

同步多视角码流的视角可分级传输

许冠宇 周军

(上海交通大学电子工程系图像通信与信息处理研究所, 上海 200240)

(上海交通大学上海市数字媒体处理与传输重点实验室, 上海 200240)

摘要 网络立体电视系统不仅需要高的压缩效率,也需要能够视角可分级,这样才能够适应各种各样的终端和不同的网络环境。视角可分级既包括视角可分级编码,也包括视角可分级传输。视角可分级传输中不可避免地存在码流整形和视角同步的问题。提出了一套同步多视角可分级传输方案,将多视角码流分为3类,即主视,第二视角和其他所有视角。3类流分别通过独立的组播流进行传输,结合本文设计的码流整形和视角同步控制机制,能够有效地实现视角可分级传输,对各类多视终端都有良好的兼容性,实现传输带宽与终端类型的自适应。

关键词 立体电视 多视角 可分级 组播

中图法分类号: TP301.6 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2009)10-2141-04

View Scalable Transmission of Synchronizing Multi-view Video

XU Guan-yu, ZHOU Jun

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

(Shanghai Key Laboratory of Digital Media Processing and Transmissions, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

Abstract Stereoscopic Television system demands view scalability as well as high compression rates, which enables the video to be applicable to various terminals. To achieve view scalability, firstly, it is necessary to achieve view scalability for the encoding part. Then, a view scalable transmission scheme is needed. In this paper, based on a scalable encoding scheme, the author proposed a scalable multi-view video transmission scheme that perfectly realizes the concept of view scalability by remarkably reducing bandwidth consumption while being applicable to various terminals. All views are divided into three groups in the proposed scheme: base view, second view and other view. Streams from those three types of views are transported with separate multicast groups. Also, a stream shaping and synchronizing scheme is proposed to tackle with the network problems that arise in the implementation of view scalability.

Keywords stereoscopic television, multi-view, scalable, multicast

1 引言

立体视频以及自由视点视频是下一代广播电视中全新的多媒体应用。网络立体视频传输必须依赖有效的视间码率分配策略以及自适应传输策略从而在不同的网络条件限制下都能够最大程度上提高立

体显示效果。

多视角视频系统带来很多新的问题。首先就是庞大的数据量,例如对于 N 个视角的多视角码流,如果不做特殊压缩的话码率就是普通平面视频的 N 倍,更多的视角会带来更高的码率,所以能够有效降低多视角码流总码率的编码方案是至关重要的。多视角视讯影像压缩系统(MVC)是目前正在发展中

基金项目:国家高技术研究发展计划(863)项目(2008AA01A319)

收稿日期:2009-06-12; 改回日期:2009-07-13

第一作者简介:许冠宇(1985~),男。现为上海交通大学电子工程系图像通信与信息处理研究所硕士研究生。主要研究方向为立体视频编解码及网络流媒体传输。E-mail: xgysjtu@gmail.com

的一种多视角编码标准。此外,视角可分级也很重要,这使得终端可以根据自身特性只接收需要的视角码流从而降低解码器负担及网络带宽占用量。比如左右视终端就只需要接收两个视角码流,如果将所有视角码流不加区分地发送给此类终端,一方面对网络带宽造成了极大的浪费,甚至由于网络带宽有限而无法提供服务。另一方面也给解码器带来巨大的冗余数据,加重了解码器负担。

2 多视角码流传输

多视角视频压缩和传输主要有两种基本方案,一种是基于时间和空间的编码方式,即同时利用一个视角内部的时间相关性和同一时间不同视角之间的空间相关性进行压缩。另一种是只利用时间相关性,将各个视角码流独立压缩^[1]。

由于视角间的空间相关性比较强,所以第 1 种方案可以带来更高的压缩效率,比如 MVC。但这同时也增加了多视角码流间的耦合性。这种交叉压缩编码架构不具有视角可分级性能,这就会带来诸多终端兼容性和网络带宽浪费的问题,而且某个视角码流的缺失会造成整个码流无法解码。

第 2 种方案,也称作联播方法,即各个视角进行独立编码和传输。这种方法本质上相当于平面视的多个节目,区别在于需要特别考虑多视角同时播放时的同步控制。这种方法当然是视角可分级的,虽然放弃了空间相关性带来的压缩效率,但在实验环境有足够的带宽支持下是可行的,很多研究者倾向于采用第 2 种方案^[2-3]。

