

## 数据广播系统视频播放的设计与实现\*

杨源\*\* 刘心松 查小科 江科

(电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 610054)

**【摘要】**介绍了分布式数据广播系统的基本构架,分析了运动图像压缩编码标准I和运动图像压缩编码标准IV的编码方式和文件存储格式的差异,讨论了数据广播系统中两种视频资源的视/音频数据流在服务器端的发送机制,以及客户端接收数据和播放视/音频的实现方式。经实际应用验证,该系统使用方便、稳定高效、健壮可靠,可广泛应用于各种场合。

**关键词** 数据广播; 分布式数据广播; 视频回放; 运动图像压缩编码  
**中图分类号** TP391 **文献标识码** A

## Design and Implementation of Video Playback in DDB-system

Yang Yuan Liu Xinsong Zha Xiaoke Jiang Ke

(College of Computer Science and Engineering, UEST of China Chengdu 610054)

**Abstract** In this paper, architecture of Distributed Digital Broadcast(DDB) system is introduced first, then the difference of code standard and file format between Moving Picture Experts Group I(MPEG-1) and Moving Picture Experts Group IV(MPEG-4) is analysed, finally data sending mechanism in Digital Video Broadcast(DVB) is discussed in depth, as well as the design and implementation of video player at client side. In practice, DDB-system is of userfriendness, high efficiency, high availability, robustness and other advantages, and it is appropriate to far-ranging situations.

**Key words** digital video broadcast; distributed digital broadcast; playback; moving picture experts group

数据广播通过一个或几个电视频道,将封装为IP包的各种数据如股票信息、热门网站内容、加密电视节目等下发到用户计算机上,为用户提供各种信息资源,在用户计算机上则使用数据广播接收卡来接受各种服务。由于用户端只需被动接收,不向服务器端返回任何信息,因此用户数量的增加不会对服务器端造成额外的负担。其中服务器群存放节目资源,并将需要播放的各种信息打包为IP数据发送给数据广播(DVB)网关,由DVB网关将IP数据编码为运动图像压缩编码标准II(MPEG-2)流入到CATV网络中,用户在家中使用时通过DVB接收卡来接收信息。

视频播放是数据广播中的一项重要服务内容。在双向网络中,视频传输的工业标准是RTSP(Real Time Streaming Protocol)实时流媒体传输协议。该协议是应用级协议,通过扩展的帧格式实现多媒体实时数据的可控传输,数据源可以是实时捕捉数据或存储在介质上的数据。RTSP通常建立在RTP(Realtime Transport Protocol)/RTCP(Realtime Transport Control Protocol)上,也可建立在HTTP甚至TCP/UDP上<sup>[1]</sup>。但在数据广播系统中,不能采用RTP/RTCP来控制视频的发送,因为数据广播系统面临的CATV网络是一个单向网络,用户不能通过CATV网络回传信息至有线电视台前端。为了在数据广播单向网络中进行有效的视频传送,必须

2002年7月22日收稿

\* 四川省科技攻关计划项目,编号:02GG006-018

\*\* 男 25岁 硕士 主要从事计算机科学与工程、系统结构方面的研究

对视频传输速度进行精确控制。传送速率过快会使视频回放缓冲区溢出或丢失数据，从而造成播放质量下降；而传送速率过慢会使视频回放缓冲中无数据可用。本文针对这种要求，同时考虑CATV网络的单向传输特性，根据运动图像压缩编码I(MPEG-1)和运动图像压缩编码(MPEG-4)视频流的特点<sup>[2-4]</sup>，分别提取相应的发送速率控制信息来控制视频流的发送，同时在客户端实现了相应的视频播放。

