



# H.265 标准现状和发展应用趋势

文 / 北京邮电大学通信网络综合研究所 陈清

## 一、前言

目前世界上的视频编解码标准主要来源于国际电联 ITU-T 和国际标准化组织 ISO, ITU 的 H.26x 系列视频压缩标准经过了 H.261, H.263, H.263+ 这样一个演进过程, 而 ISO 的视频压缩标准是 MPEG 系列, 从 MPEG1, MPEG2 到 MPEG4, 之后两个标准化组织走向合作, 成立了 JVT, 推出了在当前最有效的视频压缩标准, H.264/AVC, 从 H.264 标准发布到如今已经五年时间, 在这五年中 H.264 的应用范围不断扩展, 成熟度不断提高, 而 ITU-T 在 H.264 取得初步成功的时候, ITU-T 的视频编码特别小组 VCEG 于 2005 年就对视频编码技术提出了更长远的设想, 并规划在技术成熟时推出新一代的视频编码标准 H.265, 时至今日, ITU-T VCEG 已接近对这一设想为期三年第一阶段

研究的尾声, 按照 VCEG 讨论组的计划在这一阶段要形成 H.265 标准的完整需求定义和具体算法设计, 此刻, 人们不禁会问 H.265 会在什么时候推出, 又会采用哪些技术, 以下将结合 VCEG 现阶段的主要建议和成果对 H.265 的发展现状加以介绍并对其未来发展趋势加以展望。

## 二、H.265 提出的主要目标

由 ITU-T VCEG 给出的 H.265 背景和目标如下:

提出 H.265 标准, 是为了给音视频服务提供更好的视频编码方法。音视频服务包括会话式和非会话式音视频服务。其中会话式音视频服务包括视频会议和可视电话, 非会话式音视频服务包括流媒体、广播、文档下载、媒体存储/播放和数字摄像机。

H.265 标准围绕着现有的视频编码标准, 保留原来的某些技术, 同时对一些相关的技术加以改进。新技术使用先进的技术用以改善码流、编码质量、延时和算法复杂度之间的关系, 达到最优化设置。视频编码标准的发展会更加适应各种类型的网络, 比如, internet、LAN、Mobile、ISDN、GSTN、H.222.0、NGN 等网络。

对于以上提出的目标 VCEG 确定了相应的研究内容包括:

1. 提出的新压缩方法可以完成下列功能:
  - 提高压缩效率
  - 具有鲁棒性, 提高错误恢复能力 (例如某些不能提供带宽保障的分组网络或无线移动通信)
  - 减少实时的时延
  - 减少信道获取时间和随机接入时延
  - 减少复杂度
2. 组织压缩数据格式以支持包和流格式
3. 允许流能容易地被处理器或终端处理
4. 提供可以让网络或终端有效地调整码流的技术
5. 更容易的看到运行后的代码
6. 提供更有效的数字压缩技术
7. 根据比色法、视频质量评估和质量控制的要求, 提高视频编解码技术

### 三、H.265 发展现状

目前, H.265 并未形成新的标准, VCEG 仍然在征集各方意见和信息以获得性能上的提升, 由于整个视频编码体系没有大的变化, 从总体上看, 性能提升的主要方法还是针对原有编码步骤中各个主要环节的改进或增强。为了衡量各种提案的效果, 与开发 H.264 标准时类似, VCEG 在 JM11 的基础上推出了一个新的技术验证平台, 称为 KTA, 各方面的提案经过提交分析后对比较有前景的提案就会在 KTA 中加以实现和验证, 测试新的编码工具的性能以及与其他编码方法的兼容性, 目前主要的改进和提升分为三方面: 运算复杂度, 易出错环境适应性, 编码效率。

当前主要的提案和建议集中在提高编码效率上, 下面对被 KTA 所采纳的主要算法和效果加以介绍。

#### 1. 自适应插值滤波器

在非整像素精度的运动预测产生的运动矢量中含有

混淆的元素直接限制了运动补偿的精确程度, 通过对每个 P 帧和 B 帧使用二维非分离插值滤波器可以减少预测差值能量, 每个非整数像素位置的插值, 都有一组 2 维滤波器系数, 这些系数放在片头传输给解码器。在原有的运动补偿过程中对于半像素精度的位置使用时不变的 6 抽头维纳滤波器计算对应位置的插值, 再在此基础上使用双线性插值滤波器计算 1/4 像素精度的插值。而自适应插值滤波器通过动态的计算滤波器的系数值来最小化预测差值的能量, 之后再计算得到运动矢量。对基本模式使用这一方法可以使得编码增益提升 1dB, 而对主要模式使用这一方法也使得编码增益提升了 0.8dB, 对较高模式的效果也基本接近主要模式。对这一方法的复杂度分析。

#### 2. 1/8 像素精度运动补偿预测

预测图像的运动矢量在原有的系统中是 1/4 像素精度, 当将这一精度设置为 1/8 时, 经测试发现可以有效的降低比特率, 对主要的测试序列和格式在帧率为 30 的实验结果显示在 36dB Y-PSNR 时使用这一技术可以使得比特率减少 3~14%。

