

文章编号:1004-4213(2010)10-1915-6

基于多帧参考的整帧丢失错误掩盖算法*

唐浩漾, 史浩山, 张兆林

(西北工业大学 电子信息学院, 西安 710072)

摘要:为了解决视频传输中整帧图像丢失的误差扩散问题,提出了一种基于多参考帧运动矢量外推的整帧丢失错误掩盖算法.通过对多个参考帧的运动矢量外推得到丢失块的候选运动矢量集;采用多参考帧边界匹配准则进行丢失帧和其后续帧的误差估计,并选择丢失块的最优运动矢量;最后采用自适应的重叠块运动补偿方法重建丢失帧.实验结果表明,该算法在恢复整帧图像的同时,有效地降低了视频序列中整帧图像丢失的误差扩散影响,与已有算法比较,该算法恢复的视频序列平均峰值信噪比提高了 0.5~1 dB,具有更好的错误掩盖效果.

关键词:错误掩盖;整帧丢失;运动矢量外推;重叠块运动补偿

中图分类号: TN919.8

文献标识码: A

doi: 10.3788/gzxb20103910.1915

0 引言

在低码率的视频应用中,一帧图像的数据量往往小于一个基本网络传输单元.在这种情况下,当网络传输中出现数据包丢失时,就会演变成整帧丢失^[1].而在 H.264/AVC 和 MPEG 视频标准中,通常采用帧间预测来减少时间上的冗余,如果某一帧数据丢失,即使后面的帧接收正确,也无法正确解码^[2-3].此时,由于帧间预测带来的错误传播,单个数据包的丢失不仅会造成整帧视频图像丢失,而且会在后续视频帧中引起误差扩散.

针对整帧图像丢失的情况, H.264/AVC 标准采用帧拷贝算法(Frame Copy, FC)和运动矢量拷贝算法(Motion Vector Copy, MVC)进行错误掩盖^[4].这两种方法对基本静止的视频序列能取得较好的错误隐藏效果,但对运动强度较大的视频序列却会产生巨大的失真^[5].为了减轻序列中物体运动的影响, Q. Peng 等在文献[6-7]中提出运动矢量外推(Motion Vector Extrapolation, MVE)算法,他们假设在视频中物体满足直线运动特性,利用前序帧的运动矢量来预测物体在当前丢失帧中的位置.

运动矢量外推法在实际应用中可以取得较好效果,但是仅依靠丢失帧前一帧的运动矢量进行估计,运动矢量预测仍相对粗糙,错误掩盖后恢复出的视频序列平滑度较差.因此 Y. Lee 等提出两种多参考帧的整帧丢失错误掩盖算法,它们通过丢失帧前向

和后向的多帧运动向量平均方法估计出完整的丢失帧^[8].但是该算法仅分析了丢失帧中的误差扩散,没有将丢失帧放在整个视频序列中考虑.实际上,当前帧丢失时,其后续帧仍使用该丢失帧的隐藏帧进行重建,由于隐藏帧和实际参考帧之间的差异,后续帧质量会严重下降.因此本文在整个视频序列中分析帧丢失所造成的误差传递,提出一种基于多参考帧运动矢量外推的整帧丢失错误掩盖算法.实验结果表明,该算法在主客观视觉质量上都优于传统方法,有助于降低视频序列中整帧丢失引起的误差扩散影响.

1 整帧丢失的错误掩盖算法

1.1 双向运动矢量外推

在 H.264/AVC 标准中,运动估计和运动补偿的最小单位是 4×4 块,每个 4×4 块可具有不同的运动矢量^[9].因此,本文通过对丢失帧前后帧采用 4×4 块的外推估计丢失帧的运动矢量.如图 1,分别表示丢失帧的前向和反向运动矢量外推方法.假设丢失帧为第 n 帧,按照前向和反向线性运动轨迹,从丢失帧的前一帧(第 $n-1$ 帧)和后一帧(第 $n+1$ 帧)对第 n 帧进行运动矢量外推.

