

一种针对 wedgelet 重建图像的空域自适应去块效应算法

谢 芳, 段 昶, 曹建蜀

(电子科技大学 电子科学技术研究院, 四川 成都 611731)

摘 要: 提出一种针对 wedgelet 重建图像的空域自适应去块效应算法. 算法针对不同图像块之间块效应的强弱程度, 合理调整块边缘滤波像素的个数, 从而实现自适应地消除块效应. 仿真结果表明, 该算法在较好地保留了图像的纹理和边缘的同时能有效地去除图像的块效应.

关键词: 多尺度; Wedgelet 变换; 重构图像; 块效应

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2014)06-0057-03

Adaptive De-blocking Algorithm for the Wedgelets Reconstructed Image

XIE Fang, DUAN Chang, CAO Jian-shu

(Research Institute of Electronic Science and Technology,
University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: In this paper, a novel adaptive de-blocking algorithm for the wedgelet reconstructed image is proposed which can reduce the boundaries' discontinuities according to the strength of blocking artifacts. From the experiments, the proposed method can effectively reduce the artifacts and improve the PSNR. And the improvement of PSNR is better than several conventional de-blocking methods based on weighted-sum.

Key words: multi-scale; wedgelet transform; reconstructed; blocking artifacts

1 引言

对图像进行 Wedgelet 变换, 实现了对图像边缘轮廓的有效描述, 但却遗漏了各个宏块间的相关性信息, 从而导致图像重构后在块边界处产生不连续的现象, 形成明显的块边界, 即块效应, 块效应的产生降低了图像的主观视觉质量. 除了变换方法, 压缩比的大小也影响着块效应的严重程度, 无论是基于块的传统变换还是 Wedgelet 变换, 其压缩比的大小与块效应的严重程度呈正相关.

具体说来有前处理和后处理两种消除块效应的方法. 在编码器端通过采用不同的编码方案来使块效应得到减弱的方法即前处理, 而后处理是指在不修改编码方式的基础上通过在解码器端提高重构图像的质量来消除块效应. 其中后处理去除块效应是当今去除块效应算法中的主流算法, 如基于凸集投影(POCS)理论的迭代算法, 基于最大后验概率

(MAP)的方法, 空域滤波算法等. POCS 理论的迭代算法^[1]不仅能消除块效应, 还可以在在一定程度上对图像的细节进行保持, 但是该算法存在迭代且一次迭代包含一次 DCT 和 IDCT 变换这些都导致其算法的运算复杂度较高, 实时性差, 且由于平滑限制条件的存在使得在消除块效应的同时会对图像原有的频率分量带来损伤. 基于 MAP 方法^[2]在消除块效应和保持图像的细节方面效果均较为明显, 但其在计算速度和缺陷去除方面却较差. 空域滤波算法在消除块效应时利用了图像块边缘的方向性和邻块像素间的空域相关性, 因此消除效果较好, 但由于其边缘自适应有理滤波器模板固定, 不能较好地针对不同区域块效应强弱程度不同这一特点来进行滤除从而使其对块效应较强的区域得不到很好的滤除. 本文提出了一种基于 Wedgelet 变换的图像空域自适应去除块效应算法.

2 基于 Wedgelet 变换的图像空域自适应去块效应算法

2.1 多尺度 Wedgelet 变换

为了克服传统二维小波变换在方向性、稀疏性等方面的不足,提出超小波变换这一概念,其中 Donoho 提出的 Wedgelet 理论^[3]是一种在对原图像进行分块的基础上对图像边缘轮廓进行近似的有效方法.简单说来 Wedgelet 变换即在一个图像子块(dyadic square)中通过画一条线段将它分成两个楔块,每一个楔块用唯一的灰度值表示.这样就使得该子块的性质通过该线段在子块中的相应位置和两个灰度值被近似刻画了出来. Wedgelet 与传统小波相比其是直接在二维定义的,将其用于图像分析时,能更好地对图像中“线”和“面”的特征进行捕捉.