#### 3. 运动矢量竞赛机制

H.264 比 H.263 在压缩比上取得了很大的进步, 但这也使得用于运动信息的比特成倍增加。如何减少在运动信息上的花消是进一步提高压缩比的一个突破口。为了减少运动信息的花消, H.264 的运动矢量通过相邻块的空间中值来完成预测, 这一中值根据相邻块的情况动态改变。

同时, 对于时间上的冗余信息, 对于运动矢量使用预测块也能到达一定的效果。但这种时间上的预测方式在对于一系列序列的处理上比空间预测方式效率低。已有的一些运动矢量竞赛机制都是在一个给定的预测块集合中选择出最佳的一个, 然后将这一预测块的序号作为辅助信息发送, 如有的预测块集合由三个相邻的运动矢量组成, 再在这三个预测块间做比较, 以确定最后发送的预测和运动信息。在新的建议中, 对已有的做法提出了改进, 将预测块的集合由原来的空间域扩展到了时间域及空时混合域。引入了新的预测块, 通过率失真准则计算后选择最佳的预测块, 并把预测块的序号在码流中发送。使用这一方法在基本模式下测试, 在与 H.264 相同质量的情况下, 得到平均为 6.1% 的压缩增益 (对于复杂的

运动这一增益可达 20%)，从算法复杂度来看，这一方法对解码器复杂度影响很小，在编码端带来的新增开销也不大。

#### 4. 自适应量化矩阵选择

根据率失真最优化准则对每个片中的每个宏块都单独选择量化矩阵。量化矩阵分为两个参数，梯度分量和偏移分量，在编码端，为了估算出最优的量化矩阵参数，先要进行尝试性的编码，最佳的量化矩阵由这些参数产生。对于每个宏块基于率失真函数选择最优的量化矩阵。如果变换系数出现在当前的宏块中，那么就将量化矩阵的序号发送到比特流中，这一方式作用于 I、P、B 帧。量化矩阵参数通过片头发送，而量化矩阵的序号通过宏块层发送。(这一方法达到的效果和复杂度分析)



#### 5. 空域和频域自适应预测残差编码

对每个块的预测残差，可以使用变换域的编码方式也可以使用空域的编码方式，经计算后具有较低率失真代价的编码方式为最后使用的编码方式。在原有的混合编码方式中，对预测残差进行变换编码，当预测残差间的相关性较大时，变换编码的效果比较理想，但当预测残差间的相关性较小时，变换编码的效果则不够理想。在引入的空域编码中对残差使用标量量化并使用 CABAC 来进行熵编码。当使用 1/8 像素精度的运动矢量时，预测残差的相关性减小，这使得和空域编码的配合

使用达到更为理想的效果。通过使用空域和频域自适应预测残差编码这一方法，经测试，在相同比特率下，与 H.264/AVC 相比，对 QCIF、CIF 和标清图像而言，PSNR 提升为 0.4Db，而对于高清图像 PSNR 的提升为 0.02dB。在结合了 1/8 像素精度的运动矢量后，QCIF、CIF 和标清图像的 PSNR 提升为 1dB，而对于高清图像的 PSNR 提升为 0.05dB。

### 四、H.265 技术发展展望

H.264 标准的编码器与原有的 MPEG-2 标准的芯片相比，芯片上的门数是其 3 倍以上，解码端也存在类似的情况，这对当前的多媒体处理芯片的性能提出了很大的挑战，尤其是对于移动便携式的应用场合，意味着成本的提升和电池使用寿命的缩短，所以降低编码的算法复杂度是在 H.265 中所要解决的主要问题之一。在已有的 VCEG 建议和讨论中已经有提案涉及到相关算法复杂度的衡量，提出的指标包括内存使用率，计算所占用的机器周期，并行处理能力等，并计划形成一个统一的复杂度评价标准。另外，算法复杂度的一个可能的演变方向是将算法复杂度在编解码端合理分配，将部分由编码端完成的工作由解码端完成。

在提升编解码压缩率的处理上，利用人眼视觉特性和并行处理也是一个发展方向。如在对于具有较强纹理特征的视频序列处理时往往会产生较高的比特率，而人眼对纹理的辨别力不是非常敏锐，所以结合人眼的感知特性来减少视频表示所需要的码率也是提高压缩比的一个可选方案，在现有的编码器部分加入纹理分析算法处理选择出可以刻画视频纹理特征的必要信息，将这部分信息编码后发送到解码端，解码端提取出这部分信息后通过纹理合成算法将视频图像恢复。

此外，将图像通过不同的方向来做并行分析和编码，再从中选取码率最小的部分也是一种可能减少码率的方法。进一步提高编码压缩比的可能突破口是充分利用视频数据的统计信息及实际的信号特性来实现长时间的参数设置变化。

