

# 一种流量可控的 JPEG2000 网络解码方法

俞怡炜 关景火 王兴东 孙军

(上海交通大学图像通信与信息处理研究所, 上海 200240)

**摘要** 为了提高数字节目编辑生产效率和达到素材共享,有必要研究网络化高清非线性编辑中的网络流量控制技术。为了使 JPEG2000 网络流量可控,讨论了一种基于 JPEG2000 解码的流量控制方法。它是采用分辨率优先的压缩顺序,并以分辨率级别作为解码参数实施递进的文件读取来实现对网络视频原始数据分级提取。在 Mac OS X 平台上进行的实验表明,这种方法能有效降低网络流量,并可在客户端得到令人满意的回放效果。

**关键词** JPEG2000 分辨率可分级 QuickTime 架构

**中图法分类号:** TN919.81 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2006)11-1596-04

## A Flow Controllable Network Decoding Scheme based on JPEG2000

YU Yi-wei, GUAN Jing-huo, WANG Xing-dong, SUN Jun

(Institute of Image Communication and Information Processing, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

**Abstract** In order to improve the digital program production efficiency and achieve materials sharing, it is necessary to study networked HDTV NLE technologies including network flow control. This paper introduces a decoding scheme for a flow controllable networked high-definition non-linear editing. By taking advantage of resolution scalability and by means of progressive loading, the decoder can fetch the original video data in different transfer rate which is corresponding to the resolution levels included. Implementation and experiments on Mac OS X show that the method can effectively decrease the network traffic, and achieve favorable representation at client.

**Keywords** JPEG2000, resolution scalable, QuickTime architecture

## 1 引言

随着广播电视与 IT 技术的日益融合,非线性编辑成为影视节目制作的主要手段;为了提高影视节目的编辑生产效率和达到共享素材的目的,非线性编辑系统往往被组成网络进行使用。目前,面向高清节目制作的网络化编辑是发展的必然。传统非线性编辑网络的流量控制方案中,一般采用的技术是,先于服务器(server)端存放高低码率版本的素材,然后在高速网和低速网上分别传输(双网结构);这种方案具有级别少、自适应性较差和因分多个文件而素材管理困难等缺点。

与传统标清领域的“双网结构”相比<sup>[1]</sup>,高清节目制作网需要解决以下几个关键问题:

(1)采用高效的编码压缩方法,图像质量好,最好能支持无损压缩,且压缩的格式要易于编辑;

(2)素材的保存应只是一个文件,以达到节约存储空间、易于管理、从根本上解决因文件同步带来的一系列问题;

(3)在网络上进行“粗编”时,所预览的图像质量能对网络带宽有某种自适应性,且能够在远端以多种级别质量进行预览,以便能以较低的成本构建网络。

基于以上考虑,笔者在所设计的“网络化高清影视节目制作播出系统”中采用 JPEG2000 作为基

基金项目:上海市科委基金项目(03DZ15022)

收稿日期:2006-06-03;改回日期:2006-08-12

第一作者简介:俞怡炜(1981~),男,2004年毕业于上海交通大学获电子信息工程学士学位,现为上海交通大学图像通信研究所硕士研究生。主要研究方向为高清晰度数字电视技术。E-mail:quanben@sjtu.edu.cn

本压缩手段<sup>[2]</sup>。其原因如下<sup>[3]</sup>:

(1) JPEG2000 是一个国际标准化了的小波图像编码方法;

(2) 非线性编辑需要用帧内压缩保存素材,由于 JPEG2000 综合了小波变换(wavelet transform)、基于优化截断的嵌入式块编码(embedded block coding with optimized, EBCOT)和基于上下文的算术编码(MQ 编码)的技术优势,相对基于离散余弦变换(discrete cosine transform)的压缩标准,其帧内压缩效率更高,因此压缩后的图像显得更加细腻平滑;

(3) 支持无损和有损两种压缩模式。

(4) JPEG2000 的多种可分级属性,便于实现“一次采集,分级使用”;