Montreux、Lim 以及 Shimizu 等人对视角可分级进行了定义^[4-6],视角可分级首先是编码的视角可分级,然后是传输和解码的视角可分级。本文所述视角可分级的定义如下。

(1) 视角可分级编码:将多视角码流分为 3 类:主视角码流(Main View);第 2 个视角码流(Second View);其他所有视角码流(Other View);在 MVC 编码方案基础上对不同类别视角的视间参考结构进行修正,即主视角码流只采用视内参考,不采用视间参考,Second View 采用视内参考和与 Main View 的视间参考,Other View 可以自由采用视内参考和与任何 View 的视间参考。

(2) 视角可分级传输:立体视频系统传输需要对异构终端有良好的兼容性,并同时避免不必要的

网络带宽占用量。不同类型的显示设备需要不同视角数目的码流,普通平面显示设备只需要一个视角码流,双目设备需要两个视角,自由视角设备需要更多的视角码流。在视角可分级编码的基础上将 3 类码流进行分级独立传输,从而不同类型终端只需要接收响应类型码流。

3 同步多视角码流的视角可分级传输

3.1 视角可分级传输

在多视角码流可分级编码的基础上为实现可分级传输,还需要进行码流分离,即在修正的 MVC 多视角压缩码流的基础上根据视角类型不同进行分离,采用成熟的实时传输流协议(RTP)进行封装后,3 类码流通过独立的组播网发送(图 1)。终端根据自身特点选择加入某个或多个组播网,将接收到的码流恢复为多视角压缩码流。从而在满足不同终端要求的前提下尽可能地节约了网络带宽,也降低了解码器负担。

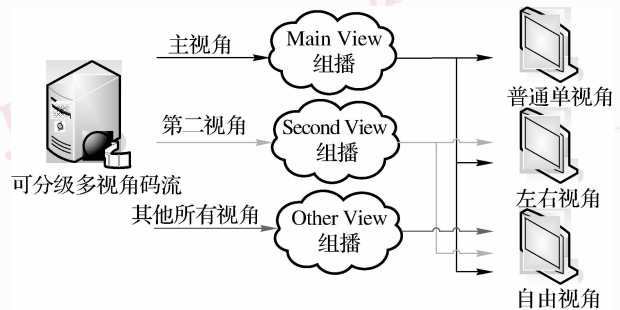


图 1 多视角码流可分级传输

Fig. 1 Scalable transmission of multi-view streams

3.2 码流整形与同步控制

多视角码流中不同视角的数据包是按照视角不同周期性循环出现的,将这个周期称为视角循环周期。如果传输时只简单地按原多视角码流码率和数据顺序,根据所包含视角信息不同立即发送到相应的组播网,那么对于只需要接收一小部分视角的终端,由于该终端所关心的码流仅占到多视码流中的一小部分,接收码率也会出现周期性的明显跳变,或称为码率方块效应,造成巨大的网络抖动,这就要求接收终端需要有较高的抗码率拉动性能,否则就很可能造成解码器缓冲上下溢。

针对这一问题,在多视角码流视角可分级传输的基础上,对各类视角视频码流进行平滑重整,按照各自平均码率独立传输,这样可以从根本上有效改

善突发效应,提高多视角视频码流传输质量,从而为解码器提供稳定的输入。

此外,多视角码流只有同步接收、解码并播放,才能产生良好的立体效果。但由于包交换网络的复杂性、时延差异存在的客观性,以及不同的阻塞状况而产生的时延、抖动和丢包,很难保证多视角码流的同步接收,特别是经过码流整形后的多视角可分级传输中,原始码流顺序已经被打乱,需要使用一套同步控制机制,包括应用 RTP 协议的同步机制,来处理各类视角码流的同步问题,并恢复发送前原始码流顺序。

码流整形及同步控制策略流程如下:

- (1)对编码器生成的多视角复用码流进行解析,根据视角类型不同,将三类码流分离后分别缓冲到为各类视角码流独立设置的缓冲队列;
- (2)为每类视角码流开辟独立的实时传输流并进行扩展标记。要求一个 RTP 包中只包含一类视角的数据;
- (3)将各类码流按照其平均码率采用异步同时方式发送到各自组播网;
- (4)接收终端通过加入特定组播网的方式选择性接收各类视角码流并进行缓冲;
- (5)根据 RTP 头部扩展信息对缓冲数据包进行排序,恢复原始多视角码流顺序后输出到解码器。

