

# 实时网络视频播放控件的优化与实现

王晓露,毛燕琴,沈苏彬

(南京邮电大学 计算机学院,江苏 南京 210003)

**摘要:**采用了流媒体技术、ActiveX 技术、数字签名技术,基于开源代码 VLC 和 Live555 开发出用于 B/S 系统中的实时网络视频播放控件,解决了三个技术问题:降低 VLC 视频传递延迟,扩展快照录制功能,提供控件的安全传递能力。该控件可以在 IE 浏览器中播放来自网络经 MPEG-4 标准压缩的 RTP 实时流,具有播放画质好、延迟小等特点;快照和录制的视频控制功能,使该控件可用于交通、银行等多领域的实时视频监控;控件可在浏览器默认安全级别下下载运行,具有可靠性、安全性。

**关键词:**流媒体;ActiveX 控件;视频播放

**中图分类号:**TP311.52

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2011)07-0229-05

## Optimization and Implementation of Real-Time Network Video Player Control

WANG Xiao-lu, MAO Yan-qin, SHEN Su-bin

(School of Computer Sci. and Tech., Nanjing Univ. of Posts and Telecomm., Nanjing 210003, China)

**Abstract:** The real-time network video player control based on open source VLC and Live555 is developed by streaming media technology, ActiveX technology, and digital signature technology for B/S system. In the process, three problems are solved, that is reducing the video transmission delay, extending snapshot and recording, and providing secure transmission capabilities of the control. The RTP streams compressed by the MPEG-4 standard from network can be played in the IE browser with good image, small delay and so on. The control can be used in the real-time video monitoring system of many fields such as the transportation, the bank, which provide users snapshot and recording, and it can be downloaded and run under the browser's default security level with reliability and security.

**Key words:** streaming media; ActiveX control; video play

## 0 引言

随着微处理器技术、计算机网络技术、视频压缩编码技术的发展,网络多媒体数据的实时交互成为了研究的重点与热点。多媒体信息由内容上下相关的文本、图形、图像、音频和视频等数据成份构成,实时多媒体信息具有数据率高、时延小、实时交互等重要特征<sup>[1]</sup>。基于这些特征,大量智能终端的兴起成为了必然趋势。当前的智能终端多采用 C/S 模式构建,考虑到 C/S 架构的终端具有部署困难、跨平台性差、可适应性不强、管理和维护升级成本高的限制,新一代智能终端开始采用基于浏览器控件技术的视频播放技术,

这类技术涉及到 B/S 结构、流媒体技术以及 ActiveX 控件技术。

### (1) B/S 结构。

B/S 结构<sup>[2]</sup>,即浏览器/服务器结构,是随着 Internet 技术的兴起,对 C/S 结构的一种变化或者改进的网络结构模式。Web 浏览器是客户端最主要的应用软件。这种模式统一了客户端,将系统功能实现的核心部分集中到服务器上,简化了系统的开发、维护和使用。B/S 最大的优点就是可以在任何地方进行操作而不用安装任何专门的软件,只要有一台能上网的电脑就能使用,客户端零维护,系统的扩展非常容易。

### (2) 流媒体技术。

流媒体技术<sup>[3]</sup>,指通过网络使音频和视频形成稳定和连续的流(Streaming)形式传输和播放的一系列技术、方法和协议的总称。基本的流媒体系统包含以下三个组件:编码器、服务器和客户端。流媒体客户端<sup>[4]</sup>是一种能够与流媒体服务器通信的软件,这种软件能够播放或丢弃收到的流媒体,通常都提供流的交

收稿日期:2010-12-03;修回日期:2011-03-10

基金项目:国家高技术(863)计划项目(2006AA01Z208);江苏省科技支撑计划项目(BE2009157)

作者简介:王晓露(1987-),女,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为计算机网络、多媒体网络应用;沈苏彬,研究员,博士生导师,研究方向为计算机网络、下一代电信网、网络安全、嵌入式软件、网络计算。

