

视频编码标准的发展和研究

郑君君, 刘连芳

(广西大学 计算机与电子信息学院, 广西 南宁 530004)

摘要:数字视频编码技术是数字信息传输、存储、播放等环节的前提和基础,数字视频编码标准是信息领域的基础性标准,成为近20年来整个数字视频领域国际竞争的热点。概述了国际国内视频编码标准发展的过程,侧重介绍了中国制定的具有自主知识产权的视频标准 AVS(Audio Video coding Standard)标准。

关键词: MPEG-X; H.26X; AVS

中图分类号: TN919.81

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)05-0076-03

Overview of Video Coding Standard

ZHENG Jun-jun, LIU Lian-fang

(Sch. of Computer and Electronics Info., Guangxi Univ., Nanning 530004, China)

Abstract: Digital video coding technology is the precondition and foundation of transmission, storage and playing of digital information. Video coding standard is one of the most important parts in the communication field, and it becomes the focus of international competition. The paper summarized the most of video coding technologies and standards, furthermore, have a detailed presentation of Chinese standard of our own: AVS(Audio Video coding Standard).

Key words: MPEG-X; H.26X; AVS

0 引言

20世纪90年代以来,强大而廉价的处理器、快速的网络访问以及对视频的大量研究,推动了视频编码技术的发展。国际电信联盟(ITU)和国际标准化组织(ISO)相应制定了一系列视频编码标准。视频标准发展的过程如图1所示,其中, H. 261^[1], MPEG-1^[2], MPEG-2^[3], H. 263^[4]属于第一代编码标准,压缩能力为50~75倍;MPEG-4^[5]、H. 264^[6]属于第二代编码标准,压缩效率可达100~150倍。第二代编码技术将使国际数字视频产业格局重新“洗牌”,技术变革带给中国数字视频产业超越欧美框架的重要的历史机遇。在这种环境下,我们国家制定了具有自主知识产权的

AVS标准。文中将分别对国际国内标准的技术特征和性能进行分析,并详细介绍 AVS中采用的视频编码新技术。

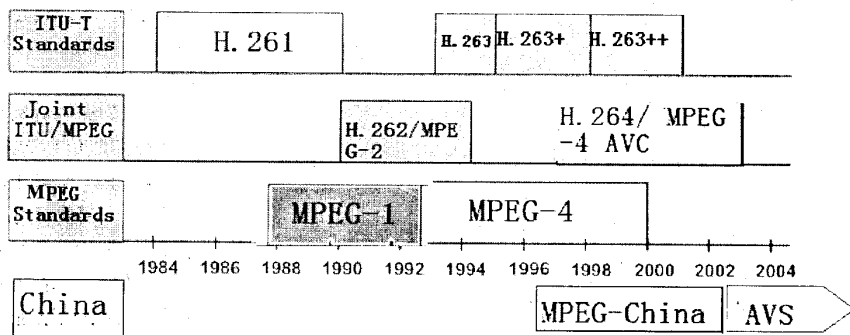


图1 视频标准发展历程

1 视频编码的国际标准

国际上视频编码标准主要有两大系列:国际电联制定的 H. 26X 系列标准;国际标准化组织和国际电工委员会第一联合技术组(ISO/IEC JTC1)制定的 MPEG-X 系列标准。

1.1 H.26X 系列标准

1.1.1 H. 261

H. 261 是 ITU-T 第 15 研究组于 1984~1989 年

收稿日期:2006-08-07

作者简介:郑君君(1981-),女,河南济源人,硕士研究生,研究方向为多媒体技术与应用;刘连芳,研究员,研究方向为多媒体技术、数据库技术。

制定的针对可视电话和视频会议等业务的视频编码标准,目的是在窄带 ISDN 上实现速率 $P \times 64$ kbps 的双向声像业务,其中 $P=1 \sim 30$ 。H.261 只支持两种图像格式: CIF(352×288 像素)和 QCIF(176×144 像素)。

H.261 标准是视频编码的一个里程碑,是第一个被广泛应用的成功标准。从此,ITU-T、ISO 和 AVS 工作组等公布的一系列视频编码标准的编码方法都是基于 H.261 中的混合编码方法和编码结构。H.261 中主要采取了 16×16 微块的运动补偿、 8×8 DCT、标量量化、Z-Z 扫描、游程编码和变长编码的编码结构。

H.261 是在硬件和软件处理器性能有限的时候被发展起来的,因此有低复杂度的特点。然而,它的缺点是低压缩比性能和缺乏灵活性。

1.1.2 H.263

H.263 标准是 ITU-T 于 1995 年针对低比特率视频应用制定的,目标是在许多方面上通过视频编码算法和处理性能的提高,从而比 H.261 较大地提高编码性能。H.263 支持图像的格式有: SubQCIF(128×96 像素)、QCIF、CIF、4CIF(704×576 像素)和 16CIF(1408×1152 像素)。

