

基于 Web 的嵌入式网络监控系统

张宏坡¹, 厉 励², 刘亚珂³, 周 兵³

(1. 郑州大学 网络管理中心, 河南 郑州 450001; 2. 中国共青团郑州大学委员会, 河南 郑州 450001;
3. 郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450001)

摘 要: 提出一种基于 Web 的嵌入式网络监控系统的结构, 采用 ActiveX 控件的技术及面向对象的思想设计并实现该系统, 详细描述了 IPCam 控件的设计. 该系统的体系结构, 较当前基于 PC 的视频监控系统有更强的通用性. 系统客户端软件的设计基于 ActiveX 控件的技术, 具有良好的易升级性.

关键词: 视频监控; ActiveX; 网络摄像机; 嵌入式系统

中图分类号: O 344.3 **文献标识码:** A

0 引言

近年来, 随着网络带宽、计算机处理能力和存储容量的迅速提高以及各种实用视频信息处理技术的出现, 视频监控技术也从早期的模拟闭路电视监控系统向数模结合的视频监控系统和现在的数字视频监控系统逐渐演变, 现在的数字监控录像系统通常分为两类: 一类是基于 PC 机组合的计算机多媒体工作方式; 另一类是嵌入式数字监控录像系统^[1]. 嵌入式系统是以应用为中心, 软硬件可裁减的, 适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积等综合性严格要求的专用计算机系统, 由嵌入式智能网络摄像机和后台网络管理软件构成, 摄像机本身带有处理器, 能够完成音视频信号的采集、压缩以及网络传输, 系统的可靠性更高, 配置灵活, 应用范围更广.

1 基于 Web 的嵌入式网络监控系统的工作模式

网络视频监控系统最主要的功能是现场浏览, 采用 Web 方式可涵盖多种网络类型, 并且易于用户使用. 作者设计了一种基于 Web 的嵌入式网络视频监控系统, 主要由嵌入式网络摄像机硬件、嵌入式软件(采集端)和远程管理软件(浏览端)三部分组成. 该系统的整体结构如图 1 所示.

在嵌入式的视频监控系统应用结构中, 视频处理和 Web 服务器高度集成. 监控系统由安装在

现场的嵌入式网络摄像机从摄像头获得原始的视频信号, 通过视频编码器, 将模拟视频数字化, 并压缩成 MPEG-4 视频数据, 然后通过流媒体服务器转换成流媒体格式, 从以太网接口实时传送到计算机网络; 实时监控客户端连接到计算机网络上, 从嵌入式视频监控模块获得 MPEG-4 视频数据, 直接通过浏览器即可观看摄像机的图像, 授权用户还可以控制摄像机云台、镜头的动作或对系统配置进行操作, 该系统支持多个客户端同时监控.

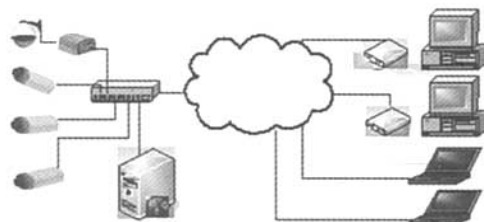


图 1 基于 Web 的嵌入式网络监控系统结构图

Fig. 1 Structure of web-based embedded video surveillance system

2 基于 ActiveX 的监控系统的软件结构

ActiveX 是微软提出的一组使用 COM (Component Object Model, 组件对象模型) 使得软件部件在网络环境中进行交互的技术集^[2]. ActiveX 控件与具体的编程语言无关, 同时, 又具有版本升级的鲁棒性、位置的透明性、面向对象特性等特点,

收稿日期: 2006-10-18; 修订日期: 2006-12-20

基金项目: 河南省高校杰出人才创新工程和河南省骨干教师资助项目.

作者简介: 张宏坡 (1975-), 男, 河南汝阳人, 郑州大学工程师, 研究方向: 计算机网络.

基于这些优点,我们利用该技术来设计并实现监控系统.从总体上讲,该监控系统的软件结构包括采集端软件的体系结构和浏览端软件的体系结构两部分^[3].