RTP 头部扩展标记如图 2 所示,主视角参考编号(Main_SEQ)作为同步控制标签,指该 RTP 数据包之前最后一个属于主视角码流的 RTP 数据包的序列号(Sequence number)。

V	P	X	CC	M	PT	Sequence number																									
Timestamp																															
SSRC																															
CSRC																															
VIEW_ID	0					Main_SEQ																									
Payload																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1

图 2 RTP 头扩展

Fig. 2 RTP header extension

采用异步发送模式是指在一个视角循环周期内将主视角码流提前开始发送,以获得其他视角码流与主视角码流的参考信息。主视角码流发送完毕后记录最后一个 RTP 包序号作为主视角参考编号(Main_SEQ),供该视角循环周期内其他视角码流做同步标签。

排序方法如图 3 所示,对接收到的 RTP 数据包根据主视角参考编号(Main_SEQ)、视角编号

(View_ID)、RTP 包序列号(Sequence Number)依次排序 3 次恢复出原始码流顺序。

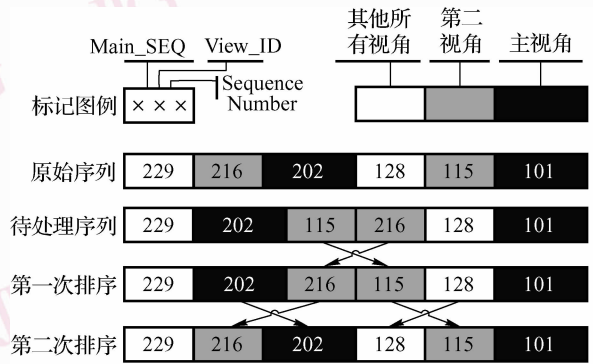


图 3 终端多视角码流重排序

Fig. 3 Multi-view Sorting at the terminal

4 测试结果分析

4.1 视角可分级测试

测试在一个独立的 100M 带宽 IPv6 局域网中进行,不同类型的终端选择加入一个或多个视角组播流,3 类终端能够同时正常播放同一个节目流。图 4 显示了终端接收码流的码率情况。统计分析结果如表 1 所示。

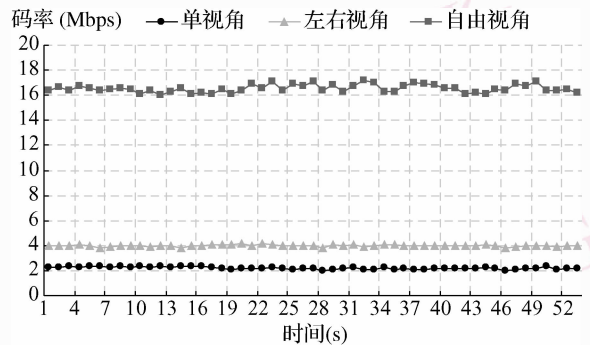


图 4 终端接收码流

Fig. 4 Received streams at the terminal

表 1 码率统计分析

Tab. 1 Bit rate analyzing statics

终端类型	平面视角	左右视角	自由视角
Main View 组播	加入	加入	加入
Second View 组播	—	加入	加入
Other Views 组播	—	—	加入
平均码率(Mbps) A	2.199 1	3.946 7	16.553 1
最高码率(Mbps) B	2.389 6	4.285 6	17.239 2
最低码率(Mbps) C	2.018 1	3.813 2	16.014 3
抖动幅度 V(%)	8.66	8.59	4.14

注: V = MAX(B-A, A-C) / A

单视角终端接收平均码率为 2.199 1 Mbps。左右视终端接收平均码率为 3.946 7 Mbps。自由视角终端接收平均码率为 16.553 1 Mbps。

对带宽占用检测结果表明,视角可分级传输有效改善了网络带宽占用情况。系统很好地实现了视角可分级传输,并根据终端异构性有效地节约了网络带宽。

4.2 码流整形测试

以单视角终端为例,图 5 显示了经过本文所述码流整形后的接收码流状况,平均码率为 2.199 1 Mbps,码率基本稳定在平均码率附近,最高值为 2.272 1 Mbps,最低为 1.882 3 Mbps,抖动最大为 14.4%。图 6 显示了不进行码流整形直接发送