## 1 视频传送的实现

### 1.1 接口

在数据广播系统中需要支持MPEG-1和MPEG-4视频流的播放，这两种视频资源的发送不相同，但可视为数据广播系统中的一种资源，对外提供一个统一的接口<sup>[5]</sup>。因此本文定义一个虚基类CDdbTask来实现这个接口，其描述如下：

```

Class CDdbTask {
    Virtual ~CDdbTask()=0;
    Long GetRealBand()=0;           //得到一个任务所实际占用的带宽
    Void SetTaskID(long nTaskID)=0; //设置任务的ID
    Long GetTaskID()=0;           //得到任务的ID
    Const char * GetPath()=0;     //得到任务所传输文件的路径
    Const char *GetTaskName()=0;  //得到任务名
    Void OnTimer()=0;            //在时钟消息到达时调用
    BOOL SetBand(long nBand,long nInterval)=0; //设置带宽
    long GetBand()=0;           //得到设置的带宽
    BOOL IsDone()=0;            //任务是否执行完毕
    BOOL ShouldBeSeen()=0;      //任务是否应显示于界面(有些资源的发送不显示在界面上)
}

```

从CDdbTask中派生出CDdbTaskFileDir、CDdbTaskVideoFile、CDdbTaskMpgFile、CDdbTaskAviFile，分别实现普通文件(含目录)、VCD文件、MPEG-1文件、MPEG-4文件(AVI格式)的发送。系统中的所有从CDdbTask类中派生出来的类全部被链接在任务链表中。系统每隔100 ms就会调用任务链表中每个类的OnTimer()函数，每个类在OnTimer()函数中具体实现各种资源的发送工作。

### 1.2 MPEG-1的传送

MPEG-1视频流由一系列包组成，每个包的头都规定了该包输入到视频解码器的预期时间，称为SCR(System Clock Reference)系统参考时钟。按MPEG-1标准，SCR可以作为时钟调整和缓冲区管理的参考，解码器无须完全依照SCR，但是必须根据它校正偏差。因此提取出MPEG-1流的一段数据中的SCR，即可判断出这段数据应被发送出去的时间。VCD视频文件和MPEG-1文件都采用MPEG-1进行编码，因此发送过程相似，这里只描述VCD视频文件的发送。

在类CDdbTaskVideoFile的OnTimer方法中具体实现VCD视频文件的发送，其执行流程如下：

```

BEGIN
    IF 首次执行 THEN
        记下其开始时间
    WHILE TRUE
        IF 当前文件偏移>文件总长度 THEN
            返回
        读一段视频文件(当前为16K)
        分析该段视频，得到其内包含的第一个scr
        IF scr + 开始时间 >当前时间 THEN

```

```

    发送该段视频
ELSE
    返回
END WHILE
END

```

### 1.3 MPEG-4的传送

数据广播系统中支持的MPEG-4影片使用目前市面上常见的AVI文件格式。在AVI文件中,视频数据以帧为单位存放,每部影片每秒种播放的视频帧数是一定的,所以在一定时间间隔内应该播放的视频帧数可以通过公式 $\text{frame\_number} = \text{time} * \text{fps}$ 计算出来。对于音频数据,其每秒比特率在音频编码时就被确定下来,所以在一定时间间隔内应该播放的音频数据量可以通过公式 $\text{audio\_bytes} = \text{time} * \text{AverageBytesPerSec}$ 来计算。这样,只要定时调用发送函数,发送该时间间隔内应该播放的数据量就能保证客户端播放器匀速地接受数据并播放。

实现MPEG-4视频文件的发送工作由类CDdbTaskAviFile完成,在CDdbTaskAviFile的构造函数中,读取AVI文件的有关信息如每秒帧数、音频的每秒比特率,并读取AVI文件的“idx1”块,获得音频和视频块的相关位置audio\_index和video\_index。CDdbTaskAviFile的OnTimer成员函数定时被系统调用,在OnTimer函数中调用long GetNextPak(long time, FILE \*file, char \*pak)函数将AVI文件流中当前应该发送的数据打包,然后通过网络发往DVB网关。GetNextPak中的time参数为从两次调用GetNextPak相隔的毫秒数,file是视频文件句柄,取得的视频数据存放在缓冲区pak中,其执行流程如下:

```

BEGIN
    根据公式 $\text{frame\_number} = \text{time} * \text{fps}$ 计算出本次应该发送的视频帧数
    根据公式 $\text{audio\_bytes} = \text{time} * \text{AverageBytesPerSec}$ 计算出本次应该发送的音频数据量
    根据video_index从视频文件中读出视频数据,打包拷贝进缓冲区
    根据audio_index从视频文件中读出音频数据,打包拷贝进缓冲区
END

