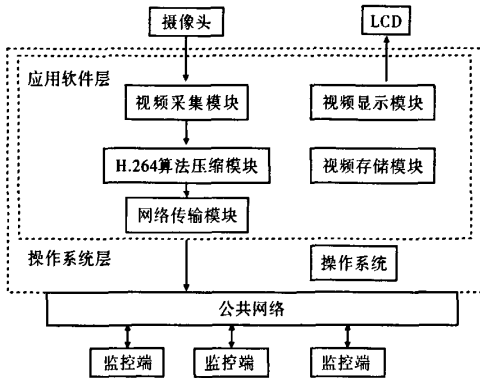


图4 系统软件架构

1. H.264 压缩算法

H.264 压缩标准是目前提出的一种最新的编码方法,与以往的压缩编码方式相比较,可以获得更高的压缩比以及更好的图像质量。它的根本方法是采用经典的混合编码算法的基本结构,通过帧间预测和运动补偿来消除视频序列中的时域冗余,经过变换编码消除频域冗余。

从图 5 中可以看出, H.264 的编码过程是这样的:

(1) 将图像分成子图像块,以子图像块作为编码单元。

(2) 当采用帧内编码时,对图像块进行变换,量化和熵编码(或者是变长编码),消除图像空间的冗余。H.264 在这部分增加了帧内预测,大大提高了压缩率。

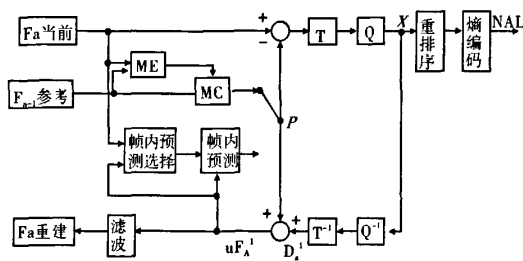


图5 H.264 编码算法流程图

(3) 当采用帧间编码时,对帧间图像采用运动估计和补偿的方法,只对图像序列中的变化部分编码,从而去除时间冗余。

H.264的特性是加大了预测部分的比重,通过改善预测误差而提高编码效率。其中核心技术有:

(1) 采用 4×4 像素块的整数变换,反变换过程中没有匹配错误问题。

(2) 运动补偿快大小采用可变形式,可从 16×16 , 16×8 , 8×16 , 8×8 , 8×4 , 4×8 , 4×4 中选择,采用这样的方式比只用 16×16 方式,提高 15% 编码效率。

(3) 运动矢量的精度可以达到 $1/4$ 或者 $1/8$ 像素,与整数精度的空间预测相比,可以提高 20% 编码效率。

(4) 采用多参考帧进行预测,这样比单参考帧的方法节省 10% 的传输码率,并且有利于码流的错误恢复。

(5) 为了消除块效应,采用基于 4×4 边界去块滤波器,从而提高了图像主观质量。

(6) 采用了 UVLC(Universal Variable Length Codes) 或者基于上下文的 CABAC 编码算法(Context- Based Adaptive Bi- nary Arithmetic Coding), 其中后者可以提高大约 10% 的编码效率。

2. 流媒体实时传输协议

流媒体技术是为解决以 Internet 为代表的中低带宽网络上多媒体信息(以音视频信息为重点)传输问题而产生、发展起来的一种网络新技术。采用流媒体技术,能够有效地突破低比特率接入 Internet 方式下的带宽瓶颈,克服文件下载传输方式的不足,实现多媒体信息在 Internet 上的流式传输。其特点是在播放前不需要下载整个文件,而是采用边下载边播放的方式。流媒体技术的实现离不开新型网络协议的支持, RTP 协议是目前进行实时流媒体传输的标准协议和关键技术。

RTP 协议采用应用层组帧(ALF) 原理,只提供基本的协议框架。协议包括数据传输和控制两个部分,后者又称 RTCP 协议。RTP 协议是一个瘦协议,一般运行在 UDP 协议之上,以直接利用 UDP 提供的多点投递和数据校验等功能。RTP 帧甚至不包括自身的长度及边界标识,而是依赖下层协议来实现上述功能。