图 1(a)为前向运动矢量外推(Forward MV Extrapolation, FME),第 $n-1$ 帧中的 4×4 块按照它们的运动矢量轨迹前向外推到第 n 帧.定义 EB_{n-1}^j 为参考帧 $n-1$ 中第 j 个 4×4 块在丢失帧 n 中的外推块, MV_j^j 为 EB_{n-1}^j 的运动矢量, B_n^i 为丢失帧 n 中的第 i 个 4×4 块, $W_{ij}^{i,j}$ 为前向外推块和受损块的相关性强度, $W_{ij}^{i,j}$ 表示为

*国家自然科学基金(60902052)和教育部博士点基金(20050699037)资助

Tel: 029-88302122

Email: thaoyang@gmail.com

收稿日期: 2010-04-30

修回日期: 2010-09-02

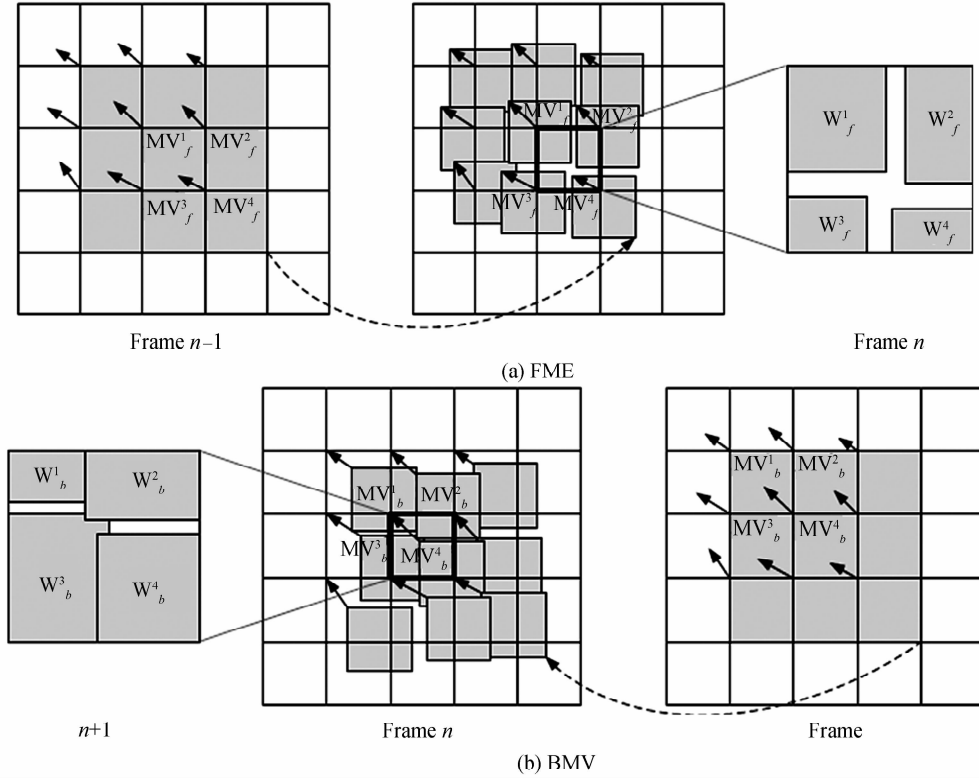


图 1 丢失帧的双向运动向量外推

Fig.1 Bi-directional motion vector extrapolation for the lost frame

$$\omega_j^{i,j} = \sum_{p \in B_n^i} f_j(p), \quad i, j = 1, 2, \dots, M$$

$$\text{式中, } f_j(p) = \begin{cases} 1 & p \in EB_{n-1}^i \\ 0 & p \notin EB_{n-1}^i \end{cases} \quad (1)$$

由参考帧 $n-1$ 进行 FME 所得的丢失块 B_n^i 运动矢量被定义为:与丢失块 B_n^i 重叠的所有前向外推块的运动矢量的加权均值

$$MV_f(B_n^i) = \frac{\sum_{j=1}^M MV_j^i \cdot W_j^{i,j}}{\sum_{j=1}^M W_j^{i,j}} \quad (2)$$