```

## 2 视频回放的实现

### 2.1 DirectShow技术

在用户接收端,视频播放器使用DirectShow技术完成视频和音频数据的解码、分流和提交播放<sup>[6,7]</sup>。DirectShow的核心是一个由可插入(pluggable)组件构成的模块系统,这种可插入的组件在DirectShow中称为filter,filter与filter之间通过插口(Pin)进行通信。所有filter组合在一起构成了完整的从数据接收到数据分流、解码、媒体数据提交的一组播放模块,称为filter graph。一个称作filter graph manager的管理组件负责管理filter graph,并控制数据在filter之间的流动。

图1是播放本地MPEG-1文件时的filter graph,视频数据源filter获取数据,把数据传到MPEG-1 Stream Splitter进行分流,分成视频流和音频流,分别流入视频解码器和音频解码器,视频数据和音频数据在解码后分别被提交给用来回放的filter,显示出画面,同时播放声音。

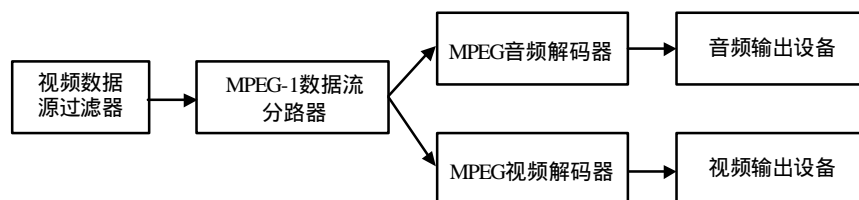


图1 播放本地MPEG-1文件时的过滤器图

使用DirectShow播放本地MPEG-4视频文件(AVI文件格式)时,filter graph如图2所示。

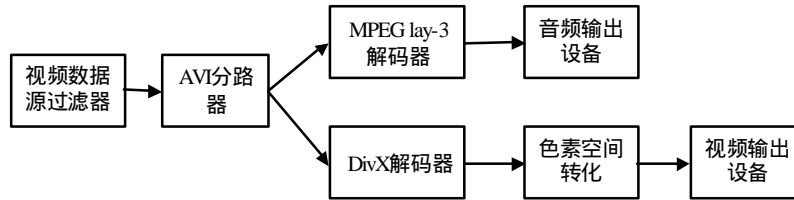


图2 播放本地MPEG-4文件时的过滤器图

## 2.2 MPEG-1视频回放的实现

DirectShow框架提供了本地播放MPEG-1文件的功能，但没提供从网络上接收数据进行播放的能力。DirectShow中实现接收数据功能的是源filter，普通filter拥有入插口(input pin)和出插口(output pin)，源filter只有出插口而没有入插口。

源filter向下级filter提供数据有两种方式：

- 1) 下级filter的输入Pin实现了IMemInputPin接口，源filter调用该Pin的Receive方法，主动向下级filter推数据；
- 2) 源filter的输出Pin实现IAsyncReader接口，下级filter使用该接口获取数据。

实现视频播放器源filter的CMemReader类图如图3所示。这里构造了一个类CAsyncOutputPin，直接派生于类CBasePin和接口IAsyncReader，类CBasePin从IPin接口继承。