互式操作,比如播放、暂停、全屏、快照等。文中提出的基于浏览器实时网络视频播放控件即流媒体客户端,必须增加与服务器之间的网络通信功能,才能接收流媒体服务器发送过来的压缩数据流。客户端与服务器之间的通信主要是由位于在应用层的 RTSP 协议和位于传输层的 RTP 协议来实现的,图 1 表示了流媒体客户端的结构层次。

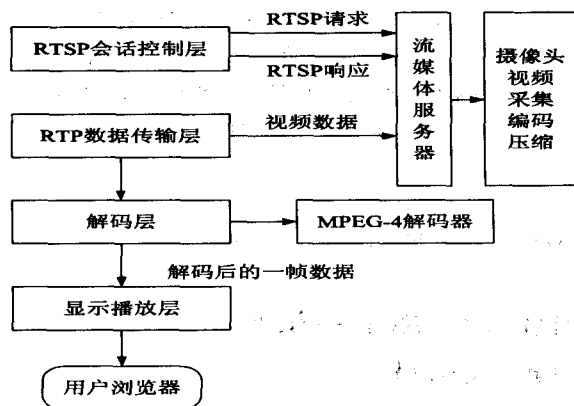


图 1 流媒体客户端结构图

实时传输协议 RTP<sup>[5]</sup> 是用于 Internet/Intranet 针对多媒体数据流的一种传输协议。RTP 通常使用 UDP 来传送数据,其本身并不能为按顺序传送数据包提供可靠的传送机制,也不提供流量控制或拥塞控制,它依靠 RTCP 提供这些服务。RTCP 和 RTP 一起提供流量控制和拥塞控制服务,它们能以有效的反馈和最小的开销使传输效率最佳化,因而特别适合传送网上的实时数据。实时流协议 RTSP<sup>[6]</sup> 是由 Real network 和 Netscape 共同提出的如何有效地在 IP 网络上传输流媒体数据的应用层协议。在体系结构上位于 RTP 和 RTCP 之上,它使用 TCP 或 UDP 完成会话交互,但是有效数据通常用 RTP 完成传输,RTSP 与 HTTP 相似,HTTP 传送 HTML,而 RTSP 传送的是多媒体数据。HTTP 请求由客户机发出,服务器做出响应;使用 RTSP 时,客户机和服务器都可以发出请求,即 RTSP 可以是双向的。

### (3) ActiveX 控件技术。

ActiveX<sup>[7]</sup> 是 Microsoft 提出的采用 COM(Component Object Model)和 DCOM(Distributed Component Object Model)使软件组件在网络环境中进行交互的一种与具体编程语言无关的技术。它是一种面向对象的组件系统,这些组件对象为用户提供了各种不同的功能,使得不同软件供应商提供的组件可在二进制级进行相互连接和通信,对象通过接口实现组件之间及组件与系统的相互作用。ActiveX 控件即是由原来的 OLE 控件或 OCX 控件发展成为现在能够运行的 Web 页面上的软件组件。它通过设置属性控制其行为,实现用户接口,在客户端的浏览器中执行,能够缓解服

务器的负荷<sup>[8]</sup>。

文中在分析和优化 VLC 开源代码的基础上,设计和实现了一种基于浏览器控件技术的网络视频播放系统,降低了 VLC 视频传递的延迟,改进了 VLC 视频传递中断等问题,扩展了快照功能,提供了控件的安全传递能力。

## 1 源码分析及改进

### 1.1 源码分析

VLC 是 VideoLan Client 的简称,属于 Video LAN 开源项目组织开发的一款全开源的流媒体服务器和多媒体播放器。

首先从 main 函数角度分析 VLC 的整体运行过程。main 函数流程为 VLC\_Create, VLC\_Init, VLC\_AddIntf, VLC\_CleanUp, VLC\_Destroy, 主要执行步骤:

- 1) CPU 探测: 型号, 所有能力 (MMX, MMXEXT, 3DNow 等);
- 2) 消息接口初始化;
- 3) 命令行选项解析;
- 4) 创建播放列表;
- 5) 仓库初始化;
- 6) 加载所有内置和动态组件;
- 7) 打开接口;
- 8) 安装信号处理器: SIGHUP, SIGINT 和 SIGQUIT;
- 9) 派生音频输出线程;
- 10) 派生视频输出线程;
- 11) 主循环: 事件管理;
- 12) 退出。

其次从数据结构角度分析,包括两个基本数据结构 libvlc\_t、vlc\_t,一个封装结构体 libvlc\_instance\_t,以及管理模块结构体 module\_t 和 module\_bank\_t。libvlc\_t 结构体只有一个实例,在 main 函数中被分配,而且只能在 main 中访问。它用来存储一些只能初始化一次的数据,比如 cpu 容量等。vlc\_t 是 LibVLC 的实例。VLC\_COMMON\_MEMBERS 宏中包括了所有 VLC 基本对象的通用成员变量,其中包含 libvlc\_t \* p\_libvlc 和 vlc\_t \* p\_vlc 这两个对象。由 main 函数的流程可知, VLC 运行过程的核心就是 libvlc 的创建、初始化、销毁。在这个过程中,主要的参数传递都在 libvlc\_t \* p\_libvlc 和 vlc\_t \* p\_vlc 内。libvlc\_instance\_t 中包括唯一的 VLC 运行实例 vlc\_t \* p\_vlc、播放列表实例 playlist\_t \* p\_playlist 和播放列表中节目的数据描述 vlm\_t \* p\_vlm。通过在 libvlc\_instance\_t 结构中管理 VLC 的唯一运行实例,可以调用 VLC 所支持的全部功能。module\_t 用于记录每一个模块, module\_bank\_t 是一个模块库,在模块库中,包含两个模块缓存数组 module\_

cache\_t, 模块缓存 pp\_cache 和已载入模块缓存 pp\_loaded\_cache, 它们中的每一项会记录模块的详细信息 p\_module。通过初始化模块库 module\_InitBank、载入模块到模块库 module\_LoadPlugins、查找所需的模块 module\_Need、释放模块库资源 module\_Unneed 等一系列操作, 系统可以方便地管理所有的模块。

