



## 基于流媒体的网络视频监控系统设计

马永军<sup>1</sup>, 何伟<sup>2</sup>, 王劲松<sup>3</sup>

(1. 天津科技大学计算机科学与信息工程学院, 天津 300222; 2. 天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222; 3. 天津理工大学计算机与通信工程学院, 天津 300384)

**摘要:** 针对网络视频监控系统具有数据量大、实时性要求高等特点,采用 DirectShow 视频采集技术、Windows Media 编码技术、MMS 实时流媒体传输协议及 ActiveX 控件技术,实现了一种基于流媒体实时传输技术和 B/S 结构的网络视频监控系统。系统采用面向组件开发方法,可实现视频采集、视频编码、视频录制、网络发送和视频回放等功能。实验表明,该系统满足实时视频监控的要求,实时性高、视频流畅性好。

**关键词:** 视频监控; 流媒体; B/S; Windows Media; DirectShow;

**中图分类号:** TP37      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6510(2009)03-0063-04

## Design of Network Video Monitor System Based on Streaming Media

MA Yong-jun<sup>1</sup>, HE Wei<sup>2</sup>, WANG Jin-song<sup>3</sup>

(1. College of Computer Science and Information Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China; 2. College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China; 3. School of Computer and Communication Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** Network video monitor system has the features of plenty-data and high requirement for real-time. A video monitor system based on streaming media technology and B/S model was realized using DirectShow in video-capture, Windows Media in encoding, MMS Real-time transport protocol for streaming media and ActiveX controller technology. It can realize the functions of video capturing, video encoding, video recording, network sending, video playback, and so on. Experiment results show that the system can meet demand of real-time video monitoring, and it is high real-time, fluency-video.

**Keywords:** video monitor; streaming media; B/S; Windows Media; DirectShow

随着计算机图像处理和网络传输技术的进步,视频监控技术有了长足的发展及广泛的应用,它是安全防范系统的组成部分,以其直观、方便、信息内容丰富而广泛应用于许多场合。视频监控系统的发展大致经历了三个阶段:模拟设备为主的闭路电视监控系统,称为第一代模拟监控系统;基于 PC 的多媒体主控台系统称为第二代数字化本地视频监控系统;全数字化的网络时代的监控系统,称为第三代网络数字视频监控系统<sup>[1]</sup>。

第一代和第二代视频监控系统布控区域小、扩展性差,难以满足大型监控系统的需要,以计算机网络

技术及图像视频压缩为核心的第三代网络数字视频监控系统以其通用性好、扩展性强等优点日益兴起。此类系统以数字视频压缩和网络传输为核心,视频压缩主要采用 MJPEG、MPEG2、H.263 等编码标准,这些标准压缩比率低,并且不支持多码率编码;网络传输大多使用 RTP、RTCP 网络传输机制,传输时的可控制性不强;开发方法多为面向过程或面向对象,可扩张性和可维护性不强。另外,现今网络视频监控系统主要采用 C/S 架构模式,客户端开发和维护成本较高,不方便客户的使用<sup>[1-3]</sup>。

针对这些问题,本文基于流媒体直播技术和 B/S

收稿日期: 2008-05-27; 修回日期: 2008-11-25

基金项目: 天津市科技支撑计划重点资助项目(08ZCKFGX00600); 天津市高等学校科技发展基金资助项目(20061011)

作者简介: 马永军(1970—), 男, 吉林长春人, 副教授, yjma@tust.edu.cn.

架构实现了网络视频监控系统. 采用了 DirectShow 技术<sup>[2-3]</sup>、支持多码率编码的 Windows Media 9 编码技术<sup>[4]</sup>、灵活的 MMS 流媒体实时传输控制协议<sup>[5]</sup>. 由于采用了 Windows Media 9 编码技术, 能够创建更高压缩比的媒体内容和高效的缓冲机制; 由于采用 MMS 协议, 更有利于视频数据更高效地在网络上传输和控制; B/S 模式不仅方便了系统的开发和维护, 也方便了客户端的部署和客户的访问. 此外, 面向组件开发方法实现了各模块间的松耦合, 降低了软件的复杂性, 提高了软件的可重用性.