H.263 的性能比 H.261 高,其主要因素是 H.263 使用了半像素运动矢量和重新设计的可变长编码(VLC)表。此外,更多的帧大小和可选的编码模式给应用提供了更大的灵活性。

目前,H.263 已经取代 H.261,作为视频会议编解码的主宰。

1.1.3 H.264

H.264 标准是由 ITU-T 的视频编码专家组 VCEG 和 ISO/IEC 的活动图像专家组 MPEG 共同成立的联合视频小组 JVT 于 2003 年 3 月公布的。H.264 的目标是为视频编码应用提供下一代的解决方案,提供显著增强的编码效率,同时减少 H.263 中一些混乱的可选模式。

H.264 的主要技术特征有: 4×4 块的整数变换、多参考帧预测、多模式高精度帧间预测、多种帧内预测模式和统一的熵编码等。

H.264 有更高的压缩比和更好的信道适应性,它将会在视频通信领域得到广泛的应用。但是 H.264 优越性能的代价是计算复杂度的大大增加。

1.2 MPEG-X 系列标准

1.2.1 MPEG-1

MPEG-1 是由 ISO 和 IEC 的共同委员会中的活动图像专家组 MPEG(Moving Picture Experts Group)为速率 1.5Mbps 的数字声像信息的存储而制定的。它通常用于能够提供家用录像质量(VHS)视频节目的

光盘存储系统,图像采用 CIF 格式。

MPEG-1 继承了 H.261 标准的技术结构,也添加了新的技术特征:双向预测、半像素运动、片结构编码和加权矩阵量化等。

MPEG-1 解决了多媒体信息的数字存储问题,并形成了一个制作各种影像的 VCD 产业。

1.2.2 MPEG-2

MPEG-2 是由活动图像专家组和 ITU-T 的第 15 研究组于 1994 年共同制定的。MPEG-2 标准是一个通用的标准,它解决了 MPEG-1 不能满足的多媒体技术、数字电视技术对分辨率和传输率等方面的技术要求上的缺陷,能在很宽范围内对不同分辨率和不同输出比特率的图像信号有效地进行编码。其支持的图像分辨率有低(352×288)、中(720×576)、次高(1440×1152)和高(1920×1152)4 种级别。对于每一个级别,MPEG-2 又分为 5 个档次(Profile)。

MPEG-2 几乎是 MPEG-1 的扩展,MPEG-2 增加的新的技术特征有:支持隔行扫描视频的编码、对电视质量视频的有效编码、增加 DC 量化精度、可扩展性(空间域可扩展性、SNR 可扩展性、数据分割)等。

MPEG-2 标准广泛应用于高清晰电视(HDTV)和 DVD,是工业标准 DVD 的核心标准。

1.2.3 MPEG-4

活动图像专家组于 1999 年 2 月正式公布了 MPEG-4 V1.0 版本。MPEG-4 标准的目的是从 3 个方面拓展早期标准的能力:支持低比特率的应用、支持基于对象的编码和支持基于工具箱的编码。

MPEG-4 采用第二代编码方法,它不同于以往的 MPEG-1 和 H.261 等基于像素的第一代编码方法的标准。MPEG-4 编码的基本单元是视频对象(VO),主要采用形状编码、纹理编码、运动信息编码和 Sprite 编码方法。

MPEG-4 在基于网络的视频的应用领域取得了广泛的应用,然而,目前大量的应用只使用了简单对象类型,标准中的基于内容特点的编码受到了限制。

2 视频编码的中国标准:AVS 标准

AVS 标准是我们国家于 2002 年开始制定的国家标准。标准中涉及视频编码的有独立的两部分:AVS1-P2,主要针对高清晰数字电视广播和高密度存储媒体应用;AVS1-P7,主要针对低码率、低复杂度、较低图像分辨率的移动媒体应用。

AVS 视频标准的特色是在统一编码框架下,针对不同的应用制定不同的标准,尽可能较少技术的冗余,从而降低产品的设计成本。AVS 第二、第七部分的性

能分别与 MPEG-4 AVC/H.264 主档次和基准档次的性能相当,但是 AVS 在计算复杂度、存储器和占用带宽资源上都明显低于 MPEG-4 AVC/H.264 相应档次。

AVS 工作组于 2006 年 3 月正式公布了 AVS 第二部分的标准,第七部分的标准于 2006 年 4 月通过审定,现处于信产部待批阶段。

下面只介绍 AVS1-P2 部分的标准。

AVS1-P2^[7,8]采用混合编码的方法,它的系统结构如图 2 所示。码流结构语法层次从高到低依次为:序列、图像、条带、宏块、块。图像类型有 I,P,B 三种。宏块有帧内预测和帧间预测两大类。块是帧内预测补偿、帧间预测补偿和变换编码的单元,块大小为 8×8 像素。目前,AVS1-P2 定义为基准档次,有 4 个级别。AVS1-P2 中具有特征性的核心技术包括:8×8 整数变换量化、帧内预测、特殊的帧间预测运动补偿、1/4 精度像素插值、二维熵编码等。

