

# 基于 MPEG-I 的远程多媒体监视系统

刘宁 张利 吴国威

(清华大学电子工程系, 北京 100084)

**摘要** 提出了一种远程监视系统的实现方法,其中着重介绍了基于 MPEG-I 的远程监视系统,对其组成、特点、性能和实现方法进行了详细的论述,最后给出这种监视系统的应用前景。

**关键词** 远程监视 MPEG-I 多媒体监视 TCP/IP ①

## 0 引言

监视系统广泛应用于银行、宾馆、机场等重要的机构和设施,为打击犯罪、保障安全起到非常重要的作用。现有的模拟监视系统,维修困难、操作紊乱、管理复杂,且维护费用昂贵。而数字化系统则可以轻松、可靠、有效地完成监视工作,必定会替代模拟监视。数字监视系统,就是通过设置在不同位置的摄像头采集数据,经过变换系统、视频压缩系统将数据汇集并处理,在监视器上显示并存储,实现监视和录像功能,为管理人员提供实时的直观的视觉资料。远程监视是数字监视系统中非常重要的一环,主要是为了实现工农业、交通、电力等行业的集中监视,统一调度管理,以及恶劣环境工作场所的无人作业。它以数据传输网络作为载体,如基于 MODEM 的电话线路、INTERNET、ATM、光纤等等,以实时或者接近实时的方式直接进行远程监视。如图 1 所示。

远程监视系统,具有如下优点:

(1) 将分散的信息集中起来,给决策者提供实时的态势全貌,从而优化管理。

(2) 将操作人员从繁重的重复劳动中解脱出来,把精力转向分析决策,减少人为失误。

(3) 准确和及时地报警,及时发现系统性能和服务的异常,提醒操作人员排除故障。

到目前为止,远程监视系统尚没有一个统一的工业标准。本文试图针对基于 TCP/IP 和 MPEG-I 的远程多媒体监视系统,提出一种可行的实现方法,并

着重介绍了基于 MPEG-I 的远程监视系统,对其组成、特点、性能和实现方法进行了详细的论述,最后给出这种监视系统的应用前景。

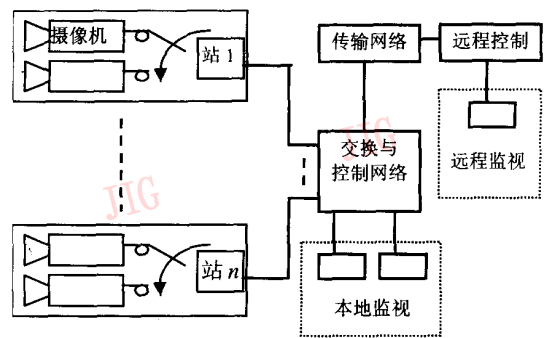


图 1 远程监视系统示意图

## 1 远程监视系统的实现方法

远程监视系统的实现方法建构在 TCP/IP 之上,适用于远端控制的监视系统。包括以下 5 个方面的内容:①网络传输协议 TCP/IP;②网络支撑平台;③远程控制系统;④媒体文件传输;⑤Video & Audio 实时传输。

### 1.1 网络传输协议

TCP/IP 是 70 年代中期美国国防部(DOD)为其 ARPANET 广域网(即 DARPA)开发的网络体系结构和协议标准,以此组建的 Internet 是国际上规模最大的计算机网间网,广泛用于各种信息服务<sup>[1]</sup>。

TCP/IP 协议族独立于硬件,适用于异种网络通信;其它许多网络协议,如 Xerox 的 XNS,DEC 的 DNA 和 IBM 的 SNA,虽然功能强大,但异种机互联功能很弱;国际标准化组织(ISO)为实现网络互联制定了开放系统互联标准(OSI),但是 OSI 仍缺乏足够多的产品支持,而且许多标准还在制定中。考虑到 TCP/IP 很好的互联特性,并且在局域网上通用,是一种成熟实用的标准,而且 IP 层之上提供了面向连接的可靠服务 TCP,以及无连接不可靠的数据报服务 UDP,利用这些服务方式可以满足实时数据传输的要求。因此,网络层协议采用了 IP 协议族。

