

HEVC 帧间运动归并技术的研究*

彭金虎, 岑峰

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 201804)

摘要: HEVC 作为下一代视频编码标准,正在由 JCT-VC 制定。根据最新的 HEVC 中提出的归并技术,描述了 B 帧编解码效率的改善。实验验证了运动归并技术在低延迟低复杂度情况下对 P 帧的影响。通过 HM6.0 中运动归并技术算法原理,分析运动归并技术对于 P 帧在编解码效率上并无明显的提升,PSNR 平均降低了 0.1%。

关键词: HEVC; MCL; 归并模型

中图分类号: TN911

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)01-0040-02

Inter-motion merge techniques research of HEVC

Peng Jinhu, Cen Feng

(College of Electronic and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: HEVC is the next generation video coding standard, which has been developed by the JCT-VC. This paper describes the efficiency of improved of B-frames codecs. Experimental results verifies the effect of P frame in low-latency low-complexity according to the motion merge algorithms. It finds that the codec effect of P frame is not significantly improved in HM6.0, and the average PSNR reduces roughly 0.1%.

Key words: HEVC; MCL; merge mode

虽然 H.264/AVC^[1] 视频编码标准采用很多新的编码方案,在现有的视频编解码取得了很好的编码效果,但是它的编码单元(CU)仍然固定为 16 像素×16 像素的宏块(MB),包含 16 个 4 像素×4 像素或者 8 个 8 像素×8 像素变换块,然而在编码器处理高分辨率的图像时,运动估计(ME)和运动补偿(MC)与 CU 大小只有很小的相关性。因此,HEVC(High Efficiency Video Coding)^[2]中, CU 在 16 像素×16 像素 MB 的基础上进行了扩展, CU 的大小可以为 8 像素×8 像素、16 像素×16 像素、32 像素×32 像素和 64 像素×64 像素,对 CU 的预测,可以将 CU 分割为预测单元(PU),每个 PU 可以分割为更小的 PU,假设 CU 大小为 $2N \times 2N$ ($N=4, 8, 16, 32$), PU 可以分割为 2 个 $N \times 2N$ 或者 $2N \times N$ 或 4 个 $N \times N$ 像素块,再分割为非对称模式下, PU 可以为 $nR \times 2N$ 、 $nL \times 2N$ 、 $2N \times nDe$ 和 $2N \times nU$ 。同样, HEVC 中处理变化和量化部分有相应的变换单元(TU), TU 可以为 4 像素×4 像素、8 像素×8 像素、16 像素×16 像素和 32 像素×32 像素。

归并技术应用于 CU 单元在作 RDO 运算之前,用于快速决定 CU 的预测模型,其中的并行运算可以降低 HM 编码端吞吐量过大的问题,提高视频编码效率。参考文献[3]提出了归并技术对不同 CU 层编解码效率的提升,由于 8 像素×8 像素 CU 占据整体 CU 的 54%,大块 CU 的归并技术的应用,导致 PSNR 值有较大的下降。参考文献[4]提出了只对 8 像素×8 像素 CU 进行归并技术的应用,并在 B 帧上得到了很好的效果,将像素的 Y、U 与 V 的 BD-rate 提升了 0.1%、0.1%与 0.1%,解码时间平均降低了 12%。在本文中,将检测及验证归并技术在低延迟情况下对 P 帧的影响,并分析 P 帧中归并技术的并行运算原理。

1 MCL 的并行运算

在决定 CU 编码模型和获取 CU 的编码列表前, HEVC 会对当前 CU 做归并运算,提前决定 CU 的预测列表,然后才对每个 CU 作 RDO 运算,选择最佳的编码模型。而 RDO 的运算必须对当前 CU 作运动估计运算, HEVC 编码器中归并候选列表(MCL)的获取速度会影响

* 基金项目: 国家自然科学基金(60972035)