## 1 系统设计

### 1.1 工作原理

系统采用基于分布式网络的 B/S 结构, 利用面向组件开发方法, 系统各功能模块皆为组件形式. 监控服务器端采用 USB 摄像头将采集到的视频数据编码、打包并保存为 ASF 文件至本地计算机, 同时将采集到的数据转换为 Windows Media 媒体流, 通过 Windows Media 服务器<sup>[6]</sup>将 ASF 文件和实时媒体流发布出去. ASF 文件通过点播的方式发布, 而实时媒体流通过广播发布. 客户端为嵌入 Windows Media 播放器控件的 Web 浏览器, 用户可以根据自己的需求选择观看历史监控视频或实时监控视频. 系统视频数据的编解码器选择 Windows Media Video 9, 此编码器内部采用 MPEG4 编码技术, 能够保证视频流在网络上传输, 并保障客户端流畅播放. 系统结构如图 1 所示.

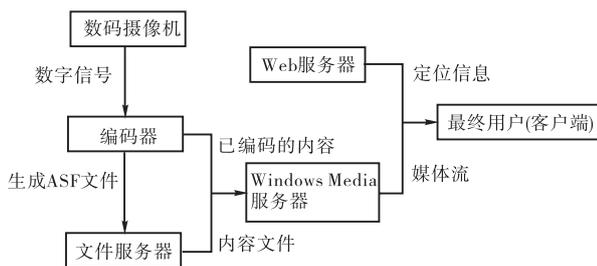


图1 分布式网络结构图

Fig.1 Distributed network structure diagram

在客户端, 用户通过在网页上单击链接请求流媒体内容, Web 服务器将请求重定向到 Windows Media 服务器, 并在用户的计算机上打开播放器插件. 此时, Web 服务器在播放流媒体过程中不再充当角色, Windows Media 服务器与播放器建立直接连接, 并开始持续不断地向用户传输内容. 用户请求流媒体内容的过程如图 2 所示.

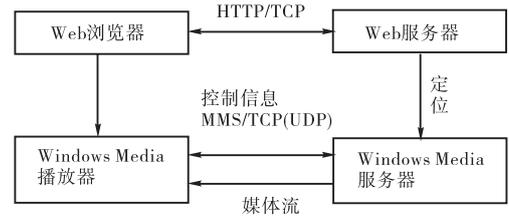


图2 用户请求流媒体内容过程

Fig.2 Process of user requesting media

### 1.2 详细设计

系统的核心功能是, 在服务器端实现视频数据的采集、压缩和网络发送, 在客户端实现数据的接收、解压及视频回放.

#### 1.2.1 服务器端设计

摄像头采集的视频数据在服务器端有若干支流, 这些支流分别用于实现视频数据的本地回放, 压缩打包成 ASF 文件至本地存储, 压缩后视频数据的网络发布, 服务器端功能结构如图 3 所示.

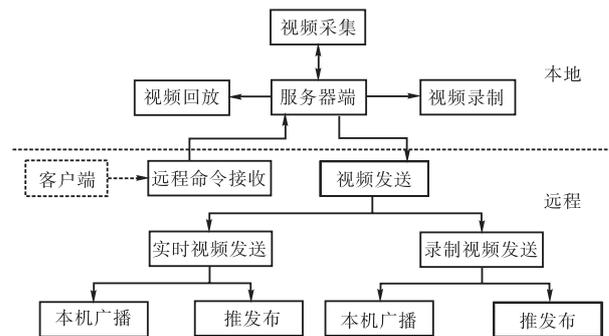


图3 服务器端功能结构图

Fig.3 Structure diagram of server

图 3 中把服务器端功能分为两个模块, 其中本地模块负责视频的采集、本地回放和录制, 远程模块负责远程命令的接收和视频发送.

(1) 视频采集及本地回放. 要实现采集视频的本地回放需要构建由三个过滤器组成的 Filter Graph 链路, 分别是视频采集过滤器(Capture Filter)、视频回放过滤器(Video Render)和色度空间转换过滤器(Color Space Converter). 通过如图 4 所示连接, 采集设备采集的视频数据就可直接进行回放.

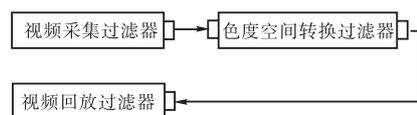


图4 视频回放链路

Fig.4 Video playback chain

(2) 视频数据的本地保存. 在对视频数据保存之前, 为了节省存储空间并保证高质量的画面, 首先选

择 Windows Media Video 9 编码器对采集的数据进行压缩编码,然后通过自行开发的高质量 ASF 文件生成器(HQ AsfFile Filter)把已压缩的视频数据打包成 ASF 文件保存到本机. 编码器的选择是通过配置自定义的 Profile<sup>[4]</sup>对象实现的,而在构建 Filter Graph 链路时 HQ AsfFile Filter 会根据已配置的 Profile 自动连接 Windows Media Video 9 编码器,所以视频数据的本地保存只需要构建一个由视频采集过滤器和高质量 ASF 文件生成器组成的 Filter Graph 链路.