再次从内部模块角度细化 VLC 的整个处理流程。图2是VLC整个体系结构图。

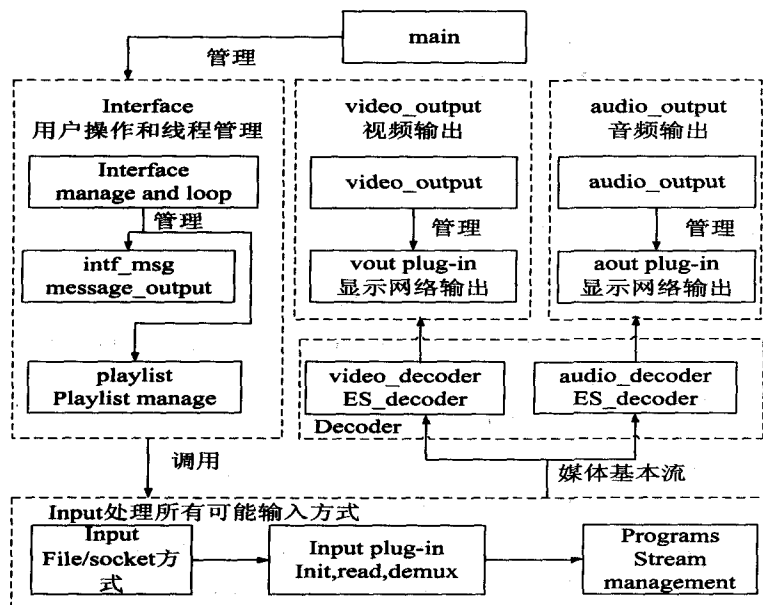


图2 VLC 体系结构框架图

由 main 模块开始, 进入 playlist 模块创建播放列表, 由 input 模块创建播放线程。从 input 模块衍生出 access、demux、decoder、output 模块。当以实时网络视频流为输入时, input 模块使用 module\_Need 函数, 在 module\_bank 中根据各个模块的 capability 的相关属性, 寻找第一个能满足要求并激活的模块——live555 模块。上文中提到的网络通信功能, 即客户端与服务端建立 RTSP 连接, RTP 流处理等就是在 live555 模块中完成的。它将读取的 TS (Transport Stream) 流解复用 (demux) 为 ES (Essence Stream) 流, 发送给 decoder 进行解码, 将压缩了的媒体数据还原成原始的音视频数据, 然后通过 packetizer 打包之后由 output 模块输出进行播放。当有停止事件发生, VLC 会自动释放 input 模块。

## 1.2 源码改进

libvlc.dll 是 VLC 的核心部分。它是一个提供接口的库, 给 VLC 提供一些功能接口, 如流的接入、音频和视频输出、模块管理、线程系统。文中涉及的 axvlc.dll 是 VLC 提供的一个 ActiveX 控件, 此控件的接口所需要的功能均来源于 libvlc。但 VLC 自身提供的 ActiveX 功能并不完善, 根据视频控制的需求主要有以下两点不足:

(1) 未提供视频快照功能, 不能满足客户端保存特定时刻视频帧图片的需求。

(2) 已提供的视频存储功能尚有缺陷, 会造成播放器画面黑屏中断并且录制下来的视频文件播放起来开头部分有几秒钟的绿屏现象。

针对第一个问题, 文中对 VLC 源码做了如下改进。vlccontrol2.cpp 主要提供了 VLCAudio、VLCInput、VLCPlaylist、VLCVideo 类的属性和方法。在 VLCVideo 类中添加成员函数 snapshot, 传递参数为快照存储的路径名称。通过封装接口 libvlc\_instance\_t \* p\_libvlc 获取 vlc 对象, 由 libvlc\_playlist\_get\_input(p\_libvlc, &ex) 获取播放列表中的输入对象, 再调用 libvlc 核心的 libvlc\_video\_take\_snapshot 函数, 从而实现快照功能。同时在 vlccontrol2.h 的 VLCVideo 类中添加方法 STDMETHODIMP snapshot(VARIANT); 及 axvlc.idl 和 axvlc\_idl.h 做相应修改。

针对第二个问题, 首先分析原因: 一是由于 VLC 只有唯一的运行实例, 当调用第二次视频播放接口时, 会重新初始化并创建新的运行实例, 故导致播放器画面黑屏。二是由于在一段经过编码后的视频数据中, 存在 I 帧与 P 帧<sup>[9]</sup>, I 帧是经过帧内压缩之后的编码帧, P 帧称为参考帧, 它参考 I 帧或前一个 P 帧经过压缩得到, I 帧数据量大, 播放出的图像清晰, 而 P 帧数据量小, 播放出的图像相对不够清晰, 如果存储下来的实时视频流数据第一帧为 P 帧, 则播放时会出现绿屏现象。文中改用开放源代码 live555 的客户端接收程序 openRTSP 来实现视频存储功能, 并根据以下算法对 live555 源码进行优化。

while(视频流未结束)

```

{
    if(是 MP4V-ES 流)
    {
        将 SDP 描述信息中包含的 VOL 头部等配置信息写入数据中
        if(I 帧判断标识为真){
            将视频帧数据写入要存储的输出文件
        }
        else {
            if(是 I 帧)
            {
                将 I 帧判断标识设置为真, 将视频帧数据写入要存储的输出文件
            }
            else { 丢弃此帧数据 }
        }
    }
}

```

## 2 实时网络视频播放控件的改进与实现

### 2.1 视频播放控件的实现

首先建立一个操作环境,其中包括安装编译环境 Cygwin,修改环境变量配置文件 profile,将 Microsoft Visual Studio 软件下的 Bin 和 Include 目录包括在环境变量中。