具体说来 Wedgelet 是定义在正方形 S 上的分段常函数,沿贯穿 S 的直线 l 中断,在 l 两侧分别为常值.每个 Wedgelet 可对某一局部图像区域中的直边缘进行简明表示.如图 1 所示,某一块上的 Wedgelet($S; v_1, v_2, m_a, m_b$)能仅用 4 个参数来表示:其中两交点(v_1, v_2)用于表示 l 的方位即线段 l 与正方形 S 边界的交点, l 两侧的函数值为唯一固定的灰度值 m_a 和 m_b .如果在整个 S 上为常数的函数是一种 l 不穿过 S 的特殊的 Wedgelet,称为退化的 Wedgelet,用一个参数 M 表示其函数即可.

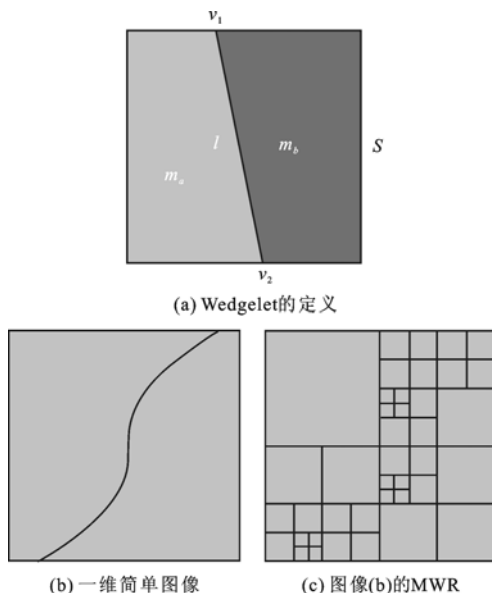


图 1 Wedgelet 示意图

由于每一个 Wedgelet 可以表示某一局部图像区域中的直边缘,针对区域直边缘变换的急慢不同, Wedgelet 变换中引入了粗尺度和细尺度:边缘缓慢

变化的区域可以用少量粗尺度 Wedgelet 表示,而快速变化的区域可以用大量的细尺度 Wedgelet 来表示.多尺度 Wedgelet 分析^[4]包括两个组成部分:多尺度 Wedgelet 分解(MWD)和多尺度 Wedgelet 表示(MWR). MWD 是指先将图像划分成各尺度图像块,并将每个图像块用 Wedgelet 对其进行近似. MWR 利用 MWD 的结果,参考其代价函数选择出图像的最佳划分,并为每个划分块选出最优的 Wedgelet 表示,从而多尺度地分段近似图像的边缘轮廓.

2.2 自适应去块效应算法

在重构基于分块压缩的图像时所产生的块效应表现为相邻块边缘像素的灰度呈现较为一致的跳变,但由于 HVS(Human Vision System)的特性^[5],即人眼对块效应的察觉程度受相邻块的块内纹理的影响.因此,有必要针对不同图像块之间块效应的强弱程度(由于相邻块的块内纹理导致的视觉上的强弱程度),自适应地消除块效应.如图 1 所示,由于块内纹理的差异性,图 2(a)中块效应的程度明显强于图 2(b)中的块效应程度.

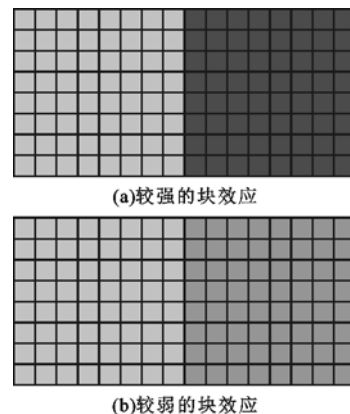


图 2 相邻块的块效应程度

如图 3 所示,粗实线代表相邻块的分界, r 代表待滤波像素的个数,若现在待滤波的像素为 K, L, M, N, O, P 则 r 的值为 6, r 的值随块效应的强弱程度而改变,且对于大小为 $N \times N$ 的块, $r < N$. 如图 4(a) 所示若块效应较弱则可能只需对 M, N 两像素进行滤波,如图 4(b) 所示若块效应较强则可能需对 K, L, M, N, O, P 六点像素进行滤波,从而实现针对不同图像块之间块效应的强弱程度,采用不同的自适应函数来消除块效应.若对于任一点 x ,以 $f(x)$ 代表 x 点处的像素灰度, $\hat{f}(x)$ 代表 x 点处滤波后得到的像素灰度,则针对某一点 x 的滤波结果为