(5) 高清晰度电视和数字电影的制作方法有很多相通之处,而 JPEG2000 已被好莱坞确定为标准数字电影发行的压缩方法。

本文主要基于图像分辨率优先的 JPEG2000 帧内编码,定义了一种视频压缩数据排放格式和 J2M 文件格式,并利用 JPEG2000 的可分级性,提出并实现了一种在 QuickTime 架构中有效控制网络流量的解码方法。

## 2 网络化对流量控制的需求

在网络化非线性编辑应用中,通常需要从服务器端按照一定的质量级别智能地提取所需的码流,而在客户(client)端进行预览和“粗编”,该质量级别可以由用户自行设定,也可以通过网络侦测软件模块来对当前的网络流量进行监测或预测,然后自动设定。

网络化非线性编辑的特点是在局域网中以文件共享的方式提取视频素材,例如采用 Windows 下的 Samba 共享协议或 Mac OS X 下的 AFP(apple file protocol)共享协议。这样做可以免去另行搭建大吞吐量、高度可控的流媒体服务器,而只需要借助系统本身提供的通用共享协议即可。这样网络流量可控的目标都落在客户端的文件读取的策略上。

在传统的基于内存缓冲的软件编解码模块(Codec)中,解码工作是通过将内存中的压缩数据传入解码算法模块,先经过计算处理,再将无压缩图像数据传出的方法来实现。压缩数据的大小是由编码器给出,亦即解码需要先验的尺寸信息。于是存储在本地或远端硬盘上的视频媒体数据必须每次以

指定的大小读入解码器的输入缓存中。

然而对于 JPEG2000 这样一种具有可分级解码特点的图像格式<sup>[4]</sup>,实际解码需要的数据会根据解码的要求做出调整。例如,对于分辨率优先排放(如 LRCP 顺序,即层—分辨率—分量—区域的顺序)的  $2m \times 2n$  大小 JPEG2000 图像,如果只需要解码它的一个  $m \times n$  亚分辨率的版本,则往往只需要不到原始数据 1/2 的码流即可完成解码,但由于具体数据提取的工作是由解码器决定的,这样实际压缩数据的尺寸直到解码的最后一刻才能被确定,因此,只要能保证客户端的解码器可随意读取服务器端上文件的指定位置,则除去网络控制信息外,实际传送的数据量就能随解码要求的降低而下降。

但如果采用传统的 Codec 方式,在客户端提取存储在远端服务器上的原始尺寸(如  $2m \times 2n$ )的媒体素材时,则无论其指定的分辨率是多少(如  $m \times n, m/2 \times n/2$ ),所需要的数据量有多大,其由于最后实际在网络上传输的数据总是完整的,从而无法实现根据需求来动态调整网络流量。

因此,面向特定操作系统和非线性编辑平台的针对 JPEG2000 可分级性的客户端实现技术是实现此种意义上的网络流量控制的关键。

## 3 针对 JPEG2000 的可分级性的客户端实现技术

由于苹果公司的 Mac OS X 平台在我国数字节目制作领域的应用日益广泛,相应的研究开展得还比较少,故本文描述的解码过程选择 Mac OS X 作为实现平台。Mac OS X 是类 Unix 图形化操作系统,它不仅运行稳定高效,而且图形图像处理能力强。QuickTime 是该平台上的开放的媒体处理架构,因为在该系统下的非线性编辑应用方案需要借助它才能得以实现。QuickTime 提供的 Image Codec 组件接口类似于上述的传统软件 Codec 模式,由于这样无法满足需要,因此必须改用 QuickTime 架构下一个更为底层的接口——Media Handler(MH)。

### 3.1 Media Handler 的简介

QuickTime Media Handler 是被 QuickTime 核心引擎直接调用,并能全面处理媒体对象的编程接口<sup>[5]</sup>。

核心引擎在初始化 Media Handler 时先向它传递有关视频数据的句柄,随后在一个工作线程中执

行播放循环,这个循环适时地调用 Media Handler 的 Idle 函数。而核心引擎在调用其 Idle 函数时,则会将媒体时间作为参数传入,于是通过调用 QuickTime API 函数 GetMediaSample 就可以直接访问需要的数据。随后在 Idle 中需要完成对数据的解码和最终的显示。可见 Media Handler 是一个工作权限比较高的插件。因此播放架构可将包括解码在内的多数媒体处理的工作都交给 MH (Media Handler) 完成。Media Handler 的工作原理见图 1。