解压源码 vlc-0.8.6i.tar.gz 及第三方库:contrib-20070530-win32-bin-gcc-3.4.5-only.tar.bz2 并作相应修改;清理/usr/win32/bin 下的 moc、rcc、uic 三个 Linux 可执行文件;

启动引导程序:./bootstrap;

执行编译脚本:./configure-vlc.sh;执行 make;最后执行 make package-win32-base。

其次裁剪控件大小。针对当前 Internet 的传输速率低,在设计运行于 Internet 的 ActiveX 控件时,必须考虑以下几个问题:控件大小、如何保存控件的下载和注册、控件的运行对系统的影响、控件的升级和维护<sup>[10]</sup>。所以需要尽可能保证视频播放控件足够小使客户端能够快速下载,可根据实际需求,编辑脚本 configure\_vlc.sh,将 VLC 不需要的模块删掉,如--disable-nls \--disable-cddax \--disable-vcdx \--disable-skins2 \--disable-mozilla \--disable-httpd 等。编译完成后,删除新生成的文件夹 vlc-0.8.6i 中的 http、locale、skins、osdmenu 文件夹,plugins 只保留部分 dll。

最后使用 NSIS 2.41 制作出 VLC 安装文件 vlc-0.8.6i-win32.exe。要让客户端能够自动下载注册 ActiveX 控件,还需要制作 cab 文件。可使用 cabsdk.exe,编写 axvlc.inf 将 axvlc.dll、vlc-0.8.6i-win32.exe、openRTSP.exe 等所用控件一起打包生成 axvlc.cab。

### 2.2 视频播放控件的部署与问题

在 Web 页面中使用 ActiveX 控件包含三个基本操作<sup>[11]</sup>:将控件嵌入 HTML 中;将该控件下载给用户;在用户机器上安装注册该控件。在 Web 页面上部署该控件,是客户端下载注册安装控件的前提。

通过<OBJECT>标签创建 ActiveX 控件,该标志有几个重要的参数特性,分别是:ID 为控制提供一个标识名称,为 HTML 代码提供一种访问该控件的方式;CLASSID 是该控件唯一的 UUID,告诉 IE 浏览器装入哪个对象;CODEBASE 参数告诉用户浏览器在哪里可找到要下载的控件和最新版本号;PARAM 标记用于设置控制的初始属性值。

当用户浏览器启动访问 Web 页面时,先读出和注册视频播放控件。若该控件已经存在,则说明该控件已经安装在本地,将控件代码载入内存,初始化控件,然后创建控件实例,绘制窗口和进行消息循环。当控件最后一个实例被删除以后,释放内存中的控件代码

段和所有初始化实例时所分配的资源。如果没有找到可用控件则根据 CODEBASE 所提示的地址,去服务器上下载并自动完成在本地的安装注册,使该控件成为本地资源,供以后使用。

文中开发的控件提供了如图 3 所示的接口。在 Web 页面中通过使用 JavaScript 脚本调用接口功能。

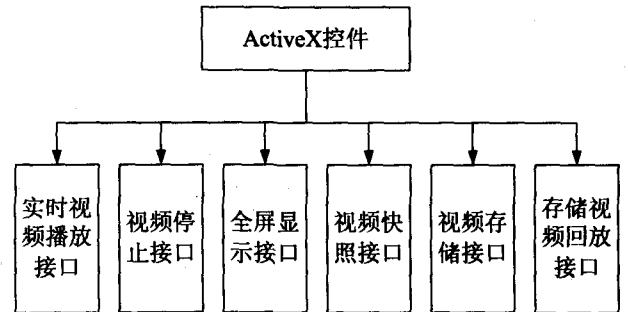


图 3 控件接口图

#### 1) 实时视频播放接口:

itemId = vlc.playlist.add(mrl), vlc.playlist.playlist(itemId)

2) 视频停止接口: vlc.playlist.stop()

3) 全屏显示接口: vlc.video.toggleFullscreen()

4) 存储视频回放接口:

vlc.playlist.add(targetURL); vlc.playlist.play()