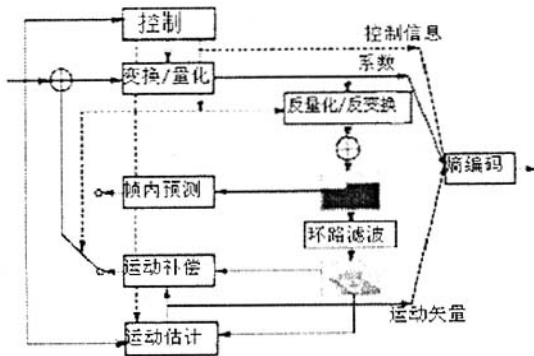


图 2 AVS1-P2 系统结构

1) 8×8 整数变换量化。

AVS1-P2 采用 8×8 整数变换,编码端进行变换归一化,量化与变化归一化相结合,通过乘法、移位实现。8×8 变换与量化可以在 16 位处理器上无失配地实现,从而克服了 MPEG-4 AVC/H.264 之前所有视频编码标准中采用的 8×8 DCT 变换存在失配的固有问題。

2) 帧内预测。

AVS1-P2 的帧内预测用相邻块的像素预测当前块,采用代表空间域纹理方向的多种预测模式。预测模块以 8×8 块为单位,亮度块和色度块分别采用 5 种和 4 种预测模式,而这 4 种模式中又有 3 种和亮度块的预测模式相同。MPEG-4 AVC/H.264 基于 4×4 块,9 种亮度预测模式,4 种色度预测模式。实验表明,AVS 采用 5 种模式仅比 MPEG-4 AVC/H.264 采用 9 种模式损失 0.05dB 的 PSNR。

3) 变换大小运动补偿。

AVS1-P2 标准采用了 16×16,16×8,8×16 和 8×8 的块模式进行运动补偿,去除了 MPEG-4 AVC/H.264 标准中的 8×4,4×8,4×4 的块模式,目的是能更好地刻画物体运动,提高运动搜索的准确性。B 帧宏块直接编码模式,当前块的前、后向运动矢量都是由后向参考图像相应位置块的运动矢量导出,无需传输运动矢量,因此可以节省运动矢量的编码开销。

4) 1/4 像素运动补偿。

AVS1-P2 和 MPEG-4 AVC/H.264 都采用了 1/4 像素精度的运动补偿技术。MPEG-4 AVC/H.264 采用 6 抽头滤波器进行半像素插值并采用双线性滤波器进行 1/4 像素插值。AVS 采用了 4 抽头滤波器进行半像素插值和 1/4 像素插值,在不降低性能的情况下减少插值所需要的参考像素点,减小了数据存取带宽需求,此插值方法在高清序列上略有增益。

5) 熵编码。

在 AVS 熵编码过程中,所有的语法元素和残差数据都是以指数哥伦布码的形式映射成二进制比特流。采用指数哥伦布码的优势在于:一方面,它的硬件复杂度比较低,可以根据闭合公式解析码字,无需查表;另一方面,它可以根据编码元素的概率分布灵活地确定以 k 阶指数哥伦布码编码,如果 k 选得恰当,则编码效率可以逼近信息熵。

3 结束语

视频编码技术是视频产业的关键技术。文中分析了视频编码技术标准的历史和现状,从中发现:(1)目前的编码标准大多采用基于块的编码实现(包括我国的 AVS 标准)。MPEG-4 的基于视频对象的编码目前只使用了简单对象的类型,还有一系列的问题亟待解决(如前景和背景的分割)。(2)对于我国的 AVS 标准,它适合于我国视频产业的广泛应用。但是目前 AVS 的应用还处于试验阶段,它亟待相关领域研究成果的支持和在本产业的积极推广应用。

参考文献:

[1] ITU-T Recommendation H.261. Video Codec for Audio visual Services at p×64kbit/s[S]. 1993.
 [2] ISO/IEC International Standard 11172-2. Information Technology Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbit/s - Part2: Video[S]. 1993.
 [3] ISO/IEC International Standard 13818-2. Information Technology Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Video[S]. 1994.

