

基于无线网络技术的数字视频监控系统

曹贝贞¹, 李志康¹, 薛松²

(1. 清华大学电机系电力系统国家重点实验室, 北京 100084; 2. 苏州供电公司计量中心, 苏州 215008)

摘要:总结了数字视频监控系统的功能和优势, 根据无线网络技术的发展趋势, 提出了一种新的网络视频监控系统架构, 介绍了实现这种视频监控系统所需解决的技术问题, 讨论了提高无线网络视频业务性能的机制, 并介绍了无线代理服务器的功能。

关键词:视频监控; 无线网络; GPRS; 代理服务器

Digital Video Monitor System Based on Wireless Network Technology

CAO Beizhen¹, LI Zhikang¹, XUE Song²

(1. State Key Lab of Power Systems, Dept. of Electrical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084;
2. Measurement Center of Suzhou Electric Power Company, Suzhou 215008)

【Abstract】 This paper summarizes the function and the superiority of digital video monitoring system, proposes a novel network video monitoring system overhead construction, based on the development tendency of wireless network technology, introduces technical problems to solve to realize the novel video monitoring system, discusses the mechanism to enhance the performance of wireless network video service, and introduces the function of wireless proxy server.

【Key words】 Video monitor; Wireless network; GPRS; Proxy server

1 视频监控系统的功能

视频监控技术以其直观、方便、信息内容丰富的特点, 一直在无人值守电站、城市道路交通、油田库区、银行、厂矿、建筑、远程教育等场合有着重要而广泛的应用。近年来, 传统的模拟监控方式逐渐被数字监控方式所取代, 远程数字视频监控成为新的发展方向。与传统的模拟监控系统相比, 数字监控系统具有更为强大的功能:

(1)利用网络可实现远距离高质量信号传输: 1)数字视频监控的监控范围基本不受距离限制, 克服了模拟视频系统只能在本地进行监控的局限性; 2)传输信号不易受干扰, 理论上可以做到无衰减, 可大幅度提高图像品质和稳定性; 3)可充分利用已有网络设备, 无须安装专用电缆或光纤, 网络带宽可复用, 无须重复布线。

(2)更加安全可靠: 1)利用开放的网络协议标准传输信号, 提高了系统的兼容性和可靠性; 2)充分利用网络安全技术(防火墙、VPN)、加密技术、实时时钟、权限管理、分布式存储、分布式监控等技术, 充分保护监控信息不被越权监视、窃取、篡改、破坏; 3)利用以太网电源和 UPS 电源设备, 保证监控系统在停电时仍可使用; 4)利用嵌入式技术将处理器和操作系统紧密捆绑, 硬件系统是功能专一、专门设计的独立设备, 不像插卡系统那样受通用计算机系统中其他软硬件的影响, 性能上更稳定, 且便于安装、维护; 5)使用模块化设计, 硬件可裁剪, 便于管理升级。

(3)更加强大的分析处理视频图像的功能: 1)利用图像识别技术, 可以及时发现异常情况并进行联动报警, 从而实现无人值守, 提高了监控效率; 2)经过压缩的视频数据可存储在磁盘阵列中或保存在光盘中, 查询十分简便快捷, 提供了

事后分析事故的录像; 3)可以对不清晰的图像进行去噪、锐化等处理, 通过调整图像大小, 借助显示器的高分辨率, 可以观看到清晰的高质量图像。

(4)升级扩容简单方便: 1)系统通过网络连接, 增加一个监控节点只须增加一个 IP 地址, 扩充十分方便; 2)对于原有的模拟视频监控系统, 也可以轻松升级和兼容。

2 新的系统架构

一般的数字视频监控系统架构采用客户机/服务器模式, 服务器端包括摄像头、云台、视频采集卡、画面分割器、编码器(即视频服务器)、转发服务器等, 编码器将采集处理得到的音视频流(一般是非标准码流)传到转发服务器。客户端通过网络访问转发服务器, 获得实时现场监视图像。

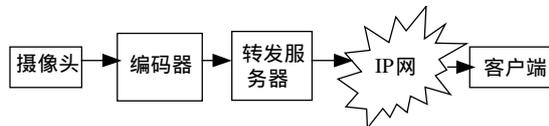


图 1 客户机/服务器模式视频监控系统结构

根据现有流媒体技术、无线网络技术、和代理服务器技术的发展情况, 提出了一种新的数字视频监控系统架构, 使监控系统具有更高的移动性和通用性, 进一步完善了视频监控系统的功能。