5) 视频快照接口: vlc.video.snapshot(filepath)

6) 视频存储接口: Registry.Exec(openRTSP.exe - F filepath - V streampath)

控件在实际应用的过程中,存在以下两个问题:

(1) 实时视频流存在 4~5 秒的播放延迟。

(2) 浏览器安全级别设置较高时,控件会被浏览器自动拦截使客户端无法下载执行。

### 2.3 视频播放控件的改进

对于远程监控而言,画面的实时性是极为重要的。良好的网络带宽是基本要素,同时提高服务器端和客户端软件的性能是保障视频播放实时性的必要条件。文中对实时视频播放接口作了改进,将 rtsp-caching 值作为播放参数添加到播放列表的 options 选项中,当视频缓存区值达到了 300ms 时即可调用相应模块进行解码播放,这样就大大缩短了视频缓冲时间,从而降低了播放延迟。

第二个问题则涉及到 ActiveX 控件的可靠安全性。由于 ActiveX 控件被嵌入到 Web 页面中,并下载到浏览器端加以执行,控件的实际执行平台就是 Windows,可以直接控制系统资源,对客户端的系统造成危害。Windows 对 ActiveX 控件采取的一种安全策略是在浏览器的安全级别设置中,碰到没有被标明为初始化安全的以及未签名的 ActiveX 控件,IE 浏览器都将显示警告信息并拦截。如果降低了浏览器的安全级

别,则可以下载安装开发的 ActiveX 控件,但是面对木马病毒横行的网络时代,这样做只会给客户端造成更大的风险。所以文中提出一种保证 ActiveX 控件安全性的策略,即实现 ActiveX 控件的代码签名,并开发出了标记为可安全执行脚本的控件来保障 JavaScript 脚本的安全执行。代码签名是数字签名技术的一种,只有使用了 Windows 的受信任的根证书颁发机构颁发的代码签名证书对软件代码数字签名后才允许在 Windows 上运行,从而保证了软件代码来自真实的发行者和保证软件代码没有被非法篡改<sup>[12]</sup>。

实现 ActiveX 控件的代码签名过程及原理如图 4 所示:

(1) 向 CA 中心申请代码签名证书。

(2) 使用代码签名工具,如 SignCode.exe,给 axvlc.cab 生成一个 Hash 表,再用其私钥加密 Hash 表产生认证摘要,接着就把认证摘要连同其公钥与软件代码一起打包生成签名后的新 axvlc.cab。

(3) 用户第一次访问视频观看网页时,会自动下载服务器端已经签名的 axvlc.cab,浏览器会从中解读出其签名证书(公钥)和 Hash 表摘要,并与 Windows 的受信任的根证书相比较查验公钥证书的有效性和合法性,验证签名证书正确后,就可以确认此 cab 包确实是来自真实的软件开发商。

(4) 再使用签名时所用的同样算法对 axvlc.cab 生成一个 Hash 表,并使用公钥也同样生成一个 Hash 表认证摘要,比较从 axvlc.cab 中解包出来的 Hash 表认证摘要与生成的 Hash 表认证摘要是否一致,如果一致,则表明此 cab 包在传输过程中未有任何修改,从而可以确认代码的一致性。