有关 TCP/IP 协议族层次结构可参考文献[1]。

### 1.2 网络支撑平台

现有的操作系统以及通信协议对多媒体传输的限制如下:

(1) 从终端系统到目的端的路径中,设置的管理机制不对数据本身进行处理,虽然处理速度快,但缺少必要的资源管理和灵活性,限制了媒体的连续传输。

(2) 现代计算机网络设计采用了协议分层技术,隐藏了复杂的协议间的数据流动,必须寻找较为合适的数据拷贝机制以节省时间的浪费。

(3) 由于不同层协议的数据单元大小不同,进行分组交换又增加了处理时间。

现有的很多通讯协议都通过重传机制来获得可靠的数据传输,不仅增加了缓冲队列的开销,而且也加大了端到端的传输延迟。数据流的发送方式,主要有 3 种:异步发送方式、同步发送方式、等时同步发送方式。由于控制信息起到信息反馈和发送指令的作用,应尽量保证可靠传输,因此用此类信息 TCP 进行传输。而音频和视频数据,对实时性的要求远高于可靠性,如果用 TCP 来传输,大量的数据容易引起重传,使得网络负载增大并会加大延迟,因此采用 UDP 实现视音频信号的实时传输,数据的正确性和有序性由应用层根据实际情况进行处理;如果采用低码率压缩,在网络带宽允许的条件下,也可以用 TCP 进行传输以确保可靠性。

基于上述考虑,本文设计了图 2 所示的网络支撑平台,具有如下特点:

(1) 不依赖网络硬件体系,只要满足 TCP/IP 标准,符合带宽要求,就可适用。

(2) 本地作为 Client 方,硬件采集数据;远程作为 Server 方,软解压数据流;远程采用 Multicast,能够控制多个终端,接收多个数据流。

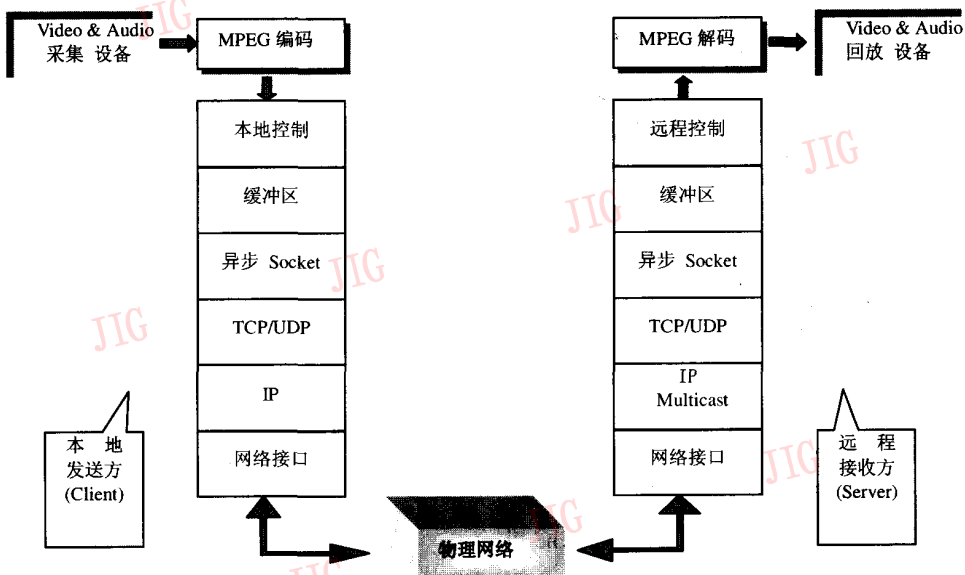


图 2 网络支撑平台(Client-Server 模式)