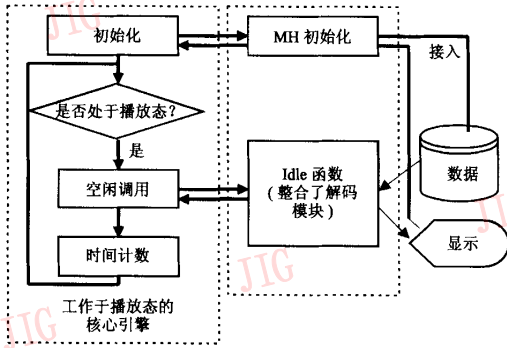


图 1 Media Handler 原理图

Fig. 1 Principle of Media Handler

### 3.2 实现

可见,Media Handler 的最主要工作是进行初始配置,其完成指定媒体时间的回放操作分别由 Initialize 和 Idle 完成。在 Initialize 中除了配置媒体一般信息以外,还需要接受由用户设定或网络检测器指定的分辨率级(本文称为 reduce 等级)。reduce 等级是一个整数,0 代表原始分辨率, $n$  代表原始分辨率的  $2^n$  倍亚采样。

在进入 Idle 函数后,首先根据系统指定的媒体时间信息调用 GetMediaSampleReference 来获取数据的偏移量,同时根据偏移量和在初始化过程中收集的信息创建回调状态,并分配必要的解码缓冲;然后启动解码模块进行解码配置,包括设置指定的分辨率级,最后通过启动渐进的解码循环。在 JPEG2000 解码模块的解码循环中,一旦需要更新数据,则嵌在解码模块中的数据收集器会启动回调函数,并传入回调状态,而回调函数则根据状态信息准备指定量的数据馈送给解码器(图 2)。

回调函数的概貌(以类 ADA 语言伪代码给出)为:

```
function LoadProc(
```

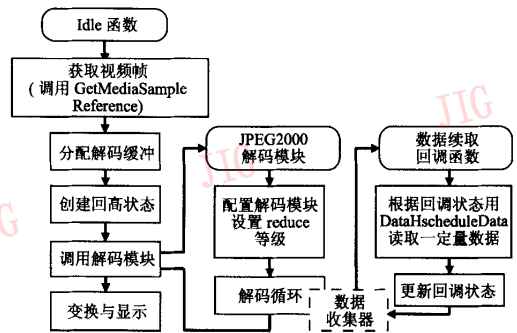


图 2 流量控制解码实现图

Fig. 2 Implementation of flow controllable decoding

```
var ahead_ptr; BytePtr;
var size; Long;
var load_state; LoadState) returns Boolean is
begin
    / load_state 包含状态信息和文件操作引擎 data_handler
    if load_state.loaded then
        // 表明是第 1 次读取数据
        load_state.data_handler.
            Seek(
                load_state.initOffset);
        // 转移到指定的起始地址
        load_state.bLoaded = true;
    end if;
    if size > load_state.rest then
        size = load_state.rest;
        // 调整读取字节数
    end if;
    load_state.data_handler.
        ReadData(ahead_ptr, size
            );
    // 读取数据到解码缓冲,其间会
    // 间接调用 QuickTime API 函数
    // DataHScheduleData
    ahead_ptr = ahead_ptr + size;
    // 解码缓冲指针前移
    load_state.rest =
        load_state.rest - size;
    // 刷新剩余数据字节数
    return true;
end LoadProc;
```

### 3.3 结果与比较

上述插件能稳定地工作在 QuickTime 播放架构下。同时可通过用户界面选择分辨率级,播放界面

伸缩到对应尺寸并显示对应分辨率的视频(图 3)。

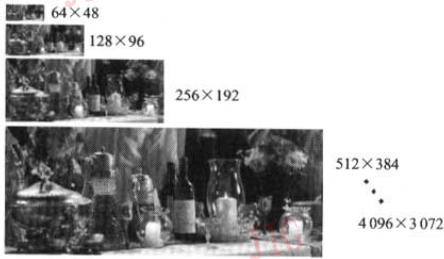


图 3 不同 reduce 等级的视频示意图

Fig. 3 Frames decoded at different reduce levels

实验显示的各分辨率级别的图像是原始图像去掉细节(高频分量)后的版本,图像质量比较理想。

为了测试这个方案网络流量控制的效果,在两个平台上和原始数据进行了对比测试。

应用平台:QuickTime Player for Native Mac OS X;