2.1 采集端软件的结构

采集端软件的体系结构可划分为 6 个部分,结构如图 2 所示.①运动检测及报警部分.原始数据流捕获组件获得未压缩的音视频数据,异常检测组件从捕获的原始音视频数据中,抽取亮度分量,进行运动检测,确定是否有异常,报警组件根据异常情况发出报警信号;②压缩编码部分,将捕获到的原始音视频码流压缩成适合网络传输的数据格式;③码率控制部分,调成传输的码率,完成现场多媒体数据的自适应网络的传输,用于支持浏览端的现场预览功能;④控制命令接收部分,用于接收并转发网络传来的用户请求控制命令、用户管理、网络设置等信息,完成用户和通道的设定^[4];⑤设备控制功能,设备控制器接收网络传送来的(用户界面发出的)控制命令,一方面可控制解码器,完成对云台、镜头等前端设备的控制,另一方面,可以对摄像头的网络信息、报警服务等进行配制;⑥用户管理部分,完成用户名称、用户密码以及权限的设置.

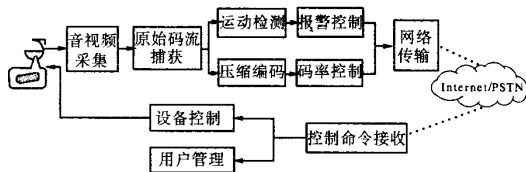


图 2 采集端软件结构图

Fig. 2 Software structure of image - capturing side

2.2 浏览端软件的结构

浏览端软件的体系结构可划分为 5 个部分,结构如图 3 所示.

①音视频解码显示部分,接收网络发送来的多媒体数据,对其进行解码,完成音视频的同步播放;②音视频存储部分,将接收到的多媒体数据存储为 MPEG 的视频文件,以便在需要时对监控情况进行回放;③检测报警部分,对接收到的报警信号进行解码,控制声卡发出报警声音;④设备控制部分,接收用户界面发出的控制命令或配置信息,通过网络发送到摄像机,完成对摄像机云台、镜头等设备的远程控制,也可对摄像机的网络信息、报警服务等进行配置;⑤用户管理部分,接收界面输

入的用户信息,发送至网络上,在采集端完成对摄像机用户的管理.

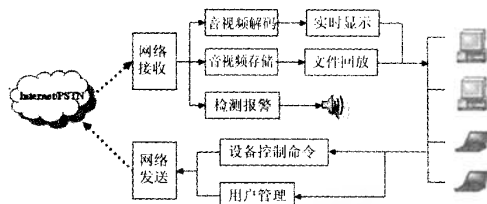


图 3 浏览端软件结构图

Fig. 3 Software structure of browser

2.3 监控系统客户端软件的工作模式

基于 Web 的嵌入式网络监控系统的客户端采用 IE 浏览器的方式,在浏览器中输入嵌入式网络摄像机的 IP 地址,即可登录到监控系统,拥有权限的用户可进入监控页面进行现场浏览或控制操作,该监控系统 Web 浏览端软件的设计与实现基于 ActiveX 控件的技术,把对摄像机的管理和控制操作封装成 ActiveX 控件 (DVM_IPCam. OCX),将该控件 DVM_IPCam. OCX 嵌入到监控页面中,用户通过对页面上 DVM_IPCam. OCX 控件的操作,来实现对嵌入式网络摄像机的监控和管理操作.基于 Web 的客户端监控的结构图如图 4 所示.

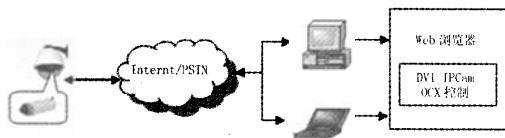


图 4 基于 Web 的客户端监控的结构图

Fig. 4 Client structure of web - based video surveillance system

2.4 异常报警算法

由于背景中可能存在树林,树枝树叶的运动容易造成系统误认为出现了运动对象,产生虚假报警.为此,设计一种新的背景维护算法,称为背景自适应 3 关键值法.该算法的核心思想是,对每一个背景像素使用 3 组矢量:变化的最大值、最小值和当前混合值来表示合法背景像素的允许取值,分别表示为 $X_{\max, bi}$ 、 $X_{\min, bi}$ 和 $X_{\text{mix}, bi}$ (i 为帧号),并采用 IIR 滤波对它们更新.

初始背景的计算利用 K -均值算法将获取的一组背景帧分成 3 组,以各组平均值初始化 $X_{\max, b0}$ 、 $X_{\min, b0}$ 和 $X_{\text{mix}, b0}$.