IP。高速收发器块运行速率达到 PCI EXPRESS 协议所需的 2.5Gb/s,拥有能从数据中可靠地提取时钟的专用时钟数据恢复(CDR)电路,CDR 需要采用 8B/10B 编码方案以帮助时钟恢复。

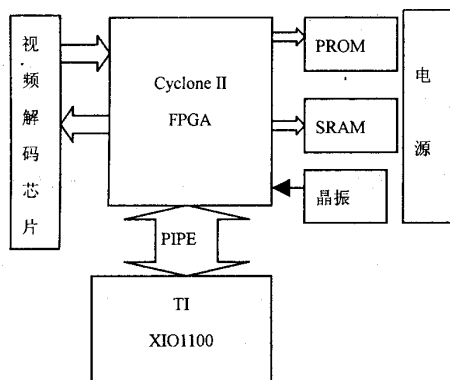


图 5 硬件设计框图

FPGA 与 TS 接口连接的 2 个数据总线接口 TS IN 和 TS OUT 都是标准的 DVB-SPI(EN 50083-9)接口。TS IN 接收外部的 TS 码流,送入码流过滤逻辑系统做进一步处理。TS OUT 接口将从 TS IN 收到的码流环出,这样在进行码流分析的同时就不会对传输码流造成任何影响。DVB-SPI 接口是 LVDS 电平信号,可在 FPGA 上直接接入。如果采用 DVB-ASI 接口,也可以通过 Altera 提供的 IP 核来实现串/并和并/串转换。所以,原则上除去传输变压器和保护电路无需其他接口逻辑芯片。DVB 标准的输入接口有 ASI 和 SPI 两种,两者的定义和标准不尽相同,针对输入接口的不同需要对输入信号进行调整和统一。要从 ASI 接口的信息中提取 TS 码流同步信号,调整信号脉冲的占空比使 ASI 的输出接口信号和 SPI 的相类似。另外,ASI 接口输出有平滑和突发 2 种数据模式。为了满足突发模式的工作需要,将 FPGA 片内的 RAM BLOCK 定义成 FIFO 进行高速缓存,使接口满足不同速率的突发输入,最高可以满足 27MHz 并行突发方式(ASI 接口 216MHz)的输入要求。

MPEG-2 标准规定了各压缩级别 TS 码流的速率,经过 TS 码流复用后实际应用中传输的串行码流速率可以超过 200MHz。

6 小 结

在数字电视的视音频传输中,对实时性、可靠性和误码率要求都很高,传统的并行总线 PCI 已经逐渐不能满足现在实际应用的需求。文中通过分析比较,提出了较新的设计方案,采用串行总线 PCI EXPRESS 既提高了带宽,又由于其采用分层结构,数据链路层可以确保数据包的可靠的有序的传输,并且增加的 CRC 校验可确保数据的准确性。PCI EXPRESS 总线代替 PCI 总线将很好地改善传统 PCI 总线带来的问题,可以提供更好的视音频传输效果,在数字电视领域将会具有非常重要的应用前景。

由于 PCI EXPRESS 总线采用了类似于 TCP/IP 协议的分层结构和数据帧逐层传递模式。这样的好处就是可以更有效地利用串行数据传输的优势,同时也带来一个问题,其串行传输所采用的 8B/10B 编码需要每个字符占据 10bit(植入时钟信号技术。时钟信号被直接植入数据流中,而不是作为独立信号存在),也就是比通常多出 20%。也就有可能存在视音频信号由于没有统一的 PCR,而产生视音频不同步,或是不能有效控制传输速率的问题,这些问题还有待进一步研究讨论。

参考文献:

- [1] International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission. ISO/IEC 13818-1. Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information: Systems[S]. 1995.
- [2] 杜江洪,徐重阳,丁 晖. MPEG-2 传输流特性及其分析[J]. 电信科学,2000(2):14-17.
- [3] 钟玉琢. 运动图像及其伴音通用编码国际标准——MPEG-2[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
- [4] Holzhammer G. Creating a Third Generation I/O Bus[R]. USA: Technology and Research Lab, Intel Corporation, 2002.
- [5] 许 军,李玉山,贺占庄,等. PCI-Express 总线技术研究[J]. 计算机工程与科学,2006,28(5):141-143.
- [6] 徐君明,裴先登,王海卫,等. 高性能计算机 I/O 技术 PCI Express 分析[J]. 计算机工程,2004(12):6-7.

(上接第 78 页)

- [4] ITU-T Recommendation H.263. Video Coding for Low Bit Rate Communication[S]. 1995.
- [5] ISO/IEC International Standard 14496-2. Information Technology Coding of audio - visual objects - Part2: Visual[S]. 1999.
- [6] ITU-T Recommendation H.264, Advanced video coding for

generic audiovisual services[S]. 2003.

- [7] AVS 工作组. GB/T20090.2-2006. 信息技术 先进音视频编码 第二部分 视频[S]. 2006.
- [8] 国家数字音视频编解码技术标准工作组. 视频编码标准 AVS 技术介绍[J]. 电子产品世界,2005(10):58-62.