ME 的计算, HM5 中每个 PU 都有自己的 MCL, 一个 64 像素×64 像素的 CU 有 539 个 MCL, 严重阻碍了预测模型类型的确定。HM6 中提出的 MCL 的并行运算, 不仅可以减少 MCL 的数量, 同时减少了 CU 内部 PU 的相互依赖性。在不包含不对称 CU 的情况下, 对于一个 64×64 的 CU, 相邻有 5 个参考位置可以使用, 其又可以分为 4 个 32 像素×32 像素的 CU, 同样拥有 5 个参考点, 总共有 4×5 个参考点。同理, 16 像素×16 像素的 CU 有 4×4×5 个参考点, 8 像素×8 像素的 CU 有 16×4×5 个参考点, 所以一个 64 像素×64 像素大小的 CU 总共包含 425 个参考位置。在包含不对称 CU 的情况下, 参考点的数量可达 593 个^[3]。这样庞大的数量, 加重了计算量, 应该试图减少 MCL 的数量, 特别是 8 像素×8 像素 CU 中 MCL 的数量。

归并技术利用已编码的 PU 来推导或获取当前 PU 的参数列表(如运动向量、参考帧索引、参考帧列表标志等), 在 HM6 中提出了基于 CU 的运动归并列表的构造, 它是将位于一个 CU 中所有 8 像素×8 像素大小的 PU 共享同一个 MCL, 这不仅降低了帧间 PU 的相互依赖性, 还减少了 MCL 的数量, 最多可达 HM5 中 MCL 的 57%。这种设计使得视屏质量平均损失了 0.3%, 但提高了高吞吐量和高质量编码器的灵活性。

当 $N=4$ 时, 当前 PU 的 TMVP 参考索引从其左边 PU 获取, 当这两个 PU 位于相同的 CU 中时, 就说这两个 PU 具有依赖性。图 1 列举了 PU 依赖性的情况。

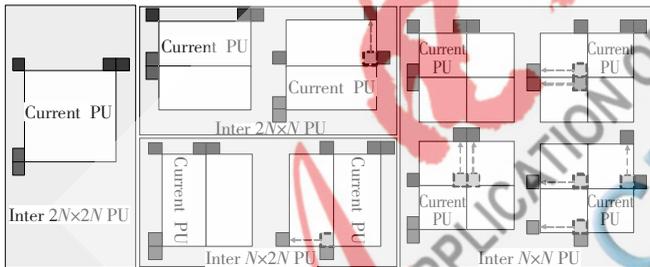


图 1 同一个 CU 内 PU 参考相邻 PU 获取 TMVP

这种情况下, 直到参考的 PU 编码和解码完成才能获取当前 PU 的 TMVP, HM6 中通过当前 CU 之外已编码的 CU 来获取 TMVP。TMVP 参考索引的位置如图 2 所示, 其中位于 CU 内部的 PU, 其 TMVP 参考索引被设置为 A1, 如果 A1 不可用, 则把 TMVP 的参考索引设置为 0。

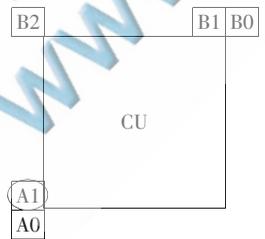


图 2 TMVP 参考索引的位置

因为当前 CU 内部的 PU 都参考同一个 CU (A1), 所以 CU 内部 PU 的 MCL 的数量将会减少。对于 CU 中的不对称 PU, 在去除 PU 间依赖性前, 有 13 个参考点, 由于同一个 CU 内部的 PU 采用同一个参考点, 因此对于一个 64 像素×64 像素的 PU 只有一个参考点可以选择(即 A1)。同理, 32 像素×32 像素共有 4×13 个参考点,

16 像素×16 像素共有 4×4×13 个参考点, 8 像素×8 像素共有 16×4×1 个参考点, 因此去除 CU 内部 PU 的相互依赖性后, MCL 的数量总共为 397 个。在包含不对称 PU 的 CU 中, 其他的参考点可以相应求得。图 3 表示 MCL 的获取流程图^[4]。