(3) 视频数据的网络发送. 此模块是实现网络视频监控服务器端的关键. HQ AsfStreaming 过滤器通过程序配置的 Profile 对象选择合适的视频编码器并且集成了网络接收器. 它是基于 COM 组件技术构建的 Render Filter,所以过滤器定义了 CvideoInputPin 和 CaudioInputPin 两输入 Pin 用于连接采集过滤器,还定义了 IAsfStreaming 外部访问接口用于设置该过滤器. 此外,该过滤器实现了允许用户设置网络发布的方式(推发布或者本机广播)的用户界面,其中,推发布把已编码的视频流推向 Windows Media 服务器上的某个发布点,而本机广播即把本机作为一台服务器. 利用开发的 HQ AsfStreaming Filter 组件可以很方便的构建视频数据的网络发送链路.

系统的 B/S 结构是通过 Windows Media 服务器创建发布点时创建的公告文件(.asx)和网页(.html)来实现的. 实际应用中,在设计 Web 页面时把已创建的公告文件代码嵌入网页以达到定位媒体内容地址的目的. 另外,为了使用户观看服务器上保存的历史视频,在 Windows Media 服务器上创建一个点播发布点,媒体内容为视频数据的本地保存模块所创建的视频文件,以满足用户查看历史状况的需求.

上述三个功能模块,虽然各模块实现不同的功能,但在实际的构建过程中有很多的相同点,如采用了相同的视频采集 Filter 等. 因此在构建应用程序时可以将三个模块进行合并,在一个 Filter Graph 中实现. 最终合并的结果如图 5 所示.

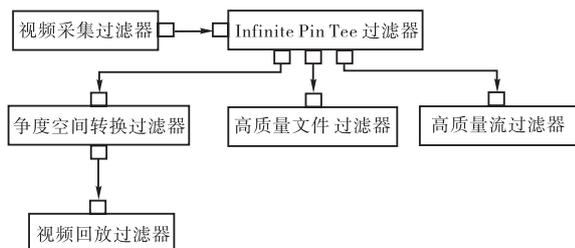


图 5 服务器端 Filter 链路  
Fig.5 Filter chain of server

在合并的过程中使用了一个 Infinite Pin Tee

Filter,它是由 DirectShow 提供的 Filter,它将输入 Pin 中数据投递至多个输出 Pin,通过它可以使得各输出 Pin 的下游 Filter 获得相同的输入数据,它的功能类似和电器相连的“插座”. Infinite Pin Tee Filter 把采集的数据分为三个传送支流,分别是用户视频回放、视频保存和视频网络发送.

### 1.2.2 客户端设计

客户端对视频的处理是服务器端对视频处理的逆过程,由于其只需实现对网络视频数据的接收、解压和回放,因此其处理过程比服务器端更简单一些. 又为了实现 B/S 模式的系统结构,所以客户端选择采用 Microsoft 提供的 Windows Media Player 9 及以上版本的播放器插件嵌入到网页的方式实现对网络视频数据的回放,包括通过广播的形式传送来的实时视频数据流和点播的形式传送来的历史视频数据流. 这里 Windows Media Player 9 应用 Windows Media Video 9 Decoder 对传来的视频数据进行解码,然后借助 Video Render 过滤器采用 DirectDraw 技术实现对视频的回放功能.

以上为系统的服务器端和客户端的具体结构,编程环境采用的是 Microsoft Visual C++ 6.0. 编码时在应用程序的服务器端构建了如图 5 所示的 Filter Graph 链路,结合 MFC 类库和多线程技术实现了服务器端主程序;客户端应用了 Web 页面嵌入 ActiveX 插件<sup>[7]</sup>的方式实现.

## 2 系统测试及分析

在 CPU 为 Intel E2160、内存为 512MB、100M 网卡的计算机上(装有 Windows XP 系统和 DirectX9.0 软件包),使用 USB 摄像头,在网络传输速度为 100~1 024 kb/s 广域网内和传输速度较高的校园网内分别对系统进行了性能测试. 通过设置不同的分辨率和编码速度等参数测试系统的视频传输和播放性能,得到的测试结果如表 1 所示.