这种监控系统增加了监控中心作为中转服务器, 并且将采集处理得到的音视频流采用标准码流传到监控中心和备用

作者简介:曹贝贞(1984-), 女, 硕士生, 主研方向: 电力系统中视频监控技术应用; 李志康, 副教授; 薛松, 学士、助工
收稿日期: 2006-03-06 **E-mail:** cbz04@mails.tsinghua.edu.cn

存储服务器。监控中心可对现场实时监控,客户端可以通过IP网络在任何地方观看实时现场图像,也可以通过视频中心查找以前的视频录像。视频前端和客户端可以通过Internet或无线移动网络与监控中心连接。该架构拓展了前端和客户端的移动性,只要有IP网络,就可以在任何地方对现场进行监控。

考虑到视频前端和客户端的可移动性,系统还必须实现以下功能:视频前端的转发服务器接入IP网络时,自动给监控中心发送IP包报告自己的IP地址,中心服务器获取其IP地址后在可用服务器数据库中增加一个条目。

考虑到监控系统的通用性和网络条件的多样性,建议采用的编码方式是MPEG-4或H.263。MPEG-4标准为流媒体的传输、存储及其应用环境提供基于对象的编码方案,在时域和空域具有灵活的扩展性,有利于动态码率的调整。

传统的TCP/IP网络协议并不适于支持流媒体传输, IETF制定了一些新的协议,与原有的协议配合使用,使得现有的IP网络在理论上具有提供多媒体实时传输的能力。传输层和应用层针对流媒体传输制定的协议包括:实时传输协议RTP,实时传输控制协议RTCP,实时流化协议RTSP,资源预约协议RSVP等。在流媒体传输的实现方案中,一般采用HTTP/TCP来传输控制信息,而用RTP/UDP来传输实时多媒体数据,即将RTP封装在UDP包中进行传输,并使用RSVP和RTSP保障服务质量QoS。

新的视频监控系统架构如图2所示。

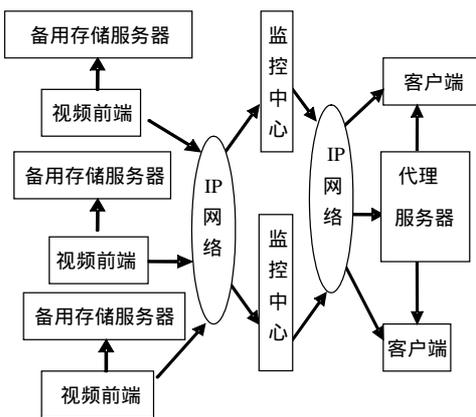


图2 一种新的视频监控系统架构

3 系统功能实现的关键技术

监控系统要实现随时随地的现场监控功能,关键在于解决无线网络接入和多媒体代理服务器技术问题。

3.1 无线网络的特点和问题

目前,无线视频传输面临着以下问题:

(1)无线信道的不可靠性和带宽波动。1)对于无线移动信道来说,网络的可用带宽是有限的;2)无线网络由于存在多径衰落(Multi-path Fade)和阴影衰落(Shadowing Fade)因此随机性或突发性的传输差错时有发生;3)信道的可用带宽、传输速率具有时变的特性,使得传输的可靠性大为降低;4)信道误码率较高,从而难以提供可靠的服务质量保证。

(2)用户的异构性。1)手持无线终端(手机、无线以及笔记本电脑等)在功率、显示能力以及内存、硬件的支持等方面存在很大的差异;2)每个用户的网络连接带宽也不尽相同;3)不同的用户对服务质量、视频内容等的个性化需求,也有很大的不同。

3.2 解决方案

为解决无线网络视频传输的问题,需要采用更为优化的编码机制,差错控制机制,打包机制以及解码机制。使用无线代理服务器也是提高系统整体性能一个重要手段。

3.2.1 视频编码和信道编码

由于无线信道存在带宽有限和误码率高的问题,为了得到更好的视频传输及显示质量,必须采用更好的编码方案,如采用可扩展编码技术和信道编码技术。

文献[1]给出了在无线信道上实时传输视频数据的编码算法需要满足的条件,并且指出视频编码的研究热点将集中在H.26L技术和帧间小波编码方法上。

分层视频编码除了提供可伸缩性外,还提供了内在的差错恢复机制,以高优先级传输基本层,以低优先级传输增强层。分层视频编码通常伴随使用UEP(不等差错保护),以使高优先级的基本层获得可担保质量的业务,增强层产生质量细化。