采用 3 关键值背景维护算法,运动像素的判

定公式为

$$\begin{aligned} & \min(|Y_{\min} - Y_{cn}|, |Y_{\max} - Y_{cn}|, \\ & |Y_{\text{mix}} - Y_{cn}|) > T_Y \quad \text{AND} \\ & \min(|U_{\min} - U_{cn}| + |V_{\min} - V_{cn}|, \\ & |U_{\max} - U_{cn}| + |V_{\max} - V_{cn}|, \\ & |U_{\text{mix}} - U_{cn}| + |V_{\text{mix}} - V_{cn}|) > T_{UV} \end{aligned}$$

其中, T_Y 为亮度变化判定阈值; T_{UV} 为色度变化判定阈值; X 的 3 个分量表示为 (Y, U, V) 。

背景更新只对检测为非运动的像素进行更新,并且只更新与当前像素的亮度值最接近的那个背景参数,形式描述如下:

$$\begin{aligned} & \text{if } |I_{cn} - I_{\min, n}| < |I_{cn} - I_{\text{mix}, n}| \text{ and } |I_{cn} - I_{\min, n}| < |I_{cn} - I_{\max, n}| \\ & \text{then} \\ & \quad X_{\min, bn+1} = (1 - \beta) X_{\min, bn} + \beta X_{cn} \\ & \text{else if} \\ & \quad |I_{cn} - I_{\max, n}| < |I_{cn} - I_{\text{mix}, n}| \text{ and } |I_{cn} - I_{\max, n}| < |I_{cn} - I_{\min, n}| \\ & \text{then} \\ & \quad X_{\max, bn+1} = (1 - \beta) X_{\max, bn} + \beta X_{cn} \\ & \text{else} \\ & \quad X_{\text{mix}, bn+1} = (1 - \beta) X_{\text{mix}, bn} + \beta X_{cn} \end{aligned}$$

β 为背景更新速度,取值在 0~1 之间。实验表明,背景自适应 3 关键值算法在消除背景像素振动干扰(如窗帘飘动,树叶摇动等)方面是有效的。

3 PCam 控件的设计

IPCam 控件是一个标准的 Windows ActiveX 控件,使用的开发工具为 VC++ 6.0,用户可在该控件的基础上实现对网络摄像机的监控和管理操作,IPCam 提供了属性、方法、事件 3 种接口。

在本监控系统中,将用户的权限分为 3 类。

(1) 管理权限:最高权限,可对摄像机进行基本信息设置、用户管理、报警设置、网络设置、解码器设置、远程监控设置。但每次只能有一个管理员进行操作。

(2) 监控权限:不能进行管理设置,但可进行图像参数、PTZ、音视频等控制。可以对云台或镜头发出控制命令。

(3) 监视权限:仅能进行图像浏览、视频音频录像、拍照,可以对最大速度、播放延时、多播、带宽自动调节等进行设置。

根据用户可能进行的操作,来设计 IPCam 控件的属性、方法和事件。从监控和管理两个方面,将他们分为两类。IPCam 控件的主要方法见表 1。

表 1 IPCam 控件的主要方法

Table 1 IPCam control method

	监控	管理
	MonitorConnect()	ManagementConnect()
	MonitorDisconnect()	ManagementDisconnect()
	PlayVideo()	GetCameraTime() SetCameraTime()
	StopVideo()	RebootCamera()
	PlayAudio()	SetDefaultConfig()
方法	StopAudio()	GetManagementParams()
	StartRecord()	SetManagementParams()
	StopRecord()	GetUserName() SetUserName()
	Photo()	GetUserPwd() SetUserPwd()
	DecoderControl()	GetUserPri() SetUserPri()
	Rotate()	StartSetMotionRect()
		StopSetMotionRect()

用户在进行监视操作时,必须先通过 MonitorConnect() 方法建立与摄像头的监控连接后才能进行,此时用户可调用 PlayVideo()、StopVideo() 方法来监视视频,可调用 PlayAudio()、StopAudio() 方法来监听音频(应先确定 AudioEnabled 属性为真),在监听监视过程中,用户可通过 Volume、MaxVideoRate、Multicast、AutoAdjustBandwidth、BufferTime 等属性来调节性能。除此之外,当用户在进行监视时,还可通过 Photo() 方法来将当前的图像保存为图片;如果用户正在监视或监听或两者一起进行时,可通过 StartRecord()、StopRecord() 方法来录像。