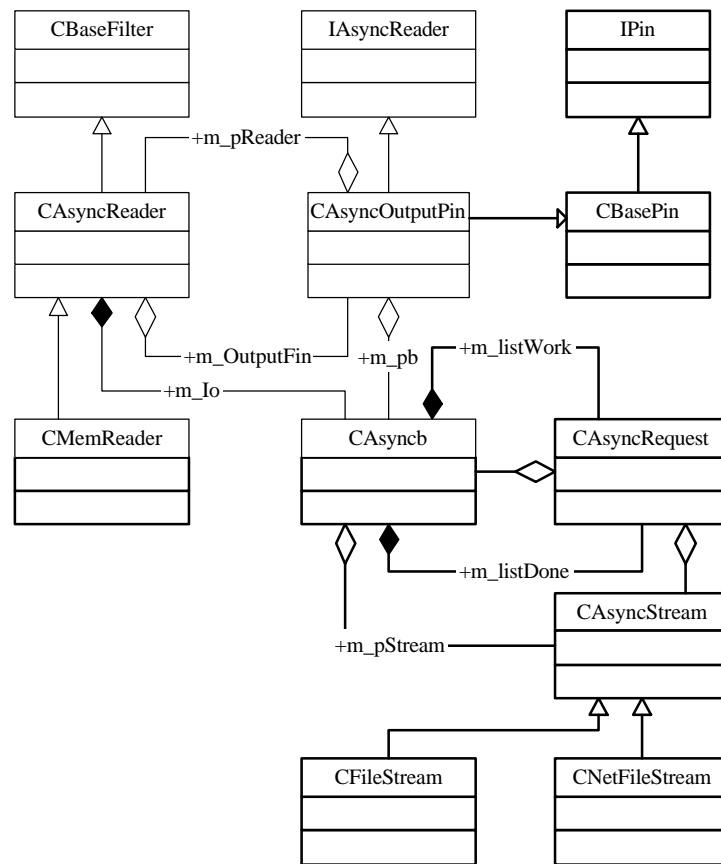


图3 MPEG-1源过滤器的实现类图

类CAsyncReader从基类CBaseFilter派生而来，过载(override)了基类的一些虚函数，并实现一些自己的方法。对视频流数据的接收操作定义在接口CAsyncStream中，CAsyncStream定义了操纵数据流的方法，其定义为：

```
class CAsyncStream
```

```

{
public:
    virtual ~CAsyncStream() {};
    virtual HRESULT SetPointer(LONGLONG lIPos) = 0;           //设置读指针
    virtual HRESULT Read(PBYTE pbBuffer, DWORD dwBytesToRead, BOOL bAlign,
                        LPDWORD pdwBytesRead) = 0;         //读取数据
    virtual LONGLONG Size(LONGLONG *pSizeAvailable = NULL) = 0; //返回数据流长度,
                                                                pSizeAvailable返回已读的字节数

    virtual DWORD Alignment() = 0;           //是否对齐
    virtual void Lock() = 0;                 //加锁
    virtual void Unlock() = 0;              //解锁
};
    
```

DirectShow提供了上述框架,只需要实现符合接口CAsyncStream的具体读取数据的类,在视频播放器中,实现了两个从CAsyncStream派生出来的类CFileStream和CNetFileStream,用于从本地磁盘和网络中获取视频数据。CNetFileStream使用常见的环形缓冲区存储从网络上接收到的数据,CAsyncIo使用CNetFileStream的Read方法从环形缓冲区中读出数据。

### 2.3 MPEG-4视频回放的实现

DirectShow通过调用注册在Windows系统中的解码器进行视频和音频解码。要播放MPEG-4视频编码的AVI文件,必须保证系统中已经安装了MPEG-4的解码器。目前最常见的MPEG-4解码器是DivX Networks公司出品的DivX Decoder。

为了实现从网络上播放AVI文件,需要实现一个源filter和一个splitter filter,源filter可以使用在前面开发的用于MPEG-1播放的源filter,但不能使用DivX Decoder所提供的splitter filter,因为该splitter filter解析AVI文件时,需要读取AVI文件中“idx1”块以获得音频或视频数据块的位置信息。

解决这个问题有以下两个方法:

- 1) 每隔一定时间就发送“idx1”块,其弊端在于间隔时间长,用户端的响应速度就会降低,因间隔时间短,则给网络造成的负担大;
- 2) 实现一个splitter filter,该splitter filter不读取“idx1”块,在网络报文中包含音频和视频数据块的位置相关信息。本文使用第二种方法,采用该splitter后,播放网络AVI文件流的filter graph如图4所示。