还有一种方法是将发送数据分为两个独立的数据流,并为二者提供不同的优先级,这样编码器就能要求网络通过不同优先级的信道发送数据,将更重要和差错敏感的数据分配到更可靠和安全的信道。这种分配优先级的方法可包括视频分层,数据分割,UEP和多载波分优先级的视频传输。不同优先级的视频流可以在GPRS(通用分组无线业务)接入网底层使用分组交换技术进行传输。可将运动和包头数据流别设定为高级差错保护,并以比纹理数据更可靠的载波进行传送。

信道编码机制是通过在物理层增加冗余编码,减轻传输错误对解码的影响,并针对媒体流的重要程度提供不同的保护等级。

信道编码机制所提供的差错保护和提供给移动终端的时隙数目,是控制视频业务质量的两个主要因素。针对现场情况选择时隙与信道编码机制的最佳组合,可对无线网络视频吞吐量有很大改善。

信道编码机制对带宽利用率和视频业务的差错性能也有很大影响,较多的冗余编码可提供较高的保护率,但是带宽利用率较低,反之亦反。因此,在选择信道编码方案时,必须从信道条件出发,以便达到带宽利用率的视频业务的差错性能间的最佳折衷。

3.2.2 差错控制和差错恢复机制

实时视频业务的端到端差错控制机制由发送RTCP分组的反馈信息来实现,在移动视频通信中,应用层最有效地差错控制就是差错恢复,GPRS和UMTS(全球移动通信系统)上移动视频业务的性能评价表明,组合的差错恢复机制可使主观视频质量均有显著改善。

差错恢复机制包括同步标签、RVLC(Reversible VLC可逆变长编码)、DP(数据分割)等技术。

文献[2]指出,使用全部差错恢复时,可获得最佳差错性能,且在信道条件降低的情况下应用效果更加明显。

在GPRS环境下采用差错恢复机制十分必要,这是因为:

(1)GPRS的差错率较UMTS环境为高,在差错特性上比UMTS环境有更高的要求,在高差错率时,差错恢复比特流会产生比无恢复标准机制下更高质量的视频输出;

(2)GPRS是传输比特率较低的环境,较低比特率会导致压缩的视频更易受差错干扰。这是由于在低比特率下,携带头信息的总比特数所占比例更高,头信息出现传输误码的几率更高,而头信息受损整个分组就会被丢弃,所造成的解码

质量损失远大于视频净载荷误码；

(3) 视频吞吐量越小，应用差错恢复机制所获得的改善越高。

3.2.3 打包机制

与数据流不同，媒体流对延迟容忍度很低，并且丢弃的视频信息不能重传。另外，用所得视频数据必须符合特定结构，以便当信息丢失和比特错误时，能够进行差错控制。这种结构称作数据分组，由视频净载荷和协议头信息组成，将视频净载荷适配分组结构的处理称作打包。

将压缩的视频流在传输前打包有很多优点：

(1) 有利于实现端到端的控制和路由的多媒体信息传送；

(2) 使用分组结构可将各种数据流复用到相同的承载媒体上，更有效的共享可用带宽；

(3) 应用分组机制可以使误码和信息丢失的影响限定在单一分组中，提高了视频数据对差错的鲁棒性；

(4) 分组结构使用数据报(TCP)和无连接(UDP)服务，无连接提供了路由选择的高灵活性，可以实现远端到目的端的任意时间内连接，对于分组乱序到达的问题，解包器可以根据其序号重新排序；

(5) 分组传输还提供了确认无差错接受分组和周期性更新编码器的机制；

(6) 数据分组结构可以根据优先级在网络拥塞时丢弃一些优先级低的分组，减少输出速率，缓和质量降级；

(7) 高效的打包机制提高了信道利用率与差错健壮性。

对于使用 RTP/UDP/IP 的分割 MPEG-4 视频，为实现最佳业务质量，需要考虑打包机制中的差错恢复。文献[2]给出了将 MPEG-4 封装进 RTP 分组的两种打包机制的性能比较，可以根据实际情况来选择。针对移动信道环境的时变特点，应采用基于内容的自适应打包技术来维持吞吐量和差错恢复间的最佳均衡。

3.2.4 解码器的差错检测和纠错

除了高效的打包机制、差错恢复机制、信道编码机制和时隙数目的最优化组合外，移动网络上的视频业务质量还可以通过增强编码器的差错检测和纠错能力来改进。若既没有使用标准编码算法，又不支持对标准视频解码的后向兼容性，就必须执行这种增强改进方式。例如在每个 MPEG-4 视频分组末端插入 CRC 码字来提供了附加差错校验，这样就通过提供连续保护并防止显著的质量降级而增强了移动视频业务的质量。