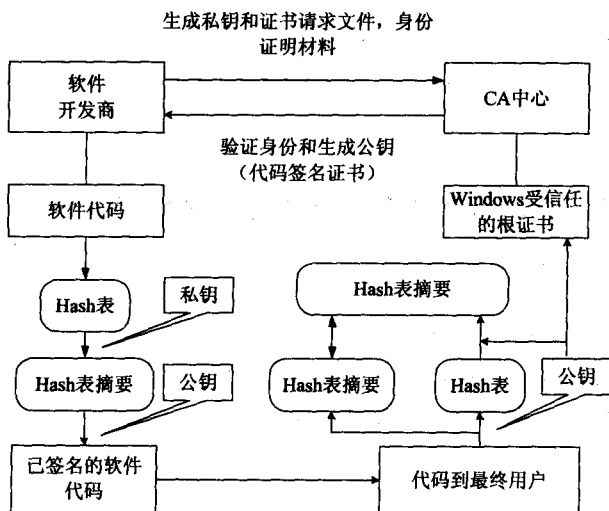


图4 数字签名过程原理图

### 3 系统测试

系统测试主要针对视频播放实时性、视频快照、视

频录制三个方面。首先在服务器端部署控件包和测试网页,开启摄像头并运行视频采集编码传输程序和Web服务器,然后客户端通过IE6.0浏览器访问服务器端测试网页。第一次登录访问时,会提示是否下载安装已签名的ActiveX控件包,按照提示下载安装后,网页中可观看实时监控视频。经过反复测试,在默认播放状况下,视频延迟接近5秒,而添加rtsp-caching播放参数后,视频延迟持续稳定在1至2秒,播放画面流畅,监控实时性得到保障。点击视频快照按钮,用户在弹出的对话框中选择快照存储位置,快照的同时会在播放控件画面的左上角同步显示供用户预览,快照图片画质高。点击视频录制按钮,同样可选择视频存储位置,经测试发现,录制功能稳定,可进行连续几小时的长时间录制,回放录制文件播放画面清晰、无绿屏花屏现象。

以上测试结果表明,控件总体各功能模块工作正常、安全可靠,从视频监控系统的角度应用看,该系统已基本满足视频监控系统的需要。

### 4 结束语

在分析VLC源码的基础上,针对应用需求改进和扩展了VLC源码,实现了客户端通过该控件在Web页面中进行快照、录制等一系列视频控制操作功能;改进了网络视频播放控件的实时性和安全控制能力,能够在IE浏览器中播放来自网络经MPEG-4标准压缩的RTP实时流的安全控件,该控件的实现为B/S架构的实时视频监控系统的开发提供了重要参考。

#### 参考文献:

- [1] 王震,陈耀武.多媒体监控系统中实时流媒体播放器的设计与实现[J].计算机应用与软件,2007,24(10):112-114.
- [2] 刘军,马文丽,姚文娟,等.嵌入式Web服务器病人监护系统设计[J].计算机技术与发展,2009,19(1):187-189.
- [3] 高科,刘心松,詹骥.互联网中基于MPEG-4流媒体播放的研究[J].电子科技大学学报,2006,35(3):381-384.
- [4] 樊承泽,陈蜀宇,杨新华.基于网络计算机的流媒体播放器的研究与实现[J].计算机技术与发展,2010,20(4):195-198.
- [5] Schulzrinne H, Casner S, Fredrick R, et al. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications[S]. IETF RFC 3550, 2003.
- [6] Schulzrinne H, Rao A, Lanphier R. Real time streaming protocol(RTSP)[S]. RFC 2326, 1998.
- [7] 张靓,袁华,隆承志.利用ActiveX技术实现Web上的远程视频监控[J].华中科技大学学报,2003,31(10):274-

(下转第237页)

样是因为以 QueryCondiData 对象为条件的查询实现方法较一致,但结果却可能是不同的对象,为了避免不同的对象采取不同的方法,所以用 Vector 来返回结果。

#### 2.4 本地业务操作模块和远程业务操作模块

本地业务操作模块主要使用 JDBC 或 Hibernate 以及文件操作工具类来实现各种业务接口。本系统需要对多种数据表进行查询、修改等,由于 Hibernate 是非常优秀的持久层框架,利用它来实现这些功能就非常方便。由于业务流程的复杂性,大量用基于对象的模式无法方便实现的操作就通过 JDBC 来完成。该模块中还利用 JXL,POI 来实现对 Excel,Word 的读写。

远程业务操作模块采用 Apache 的 Axis2 来进行 WebService 开发。该模块的客户端部分对 Axis2 生成的 WebService 客户端代码和业务接口进行了封装。而该模块的服务器端部分,很多操作将直接调用本地业务操作模块的功能。也就是说本地业务操作模块可以看成远程业务操作模块的“后台”。