图 3 MCL 选取过程

MCL 的获取需要考虑时间和空间上的候选参考点。在空间位置上, 从当前 CU 的 5 个候选参考点选择其中 4 个, 选择顺序为 A1→B1→B0→A0→(B2), 参考点 B2 只有在 A1、B1、B0 或 A0 无效时才可使用。在时间顺序上, 在当前 PU 的 POC 值小的帧里选择两帧, 从这两帧与当前 PU 相对应的位置选择两个参考点, 然后通过比较选择其中较好的参考点。最后从选择的 5 个参考点中移除重复的参考点, 增加 0 归并候选参考点, 得到 MCL。

2 实验平台与仿真结果分析

本文仿真采用 JCTVC 小组开发的 HM6.0 代码, 仿真平台是 CPU 为 3.30 GHz Intel® Core™ i3-2120、内存为 2 GB、操作系统为 Windows XP 的 64 位计算机, 运行环境为 Microsoft Visual Studio 2010。

实验结果如表 1 所示, 表中列出了运动归并技术对于各类视频 P 帧 PSNR 值、比特数与编解码时间的影响。P 帧 Y、U、V 的 PSNR 值分别降低了 0.1%、0.1% 和 0.1%, 比特率平均提升了 3%, 编码时间增加了 10%。

表 1 P 帧运动归并技术

	Low delay P main				Low delay P HE10			
	Y	U	V	Bit	Y	U	V	Bit
Class A	0.2%	0.1%	0.0%	2.3%	0.1%	0.0%	0.0%	2.4%
Class B	0.2%	0.2%	0.1%	5.7%	0.2%	0.0%	0.1%	4.7%
Class C	0.1%	0.1%	0.0%	1.5%	0.0%	0.1%	0.1%	2.4%
Class D	0.0%	0.1%	0.1%	3.2%	0.1%	0.0%	0.1%	1.2%
AVG	0.1%	0.1%	0.0%	3.2%	0.1%	0.0%	0.1%	2.7%
Enc				115%				108%
Dec				102%				101%

视频的 PSNR 平均值降低, 编码一帧比特数增加, 这是由于归并技术在计算 P 帧时算法复杂度上升, 使得在低延迟低复杂度配置文件下, P 帧在 8 像素×8 像素 CU

下需要额外的像素拷贝过程,使其运算的复杂度上升,增加了P帧在运动归并技术中的计算时间,影响了P帧的编解码时间。

本文分析了PU相互依赖性的解决方案,相对于HM5,merge模型的归并运算很好地改善了编码端视频处理的吞吐量问题,降低了B帧的比特率,同时降低了B帧的解码时间。由于归并技术运用于P帧的特殊性,今后可以改善P帧归并技术的算法,使其达到同样的效果,在降低视频比特率的同时,获得较好的视频质量。归并技术的并行运算为HEVC编码器的设计提出了更好的merge/skip模型决定,并且提供了更加灵活的设计方案。

参考文献

- [1] H.264 and ISO/IEC 14496-10. Advanced video coding for generic audiovisual services, ITU-T rec[S].
- [2] BROSS B, HAN W J, OHM J R, et al. High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 6. JCTVC-H1003, JCT-VC of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC, CA, USA, 2012.
- [3] Zhou Minhua. Configurable and CU-group level parallel

merge/skip. JCTVC-H0082, JCT-VC of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC, CA, USA, 2012.

- [4] Yu Qin, Ma Siwei, Liu Hongbin, et al. Parallel AMVP candidate list constrction. JCTVC-I0036, JCT-VC of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC, CA, USA, 2012.
- [5] KIM H Y, CHO S H, LIM S C, et al. Throughput improvement for merge/skip mode. JCTVC-H0240, JCT-VC of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC, CA, USA, 2012.
- [6] MCCANN K, BROSS B, KIM I K, et al. High efficiency video coding (HEVC) test model 6 encoder description. JVTVC-H1002, JCT-VC of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC, CA, USA, 2012.

(收稿日期:2012-10-15)

作者简介:

彭金虎,男,1989年生,硕士研究生,主要研究方向:信息工程。

岑峰,男,1972年生,博士,副教授,主要研究方向:视频编码标准。