类似于 FME,反向运动向量外推 (Backward MV Extrapolation, BME) 中第 $n+1$ 帧的 4×4 块按照它们的运动矢量轨迹反向外推到第 n 帧.反向运动外推 BME 的运动矢量为式 (3),其中 EB_{n+1}^i 为参考帧 $n+1$ 中第 j 个 4×4 块在丢失帧 n 中的外推块, MV_b^i 为 EB_{n+1}^i 的运动矢量, B_n^i 为丢失帧 n 中的第 i 个 4×4 块, $W_b^{i,j}$ 为反向外推块和受损块的相关性强度.

$$MV_b(B_n^i) = \frac{\sum_{j=1}^M MV_b^i \cdot W_b^{i,j}}{\sum_{j=1}^M W_b^{i,j}} \quad (3)$$

由于 $MV_f(B_n^i)$ 和 $MV_b(B_n^i)$ 可能会有较大的方向差异,本文也选择了它们的均值也作为候选运动矢量,即 $W_d \cdot MV_f(B_n^i) + (1-W_d) \cdot MV_b(B_n^i)$,其中 W_d 为 0.5.若 B_n^i 没有和任何外推块重叠,则该块的运动矢量为零向量,即直接将最邻近的前序

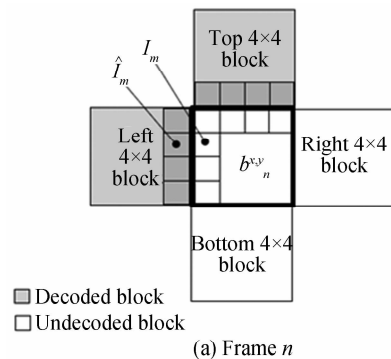
帧拷贝过来.这样丢失块的候选运动矢量集 $MV(B_n^i)$ 可以表示为

$$MV(B_n^i) = \begin{cases} MV_f(B_n^i) & \text{FME} \\ MV_b(B_n^i) & \text{BME} \\ W_d \cdot MV_f(B_n^i) + (1-W_d) \cdot MV_b(B_n^i) & \\ [0,0] & \end{cases} \quad (4)$$

1.2 多参考帧边界匹配

在得到丢失块的候选运动矢量集后,本文提出一种多参考帧边界匹配准则 (Weighted Multi-frame Boundary Matching Errors, WMBME) 分别计算不同的掩盖方法对第 n 帧和其后续帧的匹配误差,从而在候选运动矢量集中选择最优的运动矢量用于丢失块重建.

如图 2(a),假设第 n 帧中第 x 行 y 列的丢失块



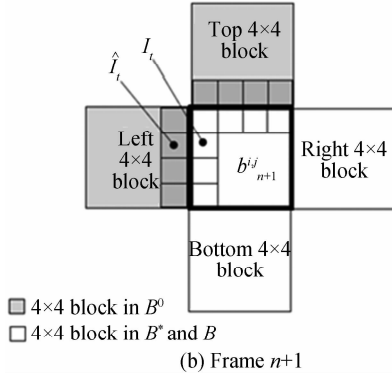


图2 多参考帧边界匹配误差计算

Fig. 2 Weighted Multi-frame Boundary Matching Errors for the lost frame

$b_n^{x,y}$ 已经用候选运动矢量进行了掩盖, $b_n^{x,y}$ 相邻已解码块的边界像素点数量为 $M_{x,y}$, 例如与 $b_n^{x,y}$ 相邻的上方和左方宏块已解码, 则 $M_{x,y}$ 为 8. 用 I_m 表示 $b_n^{x,y}$ 中与已解码宏块相邻的边界像素的像素值, 用 \hat{I}_m 表示相邻已解码宏块的边界像素值. 这样, 在第 n 帧中块 $b_n^{x,y}$ 掩盖所引起的匹配误差可表示为

$$\text{BME}_{n+1}^{x,y} = \frac{\sum_{m=0}^{M_{x,y}} |I_m - \hat{I}_m|}{M_{x,y}} \quad (5)$$