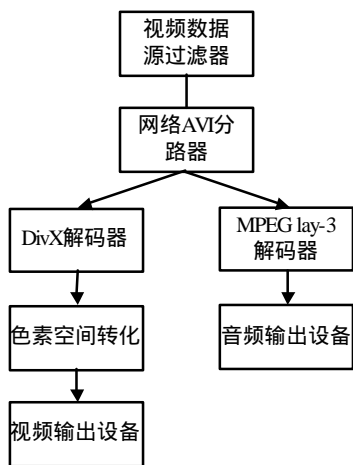


图4 播放网络AVI文件流时的filter graph

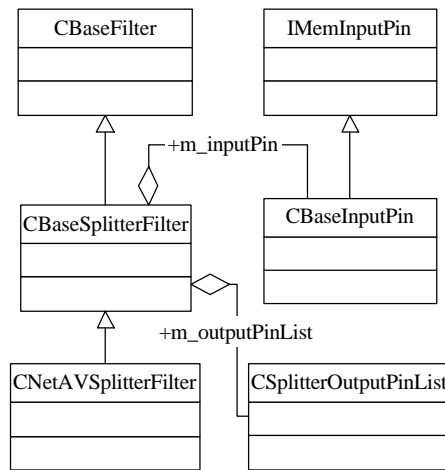


图5 分路器的实现类图

类CNetAVISplitterFilter即是视频播放器所使用的splitter filter,类图如图5所示。

CBaseSplitterFilter从CBaseFilter中继承下来,并且内部包含了一个类型为CBaseInputPin的成员,当外部请求其输入Pin时,将返回该Pin。CBaseInputPin实现了接口IMemInputPin,IMemInputPin接口实现了从上一

级filter的输出Pin主动传输数据到本级filter的功能。CBaseSplitterFilter还拥有一个CSplitterOutputPin类型的模板链表,用于表示该filter的输出Pin。CNetAVISplitterFilter从CBaseSplitterFilter继承,拥有CBaseSplitterFilter的所有功能,其主要作用是实现了一个虚拟函数CBaseParser \*CreateParser(CParserNotify \*pNotify, CMediaType \*pType),这是一个解析器,在该解析器中,实现了MPEG4的分离,CBaseSplitterFilter中的输入Pin和输出Pin将调用到该虚拟函数来解析MPEG4流。

### 3 结束语

数据广播系统中实现的MPEG-1和MPEG-4视频流发送和回放与微软的流媒体服务器相比,支持的文件格式除通用的AVI格式外,还支持常见的VCD格式,所以用户无需使用额外的媒体压缩工具。另外,视频发送完全由使用者控制,不需受微软流媒体服务器的限制。

### 参 考 文 献

- 1 Richard. UNIX network programming volume I 2<sup>nd</sup>[M]. 北京: 清华大学出版, 1998
- 2 杨 品, 钟玉琢, 蔡莲红. MPEG运动图像压缩编码标准[S]. 北京: 机械工业出版社, 1995
- 3 钟玉琢, 王 琪, 贺玉文. 基于对象的多媒体数据压缩编码国际标准——MPEG-4及其校验模型[J]. 北京: 科学出版社, 2000
- 4 王占峰, 库锡树. Mpeg-4视频标准及其在未来多媒体应用上的潜力[J]. 计算机工程与应用, 1997, 33(12): 36-38
- 5 Prabhat K, Andleigh, Kiran. 多媒体系统设计[J]. 北京: 电子工业出版社, 1998
- 6 潘爱民. COM原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999
- 7 林志勇, 张 昱, 陈意云. Directshow在MPEG-I流式播放器中的应用[J]. 计算机工程, 2001, 27(6): 140-142

编 辑 徐培红

· 成果与专利 ·

### 激光全息水印护卡膜

激光全息水印护卡膜是一种防伪薄膜,它是由印有全息图案的有机薄膜和由高、低折射率介质材料相间重叠组成的多层介质膜,以及粘接层构成。使用该薄膜贴附在被防伪物上,穿透薄膜不但能观察到被套防伪物的表面细节。而且在印制全息图案的薄膜上又具有干涉效应及保护全息图案的多层介质膜,从而防止了用复印或印刷的办法复制伪造物品的可能性。该薄膜特别适用于有效专用证件的封塑,能有利识别、防止和打击一切假冒伪造行为。

### 一种数字式高清晰度电视传输方法

数字式高清晰度电视传输方法是一种数字式高清晰度电视传输方法,它涉及电视制式及发射接收机。该方法以不大于25 Hz的帧频传输逐行扫描的图象信息,在收端则采用内插倍帧方式恢复图象运动信息,获得高质量的活动图象重现效果。在不损失图象运动信息的前提下,充分利用传输通带,避免了隔行制的爬行、行间闪烁、垂直分辨率低等固有缺陷,实现了电视图象的高质量重现。

· 文 争 ·