3.2.5 无线代理服务器

设置代理服务器也是提高系统整体性能另一种方法。代理服务器可承担一部分用户的访问，有效降低监控中心服务器的访问负载，节约从监控中心到代理服务器之间的网络资源，提高用户的访问响应速度和用户接收媒体流的媒体质量，降低用户启动延迟，提高 Internet 服务器的鲁棒性。

多媒体代理服务器还可应用于 Internet 和无线网络的边界，无线用户访问 Internet 必须通过位于 Internet 与无线网络交界处的网关，在网关上设置多媒体代理服务器可显著地提高无线用户访问 Internet 多媒体资源的能力。针对无线环境的代理服务器还可以完成码率调节，信道编码等功能，进一步提高无线用户的服务质量。

无线代理服务器对用户的服务可分为 3 种类型：

(1) 若代理服务器上没有缓存用户点播的媒体节目，则代理服务器连接远程视频服务器，并完成信道编码；

(2) 若代理服务器缓存了用户点播的媒体数据，但尚未执行信道编码，则代理服务器进行相应信道编码；

(3) 若代理服务器缓存了媒体节目信道编码后的数据，则代理服务器仅需直接发送数据即可。

上述服务模式中，第(2)种服务中的缓存某时称为数据缓存，第(3)种称为计算缓存。由于代理服务器的缓存资源是有限的，为了避免低效率的缓存冗余，因此必须采用一定的缓存管理策略，核心问题就是设计缓存替换算法。

在典型的中大规模的无线环境中，有多个无线访问点，例如典型的蜂窝无线环境。如果在每一级站中引入多媒体代理服务器，则构成多个代理服务器组成的体系结构。无线环境下多媒体代理服务器的协作问题成为另一个需要解决的重点。文献[3]提出一种称为 MobileCache 的多媒体代理服务器协作系统，在该系统中，多媒体代理服务器通过协作为移动用户实现了无缝的流式服务，提出了缓存替换、缓存迁移和缓存复制 3 种策略来优化 MobileCache 系统的缓存。为了进一步提高系统性能，还提出一种脱机爬山遗传算法来优化缓存迁移和缓存复制的操作。

4 结束语

随着人们对于社会安全和生产安全的关注，未来数字视频监控将更便于布防，更便于使用各种常见的个人终端设备进行监控。监控系统使用的专用网络及其供电系统的搭建都比较复杂，然而随着民用以及专用无线通信设备成本的不断降低和清洁能源技术的不断成熟，系统中监控点的建立更加灵活和便利，这也使得监控中心的监控范围大大延伸。同时，随着各种终端设备(手机、PDA)的不断普及，可以预见，在移动设备上进行视频监控将成为监控领域的一个热点。这些技术的不断成熟将使得随时随地的远景监控成为可能。本文根据现有技术趋势，提出了无线网络技术应用于视频监控系统的一般架构，并指出实现系统功能所需要用到的技术以及需要解决的问题。

参考文献

- 1 卓力, 沈兰荪, 张晓玲. 无线视频编码技术的发展[J]. 测控技术, 2003, 22(5): 1.
- 2 Sadka A H. 压缩视频通信[M]. 卢燕飞, 尉明明, 蒋笑冰, 译. 北京: 科学出版社, 2004.
- 3 钟玉琢, 向哲, 沈洪. 流媒体与视频服务器[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- 4 贾代平, 范辉. 流媒体技术规范及其应用技术研究综述[J]. 计算机工程, 2005, 31(2): 5.
- 5 杨兴裕, 吴海彬, 许松清. GPRS 无线传输在远程图像监控系统中的应用[J]. 微计算机信息, 2005, 21(3): 64.
- 6 陈启美, 于耀, 杨洲. 基于移动视频监控系统的[J]. 仪表技术, 2005, 33(1): 29.
- 7 杨杨栋, 余镇危, 王行刚, 等. 端到端的流媒体传输控制技术研究综述[J]. 计算机工程与应用, 2005, 41(8): 26.
- 8 罗毅, 涂光瑜, 张锦辉, 等. 变电站自动化中多媒体技术应用和通信模式[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(5): 48.
- 9 王斌, 楼颖稚, 张肖宁. 视频监控的发展及在电力系统中的应用[J]. 电力系统通信, 2004, 25(11): 57.