

基于 MPEG-4 的数字远程集中监控系统设计

张少彬, 林 莉

(国防科学技术大学机电工程与自动化学院, 长沙 410073)

摘 要: 分析了 IP 网络中的远程监控传输服务矛盾, 讨论了如何实现数字远程集中监控系统视频传输的实时性, 在此基础上给出 MPEG-4 视频编码标准, 介绍了一种远程监控系统设计的体系结构模型与关键的实现技术。该系统采用 MPEG-4 视频编码标准, 提高了压缩比, 实现了软件实时压缩、系统视频传输和多路回放采用 QoS 机制和一个简单的 RTP 多媒体传输协议, 系统传输具有带宽自适应和拥塞控制能力, 保证了系统最佳客户端的服务质量。

关键词: 远程监控; MPEG-4 视频压缩算法; 视频传输

Design of Numerical Remote Concentration Surveillance System Based on MPEG-4

ZHANG Shaobin, LIN Li

(College of Electrical Engineering and Automation, National University of Defense Technology, Changsha 410073)

【Abstract】 This paper analyzes the service antinomy of the remote surveillance delivers within the IP network, discusses how to carry out solid hour that the numerical remote concentration surveillance system video frequency deliver. Combined on this foundation, the analytical video frequency MPEG-4 codes the standard, introducing the system structure model of a kind of remote surveillance system design and the key technique of the realizations. The system adoption video frequency MPEG-4 codes the standard, raises to compress the ratio, and carries out the software to solid the hour compress, the system video frequency delivers to return to put to adopt the mechanism of QOS with many road, carrying out a simple multimedia of RTP to deliver the agreement, the system delivers to have the bandwidth from adapt and obstruct to control the ability, the best customer who guarantees the system to carry the service quantity.

【Key words】 Remote surveillance; MPEG-4 video compression algorithm; Video deliver

随着通信技术和企业社会化的发展, 视频监控应用越来越广泛, 远程监控是监控系统不可缺少的功能。随着计算机网络技术、信息处理技术、多媒体技术和传感器技术的发展, 数字远程集中监控突破了传统监控系统距离的限制, 适应电信、电力、银行、交通、水利以及公安等行业用户多样化需求。

1 IP 网络中的远程监控传输服务矛盾分析

1.1 系统设计存在矛盾

要设计数字远程集中监控系统首先要解决远程监控视频传输服务质量, 即首先就要保证监控端获得的视频的实时性。IP 网络中的远程监控传输服务面临的矛盾可以描述为: 在保证基本视频质量的前提下如何最优地利用有限的、在短时间尺度上强烈抖动的、在长时间尺度上显著波动的网络资源, 有效的传输视频流以支持接收端的播放实时性。在实时性得以保证、网络资源允许的前提下, 努力增强画面显示质量。远程监控视频传输服务不同于其他网络服务, 对网络的业务质量(QoS)具有特殊要求。

基于 IP 路由技术的 IP 网络架构在无连接、端到端的 TCP/IP 协议族上, IP 网络(如 Internet 和无线移动网络)目前提供的网络服务无法保证视觉监控传输业务所需的 QoS。

1.2 QoS 对比

QoS 主要表现在带宽、时延、丢包 3 个方面。下面是 Internet 目前的 QoS 状况和实时视频传输的 QoS 要求的

对比。

(1)带宽。监控系统必须在接收到满足一定精度的信息后才能够正确管理和做出相应决策, 其中的视频信息必须满足一个基本的质量。实时视频传输为了保证接收端至少获得基本的质量, 必须要求网络在整个传送过程中始终为一个传输会话保证一定的基础带宽。目前 Internet 并没有提供带宽预约的机制。IP 网络带宽的分配是基于一种无差别的公平分配机制, 并没有针对特殊种类的通信提供特殊的传输服务。在网络传输中难以避免的网络拥塞, 往往导致通信性能严重下降, 因此带宽状况在时间上表现为剧烈的波动。