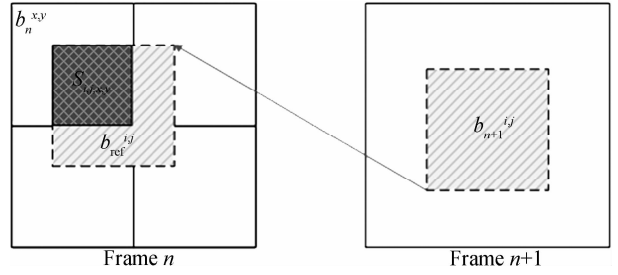
为了分析丢失帧错误掩盖对 $n+1$ 帧的影响, 假设 $b_{n+1}^{i,j}$ 为第 $n+1$ 帧中第 i 行 j 列的 4×4 块, 其参考帧表示为 $r_{n+1}^{i,j}$, $n+1$ 帧中 4×4 块按照其参考帧的位置可以分为

$$\begin{cases} B^+ = \{b_{n+1}^{i,j} \mid r_{n+1}^{i,j} \text{ 在 } n \text{ 帧之前} \} \\ B^0 = \{b_{n+1}^{i,j} \mid r_{n+1}^{i,j} \text{ 为 } n \text{ 帧} \} \\ B^- = \{b_{n+1}^{i,j} \mid r_{n+1}^{i,j} \text{ 为帧内编码} \} \end{cases} \quad (6)$$

对于 B^+ 中的 4×4 块, 其参考帧在 n 帧之前, 这些参考帧都已正常接收, 所以 B^+ 中的 4×4 块均可正常解码, 不会造成误差扩散. B^- 中的 4×4 块进行帧内编码, 不会造成误差扩散. 而对于 B^0 中的 4×4 块, 其参考帧为第 n 帧, 第 n 帧中的宏块是已经丢失或错误掩盖后的宏块, 使用它们作为参考区域会引起误差扩散.

对于 B^0 中的一个 4×4 块 $b_{n+1}^{i,j}$, 用 $b_{\text{ref}}^{i,j}$ 表示其在第 n 帧中 $1/4$ 像素处的 4×4 参考块, $b_n^{x,y}$ 为在第 n 帧已进行错误掩盖的丢失块. 如图 3, 假设 $b_{\text{ref}}^{i,j}$ 和 $b_n^{x,y}$ 有重叠区域 $S_{i,j,x,y}$, 由于 H. 264/AVC 中的半像素和 $1/4$ 像素运动估计, $b_{\text{ref}}^{i,j}$ 和 $b_n^{x,y}$ 可能不能完全重叠, 因此如果已对 $b_n^{x,y}$ 进行了错误掩盖, 可利用 $S_{i,j,x,y}$ 作为参考区域的边界匹配误差来估计 $b_n^{x,y}$ 掩盖在第 $n+1$ 帧所引起的误差扩散. 由此定义了另一区域 $B_{x,y}^0$ 来估计 $b_n^{x,y}$ 掩盖在第 $n+1$ 帧引起的失真

$$B_{x,y}^0 = \{b_{i,j} \mid b_{i,j} \in B^0 \text{ 且 } S_{i,j,x,y} > 0\} \quad (7)$$

图3 4×4 块 $b_{n+1}^{i,j}$ 在第 n 帧中的参考区域Fig. 3 Reference area in frame n of a 4×4 $b_{n+1}^{i,j}$

现在计算丢失帧中 $b_n^{x,y}$ 块错误掩盖在第 $n+1$ 帧的匹配误差. 如图 2(b), 对于参考区域在 $B_{x,y}^0$ 中的 4×4 块 $b_n^{x,y}$, 用 $N_{i,j}$ 表示其相邻块位于区域 B^0 中的边缘像素数量, 用 I_t 和 \hat{I}_t 分别表示 $b_n^{x,y}$ 和其相邻 4×4 块的边界像素值. 这样, 丢失帧中块 $b_n^{x,y}$ 掩盖对第 $n+1$ 帧的匹配误差可以表示为

$$\text{BME}_{n+1}^{x,y} = \frac{\sum_{b_{n+1}^{i,j} \in B_{x,y}^0} \left(\sum_{t=0}^{N_{i,j}} |I_t - \hat{I}_t| \right)}{\sum_{b_{n+1}^{i,j} \in B_{x,y}^0} N_{i,j}} \quad (8)$$

最后, 块 $b_n^{x,y}$ 掩盖对第 n 帧和第 $n+1$ 帧所引起的多帧匹配误差可表示为

$$\text{WMBME}_{x,y} = W_e \cdot \text{BME}_{n+1}^{x,y} + (1 - W_e) \cdot \text{BME}_n^{x,y} \quad (9)$$

式中, W_e 为权重参量, 用来调整第 n 帧和第 $n+1$ 帧匹配误差的权重. W_e 的取值范围为 $[0, 1]$, 经验上如果 W_e 大于 0.5, 重建视频的质量会更好, 因此本文中设 $W_e = 0.6$. 通过计算上面的多帧边界匹配误差, 得到一组匹配误差值, 选择使匹配误差值最小的运动矢量作为该 4×4 块的最优运动矢量.