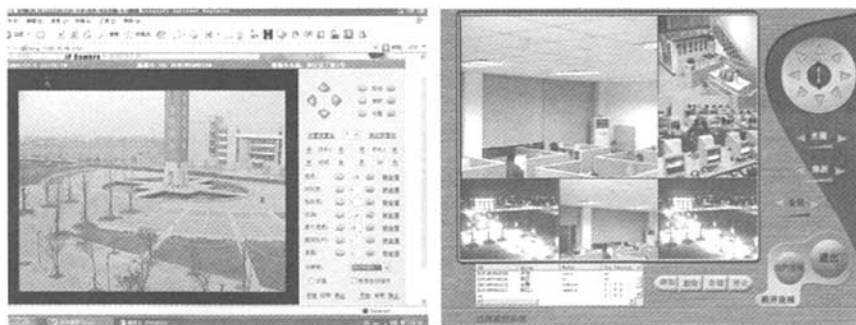
控制操作包括对解码器和摄像头 Sensor 参数的控制,用户在监控连接建立后,可通过 DecoderControl() 方法和 Resolution、Brightness、Contrast、Saturation、Hue 属性来进行控制操作。

管理操作必须要求用户具有管理权限。用户通过 ManagementConnect() 方法建立与摄像头的管理连接后,就能实现管理操作了,包括:重启摄像头、恢复摄像头的默认设置、获取或设置用户名、密码和权限等。调用 RebootCamera() 方法可重启摄像头,调用 SetDefaultConfig() 方法,可恢复摄像头的默认设置,调用 GetUserName()、GetUserPwd()、GetUserPri() 可获取网络摄像机的用户名、密码以及权限,通过 SetUserName()、SetUserPwd()、SetUserPri() 方法可设置网络摄像机的用户名、密码以及权限;调用 GetSelfDecoderCommandByte() 方法,获取网络摄像机的自定义解码器命令的相应字节值,通过 SetSelfDecoderCommandByte() 方法,设置网络摄像机的自定义解码器命令的相应字节值;调用 StartSetMotionRect() 方法即可开始图形化设置网络摄像机的移动报警

区域,通过 StopSetMotionRect() 方法结束图形化设置网络摄像机的移动报警区域。

IPCam 控件编译成功之后,即可利用 HTML

将控件嵌入到 Web 页面中,图 5 为监控系统客户端的运行情况. 专用程序界面方式允许用户同时监控多达 6 路摄像机场景。



(a) IE 界面方式

(b) 专用程序界面方式

图 5 基于 Web 的嵌入式网络监控系统客户端的运行

Fig.5 Client operation of web - based embedded video surveillance system

4 结束语

基于 Web 的嵌入式网络监控系统的体系结构,较当前基于 PC 的视频监控系统有更强的通用性. 系统客户端软件的设计基于 ActiveX 控件的技术,又具有良好的易升级性. 本系统的视频编码、解码、传输、回放和存储完全基于软件实现,通过在不同环境下应用本系统,证明了本系统能够充分利用网络带宽资源,达到良好的远程监控效果。

参考文献:

- [1] 徐力,孔岩. 视频监控系统的现状和发展趋势[J]. 软件开发与应用,2005,(4):60-62
- [2] 闫斐,柴茂. ActiveX 技术综述;山西煤炭管理干部学院学报,2005,(1):99-100
- [3] 范圣印,李波,张光卫. 基于 Web 的带宽自适应组

件化多媒体监控系统[J]. 北京航空航天大学学报,2003,29(10):881-884

- [4] 谢佑军,崔浩. 基于嵌入式技术的网络多媒体监控系统的实现[J]. 自动化技术与应用,2005,24(2):42-44
- [5] RUTLEDGE L, Multimedia standards: building blocks of the web[J]. Multimedia IEEE, 2001,8(3):13-15.
- [6] BARRY C, LANG M, A survey of multimedia and web development techniques and methodology Usage[J]. Multimedia IEEE, 2001,8(2):52-60.
- [7] LEE D, KIM N, KIM S. The MPEG-4 streaming player using adaptive decoding time stamp synchronization[C]. Proceedings of the Ninth International Conference on Parallel and Distributed Systems, 1521-9097/02,2002 IEEE:398-403.

Web - based Video Surveillance System

ZHANG Hong-po, LI Li, LIU Ya-ke, ZHOU Bing

(1. Network Center of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 2. Communist Youth League of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 3. School of Information, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: A new web-based architecture of embedded video surveillance systems is put forward in this paper. The surveillance system is designed with embedded processor technology, combining the trait of Internet. The client software's design and implementation are based on component technology and OOD. The system's implementation including use case design, class design, sequence design and the layout of the interface are detailed. Experiments show this architecture has improved performance compared with the traditional PC based systems.

Key words: Video Surveillance; ActiveX; IP Camera; embedded system