(2)时延。网络传输时刻变化的时延是和实时视频传输服务相违背的。由于普通数据传输更关心的是传输的准确性, 因此时延对普通数据的传输并没有明显的负作用。而实时视频传输要保证监控端的正常工作, 只能允许一定的有界时延。尽管可以在监控端设置一定的缓冲区来屏蔽数据包的接收时延和视频按照一定帧率播放之间的不匹配, 但是缓冲技术不可能提供无限缓冲。于是当时延超过了某个界限, 监控端的解码就被迫中断或错误解码。这导致整个数字远程集中监控系统失去对现场的正常监控, 更不可能在异常情况发生的及时作出反应。

作者简介: 张少彬(1973 -), 男, 硕士生, 主研方向: 系统控制工程; 林 莉, 硕士生

收稿日期: 2006-06-28 **E-mail:** sb_z@126.com

(3)丢包。目前 Internet 在传输过程中的丢包现象是不可克服的,而且在拥塞情况比较严重的时候丢包率会显著上升。另一方面,接收端缓冲区上溢,同样导致随后正常接收到的数据包被丢弃。而丢包会导致视频解码错误,甚至导致解码不能继续进行。实时传输要求丢包率必须控制在一个很小的阈值(1%)之内。

1.3 网络异构性分析

在 IP 网络中,构成网络的子网之间不可避免地存在异构性。IP 网络的异构性也给数字远程集中监控系统视频传输带来影响:(1)网络异构:网络资源在各个子网中的分布是不平衡的。这表现在处理能力、带宽、存储机制、拥塞控制机制等方面的差别。实时传输系统应当自适应地提供与具体网络条件(主要是带宽)相匹配的服务。(2)接收端异构:除了网络异构,监控端在终端类型、操作系统、显示性能、CPU 处理能力等方面存在着不可估计的差异。

由于基于端的系统没有依赖于网络的特殊支持,而是主动适应网络来实现应用。基于端系统的方案可以分为传输技术和压缩编码技术两个领域。这两种技术分别从不同的工程角度来构建端系统以实现视频实时传输。无论是从传输的角度还是压缩编码的角度,最终目的是使得此类系统主动自适应没有特殊 QoS 保证的 IP 网络实现应用。本文采用了基于端的系统进行设计:在端系统设计实时视频传输系统,在不依赖特殊 QoS 保证的情况下实现实时传输服务,这里的端系统包括发送端和接收端。在这种解决方案中,我们应用控制技术在有限制的网络环境下,维持系统的稳定性,将发送效率最大化。

1.4 压缩编码标准

基于端的传输系统中的压缩编码环节利用压缩编码标准提供的弹性空间来解决网络传输和服务要求之间的矛盾。

对于视频来说,压缩编码标准的编码过程是对视频像素采样获得一系列信息数据后,使用域变换算法(如离散余弦变换)获得相应变换系数,然后对系数进行熵编码获得最终的码流文件。在编码过程中,调节压缩算法参数可以获得压缩比不同的码流,然而获得高压缩比的代价就是某些原始信息的丢失。解码是编码的逆过程。

MPEG-4 标准允许压缩编码过程中的帧率变化,即“跳帧”。当发送端缓冲区到达上溢警戒的时候,能够跳帧的压缩编码器就会将接下来的那一帧完全跳过而不加以压缩编码。而发送控制器将在被跳过帧的发送时间里发送其前一帧对应的码流。这样保证了发送端缓冲区始终处于正常状态。

MPEG-4 通过基于视频对象的机制支持了视频交互的应用,同时给自适应压缩编码提供了非常大的灵活性。我们可以按照视频对象的重要程度分配有限的带宽资源和网络服务级别。保证视觉焦点的播放质量提供了全新的视频服务方式。调节量化矩阵的方案可以直接应用到基于对象的系统中。本文可以提高监控端更关心的视频对象的编码率,同时降低次要的视频对象的编码率,甚至完全跳过某些最次要的视频对象而不予压缩编码,就像上面所说的跳帧技术所作的那样。只不过跳帧的操作单位是视频帧,而这里的操作对象是视频对象。基于上述分析,本文采用了先进的 MPEG-4 视频压缩算法讨论如何设计数字远程集中监控系统。