$$\hat{f}(x) = (1 - (p+1)/r) \times (u - v) + v; \quad p \in [1, r]$$

$$u = (f(a_1) + \dots + f(a_{r/2})) / (r/2);$$

$$v = (f(a_{r/2+1}) + \dots + f(a_r)) / (r/2); \quad (1)$$

式中, p 为 x 点相对于所有待滤波像素的位置, 在计算 L 的滤波结果时 p 取 2, p 的取值竖直方向按从上到下排序, 水平方向按从左到右排序. a_i 代表相对于所有待滤波像素其位置在 i 点的像素.

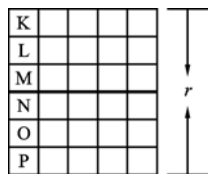


图3 沿着块边界的待滤波像素

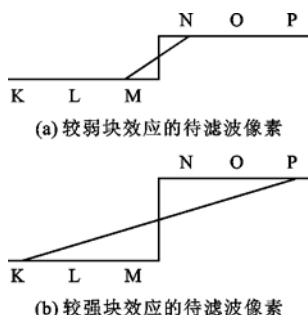


图4 块效应强弱程度的两种情况

为了验证本文算法的有效性, 将该算法作用于去除强弱两种程度的块效应, 其去除结果如图5所示, 算法自适应的根据块效应程度的强弱选择合适的 r 的值. 在图5(a)中, 由于存在的块效应程度比图5(b)中的块效应程度弱, 在主观视觉方面, 当其 r 的为 90 时块效应得到了很好的去除, 而图5(b)当其 r 的值为 160 时其块效应才能得到很好的去除.

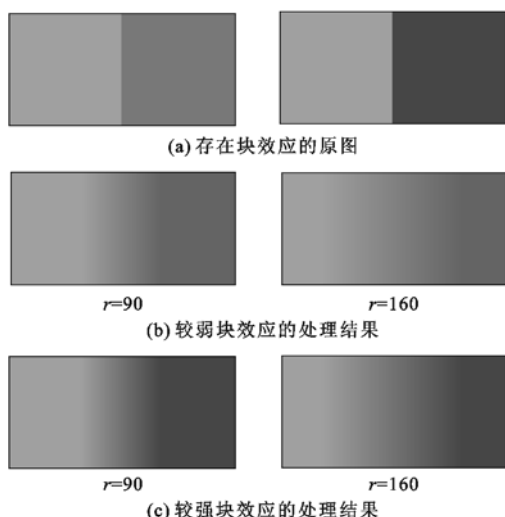


图5 本算法对存在块效应的相邻块边界处理

2.3 算法流程

本算法基于对原图像进行多尺度 Wedgelet 变换后根据得到的宏块边缘位置信息对宏块边缘存在的块效应进行去除处理, 具体步骤如下:

- (1) 对原图像进行多尺度 Wedgelet 变换;
- (2) 对变换后的编码结果进行解码得到原图像的 Wedgelet 变换解码图及宏块边缘的位置信息;
- (3) 根据宏块边缘的位置信息找到存在块效应的两相邻块的位置;
- (4) 根据式(1)对存在块效应的宏块中的待滤波的像素值进行滤波, 将滤波完成后像素的均方误差作为衡量标准, 采用粗调、细调相结合的方式确定滤波宽度 r 的值. 首先根据宏块大小选择合适的初始步长遍历 r 的值且 $r \in [1, N]$ (该宏块的大小为 $N \times N$), 选择去除块效应效果最优的 r_1 和去除块效应效果次最优的 r_2 , 然后缩小步长遍历在 r_1 和 r_2 之间的值, 以此类推最后选择去除块效应效果最优的 r 值;
- (5) 若宏块处理完毕则完成块效应的去除, 输出图像, 否则根据宏块边缘的位置信息找到下一个存在块效应的两相邻块的位置并转至步骤(4).