### 1.3 远程控制

远程对于本地进行控制,主要具有如下功能:

- (1) 安全功能——报警功能
- (2) 录像功能——对于远程数据流进行单帧录制、连续录像、定时存储、调节存储图像的压缩比,任意

录制 PAL/NTSC 制图象信号;对存储图象进行回放

(3) 管理功能——根据录像时间进行录像结果检索,自动硬盘存储管理

(4) 输出功能——录制图象打印、磁盘文件输出、录像结果视频信号输出

(5) 控制功能——远程控制多画面分割器等监视设备,并可接受外界的控制信号

(6) 传输功能——利用 Internet 网络传输媒体数据文件

### 1.4 远程传输数据文件

远程传输媒体数据文件,即是远程调用非实时的录像数据文件,属于文件传输范畴。由于没有实时性的要求,传输只需要可靠稳定,故采用 TCP 协议。远程接收到数据文件后,可以用软解压,对数据流进行回放,实现上述的管理功能和传输功能。

### 1.5 实时传送 Video 和 Audio 数据流

语音和视频属于连续媒体。语音信号,传输速率较低,可接受的位错率和组错率要求相对较低,但实时性要求较高,最大可接受延迟为 0.25 秒,采用分组交换方式传输语音的最大时滞(相邻主机间的延迟)应小于 10ms,端-端的延迟应在 0.3 秒以下。视频信号,ITU 标准规定<sup>[2,3]</sup>在交互视频中端-端的延迟应小于 150ms。视频和压缩视频信号需要很高的传输率,占有很大的带宽,实时的连续视频为 25~30 帧/s,因而压缩、解压缩时间不能超过 30~40ms。表 1 列出了各种媒体数据对分布式网络服务质量的需求<sup>[4]</sup>。

表 1 媒体数据对分布式网络服务质量的需求

	最大延迟 (s)	最大延迟抖动 (ms)	平均吞吐量 (Mbit/s)	可接受比特出错率	可接受包出错率
语音	0.25	10	0.064	$< 10^{-1}$	$< 10^{-1}$
视频-TV	0.25	10	100	$10^{-2}$	$10^{-3}$
压缩视频	0.25	1	2—10	$10^{-6}$	$10^{-9}$
文件传送	1	-	1—100	0	0
实时数据	0.001—1	-	<10	0	0
图象	1	-	2—10	$10^{-4}$	$10^{-9}$

## 2 基于 MPEG-I 的远程多媒体监视系统

基于 MPEG-I 的远程多媒体监视系统是一个具

体实现,用于局域网和专用网络(如 T1: 56Kbps—1.544Mbps, E1: 56Kbps—2.048Mbps)的监视系统。对应于实现方法,分别论述各部分的实现。

### 2.1 本地 MPEG-I 数字录像系统

数字录像系统是 Client 方的声像采集设备,以 PC 机为平台,硬件插卡完成 MPEG-I 编码功能,软件系统完成控制功能。图 3 所示的系统是利用 Digital Equipment 公司的 21230 视频编解码芯片组<sup>[5]</sup>(由 21230 视频编解码芯片和 21231 视频输入/输出芯片组成)设计的数字录像系统的总体框图,以 21230 芯片组及音频 DSP 完成视频和音频的编解码,而软件完成系统控制,计算机硬件和 PC 机软件经 PCI 总线相连,传递压缩的信息码流。