2 系统功能结构设计

2.1 系统结构

系统从物理结构设计上可以划分为 4 个部分:(1)传感器

部件,包括摄像机、解码器和云台;(2)前端机;(3)后端机;(4)通信线路,包括网络线路和设备(如路由器或 Modem 等)。

前端机负责视频的采集、压缩、本地存储和传输,前端机配置为独立工作时,相当于一个本地监控系统。当前系统视频压缩完全基于软件实现,考虑普通工业 PC 的处理能力,一台前端机仅负责一路视频处理,包括一路视频实时采集、压缩、存储和异常检测;当有远程用户访问时,如果远程用户的连接线路是 PSTN 线路时,则另外启动一路视频压缩线程,生成低位率压缩码流发送给远程用户;如果用户连接线路为局域网,则直接将实时压缩码流发送给远程计算机。一台后端机通过局域网或多个 Modem 同时与多台前端机的建立连接,同时监测多个远程地点。局域网传输时采用组播技术,允许多个后端机同时访问一个前端机而不会加重网络系统的负载。前端机为嵌入式工业控制 PC 计算机,具有抗恶劣气候环境(高热、高寒、潮湿)能力,还配有看门狗电路、防止系统死机等。后端机是普通 PC。

2.2 软件系统结构

“数据采集”模块采集来自摄像机的视频信号存入采集缓冲区,由视频显示模块送显示器输出,同时送“高位率压缩”模块压缩后写入硬盘。如果连接线路为低速信道(小于 128Kbps),则启动“低位率压缩”模块,产生的压缩码流由“网络发送”模块发送给网络远端;如果连接线路是局域网或高速线路,则直接将高位率压缩码流送给网络发送模块。如果用户启动了自动报警功能,“运动分析报警”模块也利用采集缓冲区当前视频进行异常分析,如果发现异常则将分析结果存入数据库。

网络远端(后端机)“网络接收”模块将接收到的数据送“数据/命令解释模块”进行数据类别分析,如果当前数据为实时视频流则发送给“软件解压缩模块”解码,然后送显示器输出,如果是文件数据则存入硬盘。后端机具有视频录像功能,用户启动录像功能后,“软件解压缩模块”在解压之前首先存盘。

后端机用户发出的控制命令经“用户命令解释模块”准备好命令格式,然后由“网络发送模块”发送给前端机的“网络接收模块”,在“数据/命令解释模块”分析数据的类别,并根据类别的要求分送不同的操作控制单元,实现用户需要的操作。前端机用户通过“剪辑摘取”模块抽取部分视频剪辑作为文件,使用“网络发送模块”传送到后端机,形成后端机“剪辑文件”。后端机用户使用“回放”模块播放本地录像和剪辑文件。

2.3 关键技术

2.3.1 自适应的视频流传输

由于远程监控系统的应用范围广,采用的通信线路的带宽差别很大,从 100Mbps 的高速局域网到 9 600bps 的无线通信线路都有可能遇到;另外由于视频流信息的数据量大,对传输的实时性要求高,对端到端的延迟有严格限制,如果前端子系统发送的包不能在限定时间内被后端子系统接收到,就必须被丢弃,这将严重影响视觉效果,因而如何适应众多的网络带宽保证好的视频传输质量,是远程监控系统需要解决的关键技术之一。

针对上述情况系统可采用下面的解决方案:前端子系统对视频流进行分解、打包,在传输过程中为编码器进行位率控制提供反馈信息,后端子系统完成数据包的解包、整合,得到完整的视频数据送给显示部分播放。(下转第 270 页)