压缩的视频在传输过程中对信道误码比较敏感，即使是单个的突发性错误，也可能严重干扰接收端的正常解码，造成恢复视频质量的急剧下降。如何确保视频数据对误码和时延的良好容忍性而保证视频的质量是另一

个 H.265 中要处理的问题。对于网络适应性的问题一般可以通过定义额外的传输语法来实现对各种错误情况的处理,类似于已有的 rtp, rtcp 协议,可以通过添加和定义新的层次来在底层实现压缩视频的纠错特性,但如何在压缩视频自身中

增加冗余信息提高抗错性能似乎是和视频压缩本身的需求相矛盾的,所以 H.265 在网络适应性方面应该仍然会保持在 H.264 中提出的编码和传输相对分离的机制,即 VCL 层完成视频编解码, NAL 层完成适配,这也是符合分组数据网络分层模式设计原则的解决办法。

此外,通过增加运动补偿,变换编码和插值的可选配置项加强编解码器的适应性,结合当前 H.264 扩展特性可扩展编码 SVC, H.265 编码将具有更强的选择和适应性,以满足不同分辨率显示设备,不同速率链路的需要。

## 五、H.265 应用前景展望

虽然 H.265 尚处于研究阶段,但伴随着通信网络向着宽带移动多媒体 IP 化的方向发展,以及日益丰富的视频媒体内容的产生, H.265 的产生和成熟定能在诸多领域得到广泛的应用。由于 H.265 相关的实际产品并未推出,但结合 H.264 所得到的广泛应用可以预见到 H.265 的潜在市场。

世界一些电视组织及媒体运营商已经选择 H.264 作为媒体格式标准,其中包括欧洲的 DVB 数字电视广播系统,美国的 ATSC,韩国的 DMB 及日本的 ISDB-T。

主要的编解码设备厂商也一直积极参与到 H.265 标准的开发过程当中,诸如 Tandberg, 汤姆逊等在推出 H.264 的编解码器后也都在致力于新的编解码器的研制。

在存储方面,新一代 DVD 标准格式中两大阵营, HD-DVD 和蓝光盘都已经将 H.264/AVC 作为必选支持项,在索尼 PSP3 的存储介质 UMD 上也将其作为必选的编解码标准,苹果公司的 iPod Touch 也支持 h.264 的编解码器,其体积小,画质清晰的特点非常适合便携式设备的存储特点,著名的网络视频服务提供商 YouTube 还将其视频资源转码为 H.264 格式以便于用户下载和播放,以达到比现有 flv 格式更佳的清晰度。

IPTV 业务的不断扩展和需求的增加也使得带宽资源成为瓶颈,高压缩率的编码是解决这一难题的有效技术

手段,这也为 H.265 在基于 IP 进行流媒体服务领域的应用奠定了坚实的基础。目前已有很多的电信运营商使用 H.264 标准作为其媒体格式,也有很多的厂家已经推出了 H.264 标准的机顶盒,尤其在欧洲的 IPTV 领域,诸如法国电信,比利时电信运营商 belgacom,荷兰皇家 KPN 电信集团等都将其作为提供标清 IPTV 业务的编解码技术,这都说明 H.265 在实现和成熟将进一步提升 IPTV 的质量和效果。

伴随着 WCDMA, TD-SCDMA 等 3G 无线通信系统在全球范围内的普及和商用,流媒体业务也将作为一个主要的无线业务得到推广和普及,通过无线网络来传输数据的可用带宽远低于固定网络,这也进一步要求高的压缩率。

此外,无线移动信道容易受到天气,移动速度,周围环境的影响,对编码的抗干扰能力也提出了更高的要求。3GPP 组织在 3GPP 第 6 发布版本中将 H.264 作为其备选的编解码器,欧洲的数字多媒体广播系统也将其列为必选的编解码标准。

高分辨率的视频图像更是 H.265 的理想目标应用,目前 H.264 是高清电视卫星直播业务的编解码标准,主要的卫星直播运营商, DirectTV, Echo Star 都使用了这一标准来压缩视频,同时它也是欧洲高清电视业务唯一的必选编解码器标准。

三维自由多视角视频的应用和发展更需要使用更高压缩效率的视频编码方法,由于三维视频信息与一般视频信息相比具有通道多,数据量大等特点,要达到时延和质量相同的效果则需要依靠更高的压缩效果和更少的编解码时延,而这正是 H.265 要达到的目标和所要解决的问题。

## 六、结束语

H.265 标准的发布和成熟都还有待所采用的编码技术和当前网络技术的发展,伴随着其他应用领域的发展需求和硬件技术的发展 H.265 的推出只是时间问题,目前估计这一新标准的推出时间将在 2012 年之后。H.265 标准的发展和成熟应类似于 H.264,也将是多种编码方法和工具的混合使用,实现编码效率,编码复杂度,图象质量等方面的平衡,它的发展也必将把视频编码理论技术和应用推向一个新的时期。 CMMC