表 1 测试结果

Tab.1 Test result

网络环境	采集频率/(帧·s <sup>-1</sup> )	分辨率/像素	编码速度/(kb·s <sup>-1</sup> )	视频延时/s
广域网	30	640 × 480	256	8
广域网	15	640 × 480	56	8
广域网	15	320 × 240	112	8
广域网	30	160 × 120	256	10
校园网	30	640 × 480	256	5
校园网	15	640 × 480	56	4
校园网	15	320 × 240	112	4
校园网	30	160 × 120	256	5

测试结果表明,客户端解码得到视频质量基本接近源信息. 在设置相同的编码和解码缓冲时间下,在网络带宽较高的校园网内视频延时较小;在同样的网络环境下,视频传输延时主要与编码速度有关、画面效果由分辨率和编码速度共同决定.

相同的网络环境下,对传统的基于 VFW 视频采集方案、MJPEG 编码方式和 UDP 传输方式的网络监控系统进行测试,并与本文方案对比. 设置采集分辨率为 320 像素 × 240 像素、采集频率为 30 帧/s,测试结果如图 6 所示.

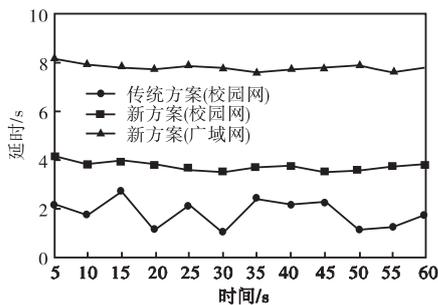


图 6 测试结果对比

Fig.6 Contrast of test results

图 6 中,横轴为测试时间,纵轴为画面延时;传统方案(校园网)指传统方案在校园网内的测试结果,新方案(广域网)指本文系统在广域网内的测试结果. 从图 6 可以看出,传统方案虽然延时较新方案少,但抖动明显,经常出现乱帧和花屏现象,严重影响视频监控效果;新方案监控画面流畅,但延时却较大,不过可以通过硬件编解码和降低画面质量来减少延时,此方案是可行的.

以上实验表明,在两种不同的网络环境下通过配置合适的参数,可达到客户端视频画面流畅清晰,画面乱帧、抖动少. 另外,系统具有部署灵活、可扩展性强等特点,文件服务器、编码器和 Windows Media 服务器既可以集成到一台 PC 机上也可以分散到不同的机器上,而客户端只需装有 Windows Media Player

9 版本以上播放器即可.

### 3 结 语

本文基于流媒体技术构建了 B/S 模式的网络视频监控系統,采用 Windows Media 视频编码器和 MMS 流传输协议保证了传输的可靠性,可以很好的解决视频图像停顿、延迟和抖动的现象;只需在客户端安装流媒体播放插件即可观看流畅的监控画面,增强了系统可维护性,且方便用户访问.

系统采用面向组件开发方法,使系统具有很强的可维护性和可扩展性. 该系统已在实验中得到了很好的应用,可以保证对人群流动进行实时监控和视频监控录制及回放,并可及时准确地掌握人流信息,进而进行有效的异常事件检测和预警控制.

此外,在视频编解码时的 CPU 占用时间,视频数据网络传输控制灵活性等方面仍需进一步完善.

#### 参考文献:

- [1] 吴满原. 网络视频监控系统关键技术研究及软件开发 [D]. 上海:东南大学,2007.
- [2] 黄颖. 基于 DirectShow 的视频播放系统研究与实现 [D]. 武汉:华中科技大学,2008.
- [3] 潘爱民. COM 原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [4] 陶洪久,柳健,田金文. Windows Media 的流媒体格式 ASF 的分析[J]. 交通与计算机,2001(6):52-55.
- [5] 梁晋,彭波. Windows 流媒体技术与远程教育设计[J]. 小型微型计算机系统,2000,21(10):1109-1111.
- [6] Kunding A, Frey S, Ingold D, et al. An experimented multimedia communication system[C]// Proc of the IEEE International Conference on Communication. Geneva: IEEE, 1993:883-842.
- [7] 叶金杰,孙宝强. 基于 ActiveX 控件建构监控和数据采集系统[J]. 计算机应用,2001,16(3):44-46.