(1) 采用 Image Codec 方法(全部读取):网络流量均为 120MBytes 左右,变化不大。

(2) 采用 Media Handler 方法(可分级地渐进读取)进行测试,测试结果见图 4 和表 1。

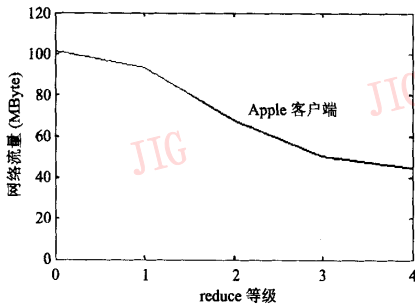


图 4 远程解码时网络流量对 reduce 等级关系图

Fig.4 Relationship of network traffic to reduce level on frame decoding from remote source

表 1 不同 reduce 等级下的网络流量

Tab.1 Network traffic at different reduce level

reduce 等级	客户端图像分辨率	起始读数 (MByte)	结束读数 (MByte)	网络流量 (MByte)
0	1920 × 1080	241.951	342.191	101.240
1	960 × 540	343.382	436.520	93.138
2	480 × 270	437.600	505.217	67.617
3	240 × 136	506.077	556.559	50.482
4	120 × 68	556.620	600.454	44.834

在网络文件共享的视频播放中,网络上除了传送视频数据本身外,不仅要计入附加的包头和标准信息,而且 QuickTime 的预读机制和保护机制也需要读取更多的数据;因此网络流量的减少并不与 JPEG2000 降级解码的数据需求减少完全对应,但可以看出网络流量随 reduce 等级的增加呈下降的趋势。

## 4 结 论

本文描述了一种流量可控的 JPEG2000 网络解码方法,并在 Mac OS X 平台的 QuickTime 架构下予以实现。它能够运行于所有兼容标准 QuickTime 的应用,如用于 QuickTime Player 播放和 Final Cut Pro 的预览和渲染。通过建立包括 Media Handler 在内的 QuickTime 完整的插件包,它还能够支持一个可扩展的基于 JPEG2000 的非线性编辑网络解决方案。实验表明了 JPEG2000 除了具有优秀的压缩性能,它的分级解码在网络化高清非线性编辑领域也具有广阔的应用前景。

### 参考文献 (References)

- Dayang Technology Development Inc. A system and method of applying dual-rate video stream for TV programs production [P]. CN Patent: CN01131290.4, 2003-03-19. [ 中 科 大 洋 . 一 种 使 用 双 码 率 视 频 流 制 作 电 视 节 目 的 系 统 和 方 法 [ P ]. 中 国 专 利 : CN01131290.4, 2003-03-19. ]
- Shanghai HDIC. Galaxy Whitepaper [ EB/OL ]. <http://www.shpvt.com/files/Galaxy%20WhitePaper.pdf> [ 上 海 高 清 公 司 . Galaxy 系 统 白 皮 书 [ EB/OL ]. <http://www.shpvt.com/files/Galaxy%20WhitePaper.pdf> ]
- Taubman D S, Marcellin M W. JPEG2000 image compression fundamentals, standards and practice [ M ]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2004. [ Taubman D S, Marcellin M W. JPEG2000 图 像 压 缩 基 础、标 准 与 实 现 [ M ]. 北 京 : 电 子 工 业 出 版 社 , 2004. ]
- Marcellin M W, Bilgin A. JPEG2000: highly scalable image compression [ A ]. In: International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'01) [ C ], Las Vegas, NA, USA, 2001: 0268.
- Apple Computer, Inc. QuickTime component creation guide [ EB/OL ]. <http://developer.apple.com/documentation/QuickTime/>