

基于多模式叠加的 H.264 时域隐藏算法

于善全, 张有志, 崔建房

YU Shan-quan, ZHANG You-zhi, CUI Jian-fang

山东大学 信息科学与工程学院, 济南 250100

School of Information Science and Engineering, Shandong University, Jinan 250100, China

E-mail: yushquan@gmail.com

YU Shan-quan, ZHANG You-zhi, CUI Jian-fang. Temporal error concealment for H.264 based on multi-mode overlapping. Computer Engineering and Applications, 2010, 46(4): 189-190.

Abstract: To improve the quality of the reconstructed picture in video communication, a new temporal error concealment algorithm for H.264 based on multi-mode overlapping is proposed. In this new method, the corrupted MB is concealed four times, each with different mode. And the weighted superposition of the four concealing MBs is the final replacement of the corrupted MB. Simulation results show that, for different test sequence and packet loss rate, the new method outperforms the traditional overlapping algorithm, greatly enhances the performance of the concealment.

Key words: H.264; error concealment; coding mode; overlapping

摘要: 为在高误码环境下提高视频通信中重建图像的质量, 根据最新 H.264 标准的特点, 提出了一种基于多模式叠加的时域错误隐藏算法。该算法以不同的模式对丢失宏块进行 4 次掩盖, 得到 4 个隐藏块, 以各隐藏块的加权和作为丢失宏块的最终替代块。仿真结果表明, 由于利用了宏块模式信息, 该算法在不同测试序列及丢包率下的性能均优于传统叠加算法, 显著提高了掩盖效果。

关键词: H.264; 错误隐藏; 编码模式; 叠加

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2010.04.060 文章编号: 1002-8331(2010)04-0189-02 文献标识码: A 中图分类号: TN919.8

1 引言

新一代视频压缩标准 H.264^[1] 由于其高编码效率, 得到了越来越广泛的应用。但由于在编码过程中采用了预测编码、熵编码等去冗余技术, 使得编码码流对于信道噪声极为敏感。当码流中存在误码或丢包的时候, 解码错误会在空间和时间上扩散, 严重降低主观视觉效果。为了解决这个问题, 就需要在解码端进行错误隐藏, 寻求丢失块的近似替代块^[2]。

错误隐藏算法主要分为两类: 空域错误隐藏和时域错误隐藏。时域错误隐藏利用时间上相邻帧的相关性对丢失信息进行恢复。其关键是运动矢量(Motion Vector, MV)的恢复, 目前已经有许多恢复策略。边界匹配算法(Boundary Matching Algorithm, BMA)^[3] 利用边界匹配准则从相邻正确接收块的 MV 中选择一个作为当前丢失块的 MV。BMA 也是目前 H.264 参考软件 JM 中的错误隐藏方案^[4]。算法中匹配准则的选取对于算法性能具有决定性的影响, 文献[5-6]中都使用了外边界匹配误差准则(External Boundary Matching Error, EBME), 取得了比传统准则更好的效果^[7]。在文献[8]中, 将运动估计引进到解码端, 在隐藏过程中利用运动估计为错误宏块重新计算 MV。文献[9]提出了内插法, 利用相邻块的 MV 进行内插, 为错误宏块中的每个像素计算一个 MV, 然后用该矢量进行隐藏。为减少块效应, 文

献[10]提出了基于叠加运动补偿(Overlapped Motion Compensation, OMC)的方法, 利用多个运动矢量对宏块进行隐藏。

以上算法在隐藏过程中仅仅利用了宏块的运动信息, 而没有用到编码模式信息。H.264 的帧间编码支持 7 种宏块模式, 利用这些模式信息进行隐藏可以有效减少块效应, 改善隐藏效果。但目前并没有估计宏块编码模式的有效方法, 因此提出了一种基于多模式叠加的时域隐藏算法, 根据不同模式对宏块进行隐藏, 用各隐藏块的叠加作为最终的替代宏块。