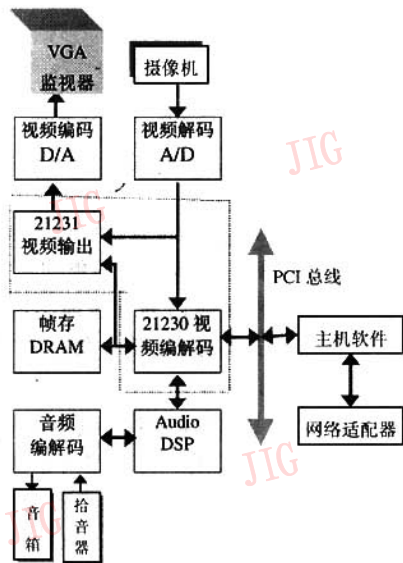


图 3 基于 21230 芯片组的数字录像系统

### 2.2 远程控制 MPEG-I 软解压

MPEG-I 标准即“信息技术——上限为 1.5Mbit/s 的数字存储媒体上的运动图象及伴音编码”<sup>[6,7]</sup>。MPEG-I 中一个运动序列就是一个运动图象数据流,包括表头、序列结束符和若干图组,而图组由一系列图象组成。MPEG 视频定义了 3 类图象:帧内编码图象(I 帧)提供编码序列的直接存取点,并从这一点开始解码;预测编码图象(P 帧)使用运动估计与补偿预测进行有效编码,预测时使用过去的 I 帧和 P 帧图象,并用作进一步预测的参考;双向预测编码

图象(B帧)提供最高压缩比,需要过去和将来的参考图象进行运动补偿,不用作预测时参考。在使用运动信息提供的编码效率与存储所需的开销之间进行折衷的结果是使用  $16 \times 16$  大小的宏块作为运动补偿的单位。

对应于音视频数据的发送方式,解码时各启动了一个视频线程和一个音频线程,分别完成音视频数据的解压缩,以达到两者的同步。MPEG 视频软解压的流程如图 4 所示。从网络接收到的视频序列为:IBBPBBPBBPBBPBBP,由于 B 帧的解码要参考前后的 I/P 帧,所以 B 帧后面的 I/P 帧必需先解码,即

解码前把帧顺序调整为:IPBBPBBPBBPBBPBB。

### 2.3 远程控制,本地控制与文件传输

远程可以控制若干个终端,即图 1 所示的“站 1 …站 n”。当远程不对终端进行控制时,控制权交给本地执行。本地控制相对于远程具有较低优先级,也能完成一定的控制功能,对于所监视的部分进行录像和监看等。当发生事件时,远程需要调用终端的录像结果进行分析,这时就需要传输已经录制的 MPEG 文件。采用 TCP 确保数据的可靠性。

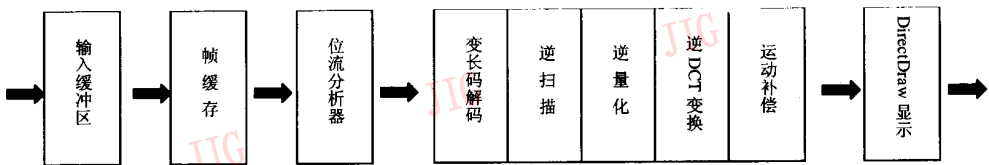


图 4 MPEG-I 软解压流程图

### 2.4 媒体数据实时传输

系统视频图象压缩模块符合国际标准 MPEG-I。图象的大小尺寸为每帧  $352 \times 288$ , 图象帧频为 25 帧/s, 视频 A/D 变换器模块输出的未压缩图象数据为 Y:U:V=4:1:1, 8 比特量化, 每个像素点 12 个比特。在进行压缩以前, 图象的数据量为:

$$352 \times 288 \times 25 \times 12/8 = 3,801,600(\text{Bytes/s})$$

在进行图象压缩前, 用户可根据对录像质量的需要进行压缩倍数的调节。目前数字录像系统提供的压缩后视频图象的比特率可以从 300Kbps 到 40-00Kbps, 相应的图象压缩比约为从 7 倍到 100 倍。当数字录像系统的比特率(压缩后)设为 300Kbps 时, 在硬盘上存储时间长度为 1 小时的 CIF 格式视频图象所需要的存储量约为:

$$300 \times 1024 \div 8 \times 3600 = 138,240,000(\text{Bytes/hour})$$

对于监视来说, 根据实际的社会信息反馈, 压缩比特率 300Kbps 时的图象质量基本上可以满足需要。本系统在传输层采用了 TCP 协议, 局域网上最大传输速率(7000Kbps, 平均大约为 3500Kbps, 满足了实时传输的需要。