RTP 数据协议帧对实时数据传输的支持包括时戳、序号、荷载类型标识和源标识等,时戳反映了 RTP 数据帧中第一字节数据的采样时间,采样时间是线性单调增长的,其时钟频率取决于 RTP 帧的荷载类型,且必须满足同步精度和抖动计算的要求。接收方根据收到数据帧的时戳来重建接收数据的时序关系,以便正确回放媒体流。序号用于数据传送的丢失检测和帧序重构;荷载类型标识则指明 RTP 帧数据荷载的编码格式;源标识用于指示接收方式所接收数据的来源。以上功能均通过 RTP 的帧头来实现, RTP 帧格式如图 6 所示。

RTP 数据协议一般运行在面向数据报的 UDP 之

V(2位)	P(1位)	X(1位)	CC(4位)	M(1位)	荷载类型 (7位)	顺序号 (2位)
时戳(32位)						
同步源标识(SSRC, 32位)						
特约源标识(CSRC, 32位)						
荷载数据(PAYLOAD)						
.....						

图6 RTP数据帧格式

上,它只能提供无连接的不可靠服务,帧丢失或出错都会降低图像或声音的质量。虽然TCP比UDP更为可靠,但其数据重传机制容易导致网络拥塞,从而破坏连续媒体的实时性和等时性。

RTCP控制协议需要与RTP数据协议一起配合使用,当应用程序启动一个RTP会话时将同时占用两个端口,分别供RTP和RTCP使用。RTP本身并不能为按序传输数据包提供可靠的保证,也不提供流量控制和拥塞控制,这些都由RTCP来负责完成。通常RTCP会采用与RTP相同的分发机制,向会话中的所有成员周期性地发送控制报文,应用程序通过接收这些数据,从中获取会话参与者的相关资料,以及网络状况、分组丢失概率等反馈信息,从而能够对服务质量进行控制或者对网络状况进行诊断。

(上接第49页)

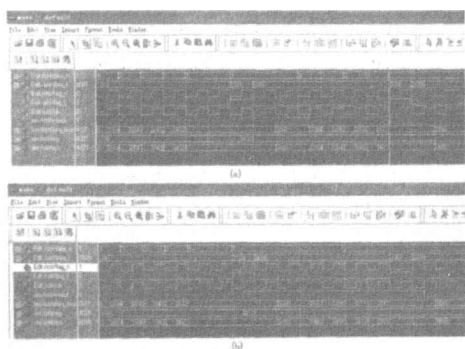


图4 密码锁控制电路仿真图

介绍了一种基于VHDL的密码锁设计原理、主要功能模块、操作方法、仿真波形等,采用Xilinx公司的ISE作为FPGA实现,XST(Xilinx Synthesis Technology)为综合工具,Modelsim SE为仿

五、结束语

本文提出了以DSP/BIOS操作系统为软件架构,以DM642为核心构成了单芯片的多媒体嵌入式硬件平台,采用了最新的H.264视频压缩算法和基于RTP/RTCP协议的流媒体实时传输技术,对网络带宽的变化具有较强的自适应能力。本系统实现了整个系统的高度集成,开发成本低,并在满足实时传输的同时还提供了很高的图像显示质量,具有良好的发展前景,可广泛用于工业控制、室内监控等视频监控领域。

【参考文献】

[1] TMS320DM642 Video /Imaging Fixed- Point Digital Signal Processor Data Manual, SPRS200[S].
 [2] 涂杰,郭晓辉,等.MPEG-4在数字视频远程监控系统中的应用[J].计算机应用与软件,2004(2):22~23.
 [3] 钟玉琢,向哲,沈洪.流媒体和视频服务器[M].北京:清华大学出版社,2003:65~70.
 [4] 卢江辉.视频服务器设计与基于VDCP的应用[J].现代电视技术,2004(1):105~110.

本文转自《计算机工程与应用》2006.32

真工具,芯片是Spartan III系列的XC3S400。因为体积小,功耗低,操作简单,稍加修改就可以改变密码的位数,增强其安全性,且很容易做成ASIC芯片,具有较好的应用前景。

【参考文献】

[1] 金西.VHDL与复杂数字系统设计[M].西安:西安电子科技大学出版社,2003.
 [2] 侯伯亨,顾新.VHDL硬件描述语言与数字逻辑电路设计[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
 [3] 谭会生,瞿随春.EDA技术综合应用实例与分析[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
 [4] 王道宪.CPLD/FPGA可编程逻辑器件应用与开发[M].北京:国防工业出版社,2005.

本文转自《沈阳大学学报》2006年第4期