1.3 自适应重叠块运动补偿重建

在得到了丢失帧的运动矢量估计后, 需要对该帧进行重建. 在传统的运动补偿中, 每一像素块根据运动矢量, 在参考帧中找到一个参考块作为该块的补偿. 第 n 帧中 (x, y) 位置处的像素由参考帧中的像素重建

$$f_n(x, y) = f_{\text{ref}}(x + d^x, y + d^y) \quad (10)$$

式中 $f_{\text{ref}}(x, y)$ 表示参考帧中像素, d^x, d^y 分别表示运动矢量的 x 和 y 分量. 在本文中, $\text{ref} = n - 1$ 或 $n + 1$.

然而, 常规的运动补偿方法会产生块效应^[10]. 当丢失帧包含具有不同运动方向的多个物体时就会产生块效应, 特别是 H. 264/AVC 标准支持 4×4 到 16×16 的可变块划分, 当同一个宏块中存在多个块划分而且沿不同方向做显著运动时, 块效应现象将会非常明显, 严重影响了重建视频的主观质量^[11]. 因此, 本文进一步采用自适应的重叠块运动补偿 (Adaptive Overlapped Block Motion Compensation, AOBMC) 方法对丢失帧中像素进行重建.

本文中 AOBMC 的加权系数不仅由各块中心的相对距离,也由运动矢量相似度 θ_i 共同确定. 运动矢量相似度 θ_i 用于表示当前编码块和其相邻块的运动向量相似度, θ_i 通过当前编码块和其相邻块的绝对误差和 (Sum of Absolute Difference, SAD) 比表示,即

$$\begin{aligned} \text{SAD}(V) &= \sum_{M=0}^{16} |f_{\text{ref}}(m) - f'_{\text{ref}}(m+2v)|, \\ \text{SAD}(V_i) &= \sum_{M=0}^{16} |f_{\text{ref}}(m) - f'_{\text{ref}}(m+2v_i)|, \\ \theta_i &= \frac{\text{SAD}(V)}{\text{SAD}(V_i)} \end{aligned} \quad (11)$$

式中 V 表示当前编码块的运动矢量, V_i 表示相邻块的运动矢量,且 $0 < \theta_i \leq 1$. 这样,结合各块中心的相对距离和运动矢量相似度 θ_i ,通过 AOBMC 预测的第 n 帧中 (x, y) 位置处的像素重建值为

$$\begin{aligned} f_n(x, y) &= [16 - \sum_{i=1}^4 \theta_i h_i(x, y)] \cdot \frac{f'_{\text{ref}}(x+d^x, y+d^y)}{16} + \\ &\sum_{i=1}^4 \theta_i h_i(x, y) \cdot \frac{f'_{\text{ref}}(x+d^{x,i}, y+d^{y,i})}{16} \end{aligned} \quad (12)$$

本文所采用的系数矩阵如图 4.

4	3	2	1	4	4	4	4
4	3	2	1	3	3	3	3
4	3	2	1	2	2	2	2
4	3	2	1	1	1	1	1
(a) Left				(b) Top			
1	2	3	4	1	1	1	1
1	2	3	4	2	2	2	2
1	2	3	4	3	3	3	3
1	2	3	4	4	4	4	4
(c) Right				(d) Bottom			

图 4 自适应 OBMCM 的加权系数

Fig. 4 Weighting matrices for adapative OBMCM

2 实验结果

为了验证本文提出的错误掩盖算法有效性,在 H. 264/AVC 标准的参考软件 JM12. 2 上对其进行了实现,并将本文算法和其他典型帧恢复算法进行比较. 对比的整帧恢复算法为:帧拷贝算法(FC),运动矢量拷贝算法(MVC),文献[7]中的基于块的错误隐藏方法(CAB),和本文提出的算法(Proposed). 选取了 5 个 352×288 CIF 大小标准图像序列“Foreman”、“Bus”、“Coastguard”、“Table tennis”和