具体实现时综合了优先级传输、源端流量平滑、基于反馈的速率控制等几种网络流量控制方法, 围绕通讯缓冲区的管理来进行。发送方通过接收方的

反馈信息来判断网络拥塞状况以及接收方处理能力。如果确定当前网络负载过大或者接收方处理能力不够, 就主动调节发送方的流量: 一方面对接收队列中的缓冲区进行调整, 从中选出过时的、尚未发送出去的帧, 把它摘除并挂回空闲队列; 另一方面是处理新生成的帧, 即进行选择性的丢帧, 优先丢弃 B 帧, 其次为 P、I 帧。缓冲区管理算法的特点是:

(1) 减少用来保证视频质量的缓冲区的大小, 同时也减少了总体时延;

(2) 运用抖动缓冲区, 在网络中其它流量为 10% 的情况下, 分组丢失率由 1.5% 降为 1% (统计数字);

(3) 总体的传输时延由 4 个单位时延降为 3 个单位时延, 分别由接收缓冲、软件解压缩和显示缓冲造成。

## 3 结束语

随着电子技术和信息科学的迅猛发展, 数字监视系统成为时代的必然产物。现有的数字监视系统虽然可以满足人们的基本要求, 但是与社会对数字监视系统的实际需要仍有一段距离。本文的工作重点就是针对社会的实际需求, 结合当前电子技术的最新发展, 提出一个可行的实现方法, 并且研制出实

用的远程数字监视系统。

远程数字监视系统在水力电力系统、输油输气系统、城市公用事业、医疗卫生、物资储备、金融、气象和安全等方面,都具有广泛的实用价值和社会效益。

### 参 考 文 献

- 1 周明天,汪文勇. TCP/IP 网络原理与技术. 北京:清华大学出版社,1993.
- 2 ITU-T SG15. H.323: Visual Telephone Systems and Equipment for Local Area Networks Which Provide a Non-Guaranteed Quality of Service. No-

- 3 ITU-T SG15. H.225.0: Media Stream Packetization and Synchronization for Visual Telephone System on Non-Guaranteed Quality of Service LANs. 1996.
- 4 Andreas Vagel, Brigitte Kerherve. Distributed multimedia and QOS: A survey. IEEE Multimedia, Summer 1995.
- 5 Digital Equipment Corporation. Digital Semiconductor 21230 Video Codec Technical Reference Manual. September 1996.
- 6 ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11. Generic coding of moving pictures and associated audio. ISO/IEC 13818-2, Nov. 25, 1993.
- 7 马小虎等编. 多媒体数据压缩标准及实现. 北京:清华大学出版社,1996.



刘 宁 清华大学电子工程系硕士研究生。主要研究方向:视频叠加,文本图象版面分析,数字监视,远程监视,PCB 版图识别。



张 利 讲师,1987 年本科毕业于清华大学无线电电子学系,现为清华大学电子工程系教师。主要从事数据压缩与传输、监控等方面的研究工作。已发表论文 10 余篇,出书 2 本。



吴国威 教授,1958 年毕业于清华大学电子工程系,现为清华大学电子工程系教师。主要从事版面分析与数据压缩方面的研究工作。已发表论文 60 余篇。

## A Remote Multimedia Surveillance System Based on MPEG-I

Liu Ning, Zhang Li and Wu Guowei

(Department of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract** An advanced method of remote surveillance system is proposed in this paper, with an emphasis on based MPEG - I remote multimedia surveillance system of which the structure, peculiarity and achieving method are dissertated in detail. Finally, the future application of the system is discussed.

**Keywords** Remote surveillance, MPEG-I, Multimedia surveillance system, TCP/IP