2 基于多模式叠加的隐藏算法

在该算法中, 首先分别按照 16×16、16×8、8×16、8×8 模式(图 1), 利用 BMA 算法对宏块进行隐藏, 并得到 4 个隐藏块。

2.1 模式 1 隐藏

在该模式下, 宏块作为整体利用 BMA 算法进行隐藏, 边界匹配准则使用 2 像素宽外边界匹配。周围块中使下式值最小的 MV 即选为丢失块的 $mv_{\text{mdl}1}$ 。

$$SAD = \sum_{i=-2}^{i=1} \sum_{x=x_0}^{x_0+N-1} \left[\left| (F_{x, y_0-i} - F_{x+u, y_0-i+u}^f) \right| + \left| (F_{x, y_0+N-1+i} - F_{x+u, y_0+N-1+u}^f) \right| \right] + \sum_{i=-2}^{i=1} \sum_{y=y_0}^{y_0+N-1} \left[\left| (F_{x_0-i, y} - F_{x_0-i+u, y+u}^f) \right| + \left| (F_{x_0+N-1+i, y} - F_{x_0+N-1+u, y+u}^f) \right| \right]$$

作者简介: 于善全(1983-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为视频编码; 张有志(1950-), 男, 教授, 研究生导师, 主要研究领域为多媒体信号处理; 崔建房(1978-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为数字图像处理。

收稿日期: 2008-08-12 修回日期: 2008-11-24

其中, (x_0, y_0) 为丢失宏块左上角像素坐标, (u_x, u_y) 为当前候选矢量, N 为宏块尺寸 ($N=16$)。

利用 mv_{mod1} 对宏块进行隐藏, 得到第一个隐藏块 MB_{mod1} 。

2.2 模式 2、3 隐藏

在模式 2 下, 当前宏块被分为两个 16×8 子块, 同样利用边界匹配算法计算出各子块的运动矢量 mv_{mod2}^1 、 mv_{mod2}^2 , 利用这两个运动矢量对当前块进行掩盖, 得到隐藏块 MB_{mod2} 。

模式 3 的隐藏同模式 2 类似, 最终得到 MB_{mod3} 。

值得注意的是, 对于模式 1、2、3 的隐藏使用同样的方法, 因此三种模式下运动矢量的选择可以同时进行, mv_{mod2} 、 mv_{mod3} 的选择不会增加计算量。

2.3 模式 4 隐藏

在此模式下, 宏块被分为 4 个 8×8 块, 为避免在较大误码率下, 有两相邻宏块不可用而导致 MV 无法计算, MV 的获取不再使用 BMA, 而改用线性内插法求得 (图 1(d))。对于左上的 8×8 块

$$mv_{mod4}^0 = \frac{2 \times mv_u + 2 \times mv_d + mv_l + mv_r}{6}$$

其中, mv_u 、 mv_d 、 mv_l 、 mv_r 分别表示相邻上、下、左、右块的运动矢量。

求得所有运动矢量后, 对宏块进行错误隐藏, 得到第 4 个隐藏块 MB_{mod4} 。

用四种模式隐藏完后, 得到最终的替代块:

$$MB_{final} = \frac{w_1 \cdot MB_{mod1} + w_2 \cdot MB_{mod2} + w_3 \cdot MB_{mod3} + w_4 \cdot MB_{mod4}}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4}$$