“Football”来测试本算法的性能. 所有序列都是 4 : 2 : 0 格式的 CIF (352×288) 序列. 编码方式图像分组(Group Of Picture, GOP)设为 30, 编码结构为 IPPPP 型, 不设 B 帧. 运动估计的搜索范围为 16×16 , 准确度为 $1/4$ 像素, 量化参量设为 28、34 和 40. 不使用片模式, 将一帧编码图像数据作为一个数据包, 这样一个数据包的丢失就对应一帧图像的丢失. 信道模拟采用由 JVT 提供的 3G 移动传输的网络模拟工具 3GPP^[12], 所使用的丢包率(Packet Loss Rate, PLR)为 5% 和 10%.

表 1 是在 PLR=5% 时不同量化因子下的整个序列平均峰值信噪比 (PSNR) 比较. 当计算平均 PSNR 时, 考虑该测试序列的所有帧, 包括错误隐藏的丢失帧和受其误差扩散影响的后续帧.

表 1 PLR=5% 时不同 QP 下的平均 PSNR 对比

Table 1 Comparison of the PSNR performance with various QP and 5% PLR

Video sequence	QP	FC	MVC	CAB	Proposed
Foreman	28	31.84	31.85	31.18	32.57
	34	30.47	30.59	29.71	30.97
	40	29.56	29.78	28.76	30.09
Bus	28	27.56	29.00	29.81	31.76
	34	26.17	27.72	28.41	29.42
	40	24.98	25.96	26.14	26.90
Football	28	30.46	31.59	32.02	32.91
	34	27.29	28.76	28.75	29.49
	40	25.93	27.31	27.66	28.35
Coast Guard	28	29.17	31.55	32.46	32.73
	34	27.29	29.62	30.26	30.41
	40	25.08	27.89	28.29	28.47

从表中可以看出, 在不同的量化参量 (Quantization Parameter, QP) 下本文提出的算法比 FC、MVC 或 CAB 方法的平均 PSNR 都有提高. 本文提出的方法对于快速运动的序列, 如“Bus”和“Football”序列比较有效, 相比于对快速运动序列改善性能较好的 CAB 方法, 在 QP=34, PLR=5% 时整个序列的平均 PSNR 分别提高 1.0 dB 和 0.7 dB. 对于像“Foreman”这类运动性较小的序列, FC 方法可以获得较好的效果, FC 方法的效果好于 CAB 方法, 而本文方法在 QP=34, PLR=5% 时相对于 FC 方法, 有 0.5 dB 的增益, 这得益于本文算法的候选运动矢量中包括了零矢量和前后运动矢量的均值.

图 5 和图 6 给出了“Foreman”和“Table tennis”序列帧丢失时每帧图像的 PSNR 比较, 两个各取 60 帧. 图 5 为 PLR=10% 时的“Foreman”序列, 在第 15 帧、23 帧、45 帧发生整帧丢失. 图 6 为 PLR=5% 时的“Table tennis”序列, 在第 13 帧、43 帧发生整帧丢失. 从图 5 和图 6 中同一个 GOP 内丢失帧和其后

续帧的 PSNR 比较,可以看出帧丢失造成的误差扩散现象和不同帧恢复算法的错误掩盖效果. 与 FC 算法和 CAB 算法比较,对于同一个 GOP 内的丢失帧和其后续帧,本文算法有 2~3 dB 的增益. 尽管本文算法只考虑了丢失帧和其后一帧的误差扩散和错误掩盖,但对于该 GOP 内的所有后续帧,误差扩散明显减弱,各帧的 PSNR 都有显著提高.