该系统的 WebService 需要 Axis2 提供会话支持,故在服务器端有如下代码:

```
protected void checkLogin() throws Exception {  
    if (isMustLogin()) {  
        MessageContext mc = MessageContext.getCurrentContext();  
        ServiceContext sc = mc.getServiceContext();  
        if ((String) sc.getProperty(WsConstants.LoginVar) == null) {  
            throw new Exception("没有获取查询授权");  
        }  
    }  
}
```

checkLogin 方法在很多 WebService 方法调用前调用,由此在服务器端对用户的远程操作是否有权限进行验证。

### 3 结束语

文中首先说明了《公告》最终处理环节工作的情况,指出了开发《公告》管理信息系统的必然性。文中介绍了本系统的重要模块的划分,并对几个典型模块进行了具体说明。文中介绍了采用面向对象的 Java 编程语言,利用 Jspereport, Axis2, Spring, Hibernate,

Sqlite, JXL, POI 等多种开源技术在 Netbeans RCP 平台上设计并实现该管理信息系统,这为类似系统的开发提供了有益参考。在“两化”融合已经成为国家战略的今天,文中的研究对于在汽车行业采用 Java 开源技术推动信息化建设具有积极意义。

本系统功能实用,界面简明,操作方便,并具有良好的稳定性和可靠性。由于大量采用基于接口的编程技术,软件可维护性非常好。本系统已投入使用一段时间,使《公告》最终处理环节工作的质量和效率有了质的提升。

#### 参考文献:

- [1] Böck H, Tulach J. The Definitive Guide to NetBeans Platform [M]. New York: APress Press, 2009: 3-5.
- [2] 刘斌, 费冬冬, 丁璇. NetBeans 权威指南 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [3] 刘晓明, 杨俊伟, 岳婷婷. 变电站支柱绝缘子信息管理系统 [J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(9): 231-233.
- [4] Shaw M, Garlan D. 软件体系结构 [M]. 牛振东, 江鹏, 金福生, 译. 北京: 清华大学出版社, 2007: 13-30.
- [5] Kyte T. Oracle 9i&10g 编程艺术 [M]. 苏金国, 王小振, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2008: 491-654.
- [6] 彭木根. 数据库技术与实现 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2002: 81-246.
- [7] 陈耀文, 黄琳, 罗为明. 基于 J2EE 核心模式的企业短信公共平台的设计 [J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(3): 239-242.
- [8] 张海波, 董槐林. 一种基于 POI 的 Web 表格生成 [J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(2): 21-23.
- [9] 王秀娟, 曹宝香. 基于面向对象原型法的 N 层数据库设计 [J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(1): 117-120.
- [10] 符培炯, 杜忠军. Spring 在实现 MVC 构架中的应用 [J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(6): 236-241.
- [11] 麻孜宁, 伊浩, 李祥. Java 多线程并发系统中的安全性与公平性 [J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(2): 120-122.
- [12] 陈华, 梁循. 使用 Java 实现学术会议论文管理系统 [J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(1): 185-188.
- [13] 夏昕, 曹晓钢, 唐勇. 深入浅出 Hibernate [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 32-95.
- [14] 温昱. 软件架构设计 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2008: 193-208.

(上接第 233 页)

- 276.
- [8] 蔡孟哲. COM/ActiveX 实用技巧 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001: 150-157.
- [9] Hari K, Li T, Jean F H. Implementing multiplexing, streaming and sever interaction for MPEG-4 [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 1999, 9(8): 1299

-1312.

- [10] Lalani S S, Chandak R. ActiveX 编程技术与技巧 [M]. 曾湘宁, 译. 北京: 电子工业出版社, 1998: 125-356.
- [11] 孙汉忠, 严云洋. ActiveX 技术及其应用 [J]. 现代计算机, 2000(10): 32-35.
- [12] 余荃, 周天明. 公开密钥基础设施 PKI 核心——签证机关 [J]. 计算机应用, 1999(11): 35-38.