其中加权系数的选定对于算法最终性能有非常重要的影响, 经多次实验测定, 当 $w_1:w_2:w_3:w_4=2:1:1:2$ 时, 新算法能达到最好的效果。

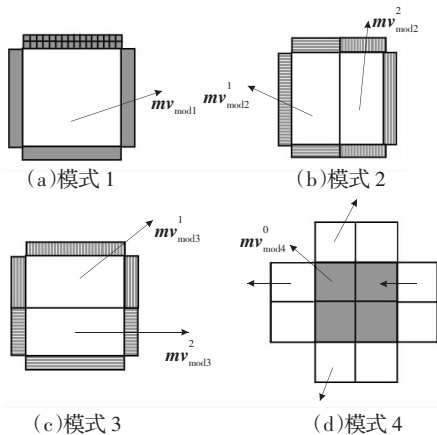


图 1 新算法中的四种隐藏模式

3 仿真结果及分析

使用 H.264 的参考软件 JM8.6 作为测试平台测试新算法性能。测试序列选择 QCIF 的“Foreman”、“Salesman”以及 CIF 的“Football”序列, 长度为 100 帧, 序列编码结构为“IPPP...”, 无 FMO。使用 JM 中的自带算法 (BMA) 和传统的叠加算法 (OMC) 作为对比, 分别测试丢包率在 3%、5%、10%、20% 时各算法的隐藏性能, 实验结果如表 1。

从仿真结果可以看出, 对于不同运动类型的序列, 在低丢包率下, 新算法的性能明显优于 BMA 及 OMC, 表现出了良好

表 1 仿真结果

		Packet Loss Rate			
		3%	5%	10%	20%
Foreman	H.264	31.22	28.47	23.47	17.17
	OMC	32.80	28.84	24.42	17.64
	Pro	33.27	30.73	24.70	17.86
Salesman	H.264	36.48	31.75	28.06	23.01
	OMC	36.90	32.78	29.30	23.15
	Pro	38.06	33.71	29.65	23.39
Football	H.264	28.14	25.00	21.40	20.10
	OMC	28.28	25.03	22.12	20.30
	Pro	28.58	25.89	22.21	21.41

的性能。在高丢包率下, 由于相邻可用宏块的数目较少, 叠加算法会趋近于 BMA, 新算法的性能优势也会随之降低, 但仍优于前两种算法。

4 结论

提出了一种新的基于多模式叠加的错误隐藏算法, 该算法将宏块的模式信息引入到错误隐藏过程中来, 经仿真证明能够达到比传统算法更好的性能。但新算法需要对宏块进行 4 次隐藏, 计算量同 OMC 算法大致相当, 同 BMA 算法相比, 会增加一定的计算复杂度。

参考文献:

- [1] Wiegand T, Sullivan G, Luthra A. ITU-T Rec.H.264/ISO/IEC I4496-10 AVC. Doc. JVT-G050r1 Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification[S]. 2003.
- [2] Wang Yao, Zhu Qin-fan. Error control and concealment for video communication: A review[J]. Proc IEEE, 1998, 86(5): 974-997.
- [3] Lam Y K, Reibman A R. Recovery of lost or erroneously received motion vectors[C]//Proc IEEE Int Conf Acoustics, Speech, Signal Processing, 1993: 417-420.
- [4] Sullivan G, Wiegand T, Lim K P. Doc JVT-I049 Joint model reference encoding methods and decoding concealment methods[S]. Sep 2003.
- [5] Zhang J, Arnold J F, Frater M R. A cell-loss concealment technique for MPEG-2 coded video[J]. IEEE Trans Circuits Syst Video Technol, 2000, 10(4): 659-665.
- [6] Valente T S, Dufour C, Snook D. An efficient error concealment implementation for MPEG-4 video stream[J]. IEEE Trans Consum Electron, 2001, 47(3): 568-578.
- [7] Yan B, Ng K W. A novel selective motion vector matching algorithm for error concealment in MPEG-4 video transmission over error-prone channels[J]. IEEE Trans Consum Electron, 2003, 49(4): 1416-1423.
- [8] Agrafiotis D, Bull D R, Canagarajah C N. Enhanced error concealment with mode selection[J]. IEEE Trans Circuits Syst Video Technol, 2006, 16(8): 960-973.
- [9] Al-Mualla M E, Canagarajah N, Bull D R. Error concealment using motion field interpolation[C]//Proc IEEE Int Conf Image Processing (ICIP), 1998, 3: 512-516.
- [10] Chen M J, Chen L G, Weng R M. Error concealment of lost motion vectors with overlapped motion compensation [J]. IEEE Trans Circuits Syst Video Technol, 1997, 7: 560-263.