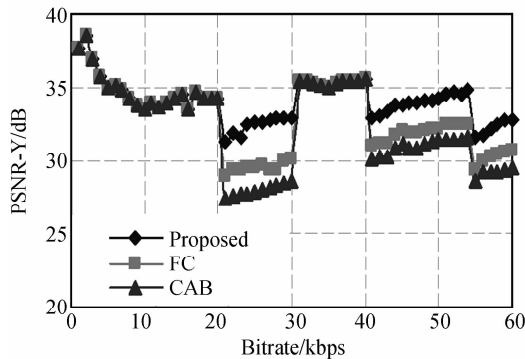


图 5 PLR=10%的“Foreman”序列 PSNR 值
Fig. 5 Comparison of the PSNR performance on Foreman sequence with 10% PLR

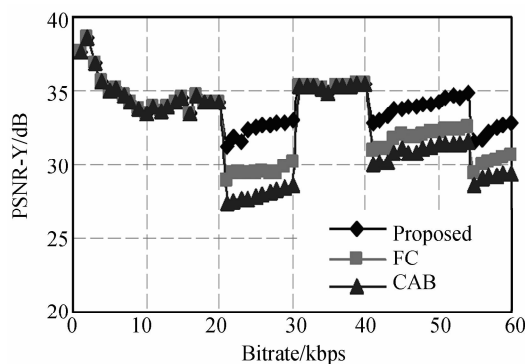


图 6 PLR=5%的“Table tennis”序列 PSNR 值
Fig. 6 Comparison of the PSNR performance on Table tennis sequence with 5% PLR

图 7 给出了本文算法和 FC、CAB 算法对“Coastguard”序列第 65 帧的主观视觉效果比较,在该序列的第 62 帧发生帧丢失并进行了错误掩盖. 图 7(a)为无差错的第 65 帧图像. 由于第 62 帧丢失,第 65 帧的图像出现质量下降,图 7(b)和(c)为 FC 方法和 CAB 方法恢复后的效果,图中的两艘船的轮廓已经严重损害,图像中出现较多模糊块,有明显的块效应. 图 7(d)为本文算法的掩盖效果,本文方法在对运动矢量进行估计时,已经综合考虑了对整个序列的误差扩散影响,所以虽然图像质量也有下降,但基本能看出图中物体轮廓,块效应较少. 说明本文方法对序列中后续帧的恢复效果好于其他两种方法.

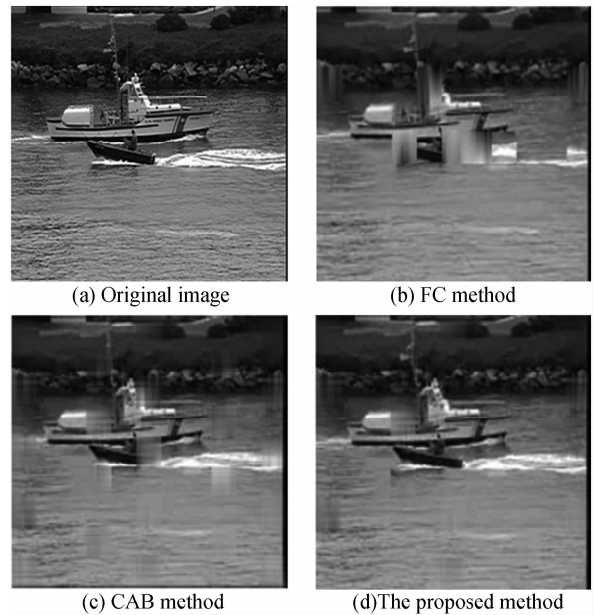


图 7 Coastguard 序列的主观视觉质量比较
Fig. 7 Comparison of visual quality on Coastguard sequence

3 结论

针对整帧图像丢失的情况,提出了一种基于多参考帧运动矢量外推的整帧丢失错误掩盖算法. 利用多个参考帧的运动矢量外推得到丢失块的候选运动矢量集,在整个视频序列中估计整帧丢失造成的误差传递,选择丢失帧的最优运动矢量,然后采用自适应的重叠块运动补偿算法重建丢失帧. 最后通过模拟实验验证了算法的性能. 实验结果表明,该算法在主客观视觉质量上都优于传统方法,有助于降低视频序列中帧丢失引起的误差扩散影响.