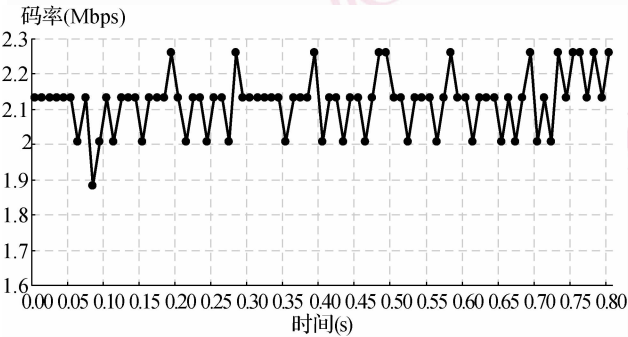


图 5 进行码流整形情况下的码流

Fig. 5 Steam after reshaping

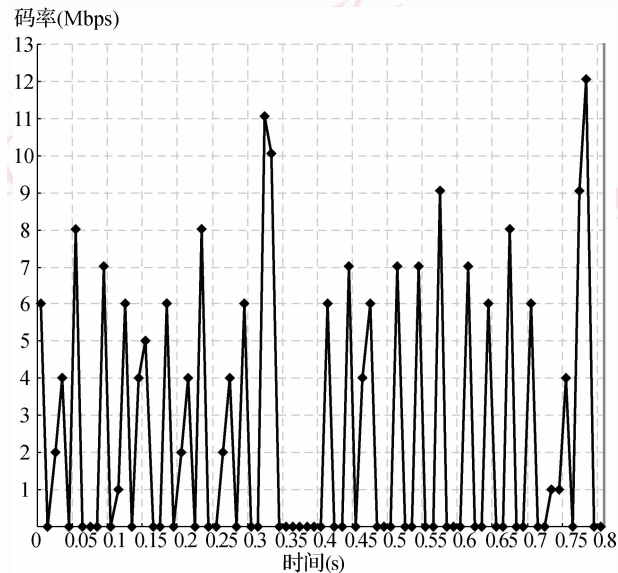


图 6 不进行码流整形情况下的码流

Fig. 6 Steam without reshaping

情况下接收码流情况,平均码流为 2.325 7 Mbps,最高值为 12.138 1 Mbps,最低为 0.0 Mbps,抖动最大为 421.91%。可见两种情况下平均码率和接近,但码率抖动情况图 5 较图 6 有大幅改善。码流整形处理大幅改善了码率抖动情况,为解码器提供了理想的稳定的输入码流。

5 结 论

提出了一种同步多视角可分级传输方案,多视角码流被分为 3 类,即主视,第二视角和其他所有视角。经过测试分析证明,3 类流通过独立的组播流进行传输,结合本文设计的码流整形和视角同步控制机制,对各类多视终端都有良好的兼容性,实现传输带宽与终端类型的自适应,有效地实现了同步多视角可分级传输。

参考文献 (References)

- 1 Wojciech M, Hanspeter P. 3D TV: A scalable system for real-time acquisition, transmission and autostereoscopic display of dynamic scenes [J]. ACM Transactions on Graphics, 2004, 24 (3): 814-824.
- 2 Gagnon G, Subramaniam S, Vincent A. 3-D MPEG-2 video transmission over broadband network and broadcast channels [A]. In: Proceedings of SPIE Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VIII [C], San Jose, CA, USA, 2001, 4297:290-298.
- 3 Jongryool Kim, Jong Won Kim. Real-time synchronous multi-view video transport system over IP networks [J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2008, 54(2):460-467.
- 4 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11. Requirements on Multi-view Video Coding v. 6 [R]. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, Doc. N8064, Apr. 2006.
- 5 Lim J, Ngan K, Yang W, et al. A multiview sequence codec with view scalability [J]. Signal Process: Image Communication, 2004, 19(3): 239-256.
- 6 Shinya S, Masaki K, Hideaki K, et al. View scalable multiview video coding using 3-D warping with depth map [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2007, 17 (11): 1485-1494.