参考文献

- [1] CAO Ning, HU Jian-rong, MA Yin-song. Error concealment algorithm for entire frame loss based on optical flow estimation [J]. *Journal on Communications*, 2007, **28**(5): 127-140.
曹宁,胡建荣,马银松. 基于光流估计的整帧恢复算法[J]. *通信学报*, 2007, **28**(5): 127-140.
- [2] BACCICHET P, BAGNI D, CHIMIENTI A, et al. Frame concealment for H. 264/AVC decoders [J]. *IEEE Trans on Consumer Electronics*, 2005, **51**(1): 227-233.
- [3] YANG Ren-er, JIN Wei, ZENG Xing-bin. Low complexity multiple description coding based on regions of interest [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2008, **37**(2): 388-390.
杨任尔,金伟,曾兴斌. 基于感兴趣区域的低复杂度多描述编码方法[J]. *光子学报*, 2008, **37**(6): 1267-1271.
- [4] ITU-T REC, H. 264/ISO/IEC 11496-10, Final draft international standard of joint video specification [S]. JVT-G050, 2003.
- [5] BELFIORE S, GRANGETTO M, MAGLI E, et al. Concealment of whole frame losses for wireless low bit-rate video based on multiframe optical flow estimation [J]. *IEEE Trans on Multimedia*, 2005, **7**(2): 316-329.

- [6] PENG Qiang, YANG Tian-wu, ZHU Chang-qian. Block-based temporal error concealment for video packet using motion vector extrapolation[C]. *IEEE International Conference on Communications, Circuits and Systems and West Sino Expositions*, 2002, **1**:10-14.
- [7] CHEN Yu, YU Kim, LI Jiang, *et al.* An error concealment algorithm for entire frame loss in video transmission [C]. *Proceedings of Picture Coding Symposium*, 2004, **12**:15-17.
- [8] LEE Yen-Chi, ALTUNBASAK Y, MERSEREAU R M. Multiframe error concealment for MPEG-Coded video delivery over error-prone networks [C]. *IEEE Trans on Image Processing*, 2002, **11**: 1314-1331.
- [9] BANDYOPADHYAY S K, WU Z, PANDIT P, *et al.* An error concealment scheme for entire frame losses for H. 264/AVC[C]. *IEEE Sarnoff Symposium*, 2006, **3**:1-4.
- [10] AI Da, CHANG Yi-lin. A novel spatial image error concealment method[J]. *Acta Photonica Sinica*, 2008, **37** (2):388-390.
艾达,常义林.一种新的空间域图像错误掩盖方法[J].光子学报,2008,**37**(2):388-390.
- [11] LIE Wen-nung, GAO Zhi-wei. Video error concealment by integrating greedy suboptimization and Kalman filtering techniques[J]. *IEEE Trans on Circuits and Systems for Video Technology*, 2006, **16**(8):982-992.
- [12] ITU-T VCEG-M77. Common test conditions for RTP/IP over 3GPP/3GPP2—software and amendments[C]. *VCEG (SG16/Q6), XIV Meeting*, 2001.

An Error Concealment Algorithm for Whole Frame Loss Based on Multiple-frame Extrapolation

TANG Hao-yang, SHI Hao-shan, ZHANG Zhao-lin

(College of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: To solve the error propagation of whole frame loss in video transmission, a whole frame error concealment algorithm based on multiple-frame extrapolation is presented. Bidirection motion vector extrapolation method from available neighboring frames is used to get the motion vection candidate sets of the lost frame. A weighted multi-frame boundary matching errors criterion is presented to estimate the distortion of both the lost frame and its succeeding frame, and the optimal motion vection is determined from the motion vection candidate sets. Finally, adaptive overlapped blockmotion compensation is used to reconstruct the lost frame. Simulation results show that the presented algorithm can recover the lost frame and effectively suppress error propagation. Compared with other conventional methods, the proposed algorithm achieves 0.5~1 dB gain in terms of average PSNR and provides much better error concealment results.

Key words: Error concealment; Whole frame loss; Motion vection extrapolation; Overlapped block motion compensation



TANG Hao-yang was born in 1975. He is currently a Ph. D. degree candidate at Northwestern Polytechnical University and his research interests focus on multimedia communications, error resilience techniques and streaming media.



SHI Hao-shan was born in 1946. He is a professor and Doctoral Supervisor at Northwestern Polytechnical University, and his research interests focus on data communication, multimedia communication and network technology.