3 实验结果

为验证本文算法的有效性, 本文以后处理图的峰值信噪比 PSNR 作为算法的性能测度. 实验选取 256×256 大小的 lena 和 bird 作为测试图像. 每幅图均采用了多尺度 Wedgelet 变换. 实验结果表明相比于文献[6]和文献[7]提出的算法, 本文算法提高了图像的视觉质量.

表1为多尺度 Wedgelet 变换解码图及各种算法的后处理图所对应的 PSNR. 通过比较不难发现, 经本文算法处理后图片的 PSNR 较文献[6]和文献[7]的都要高, 尤其对 Bird 图像的处理结果, 本文算法明显优于文献[6]和文献[7]两种算法. 表1表明, 本文算法在很好去除了块效应的同时保留了图像的边缘和纹理信息, 得到了最好的峰值信噪比.

表1 块效应消除的 PSNR 值对比 (PSNR) dB

实验图像	多尺度 Wedgelet 变换解码图	文献[6]算法	文献[7]算法	本文算法
Lena	27.112 6	27.120 1	27.240 1	27.257 4
Bird	27.662 5	27.730 1	28.189 1	28.430 5

4 结束语

本文提出了一种基于后处理技术的去除块效应算法, 根据垂直及水平相邻块之间块效应的强弱程度自适应地选择不同的滤除宽度, 且在宽度的选择

(下转第63页)

5 结束语

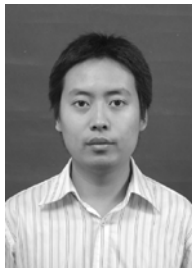
本文提出了一种CRC计算的多级分块快速配置方法,实验表明相对于并行位宽的增大,通道数的增加更能够提高运算性能.根据快速配置方法,通过硬件集成与实现^[9-11]鲁棒、高速的可变多级分块多通道CRC电路,提高运算性能需要进一步的探讨.

参考文献:

- [1] Tanenbaum A S. Computer networks[M]. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- [2] Ji H M, Killian E. Fast parallel CRC algorithm and implementation on a configurable processor[C]//2002 IEEE International Conference on Communications. CA, USA:IEEE, 2002:1813-1817.
- [3] 徐展琦,裴昌幸,董淮南.一种通用多通道并行CRC计算及其实现[J].南京邮电大学学报:自然科学版, 2008,28(2):53-57.
- [4] Nguyen G D. Fast CRCs[J]. IEEE Transactions on Computers, 2009,58(10):1321-1331.
- [5] Do Y J, Yoon S R, Kim T Y, et al. Highspeed parallel architecture for software based CRC[C]//2008 Consumer Communications and Networking Conference. NV, USA:IEEE, 2008:74-78.

- [6] Gajic Z. 线性动态系统与信号[M]. 王立琦,译. 西安:西安交通大学出版社,2004.
- [7] 梁海华,盘丽娜,赵秀兰,等. CRC查询表及其并行矩阵生成方法[J]. 计算机科学, 2012(S1):154-158.
- [8] 李双喜. 快速循环冗余校验编码方法及装置:中国, 200910085524.4[P]. 2010-12-01.
- [9] 王江,张盛兵,袁晓林. 面向IP复用的可配置并行CRC计算模块设计[J]. 计算机工程与科学, 2009, 31(1):103-105.
- [10] 阳璞琼,何怡刚,谭阳红,等. 超高频RFID系统CRC电路设计[J]. 电路与系统学报, 2009, 14(2):18-21.
- [11] 袁海洋,江先阳,刘锋,等. 应用于ROHC的CRC算法硬件实现[J]. 微电子学, 2011, 41(5):736-740.

作者简介:



梁海华 男,(1981-),硕士,讲师.研究方向为计算机数据通信、网络安全.

盘丽娜 女,(1981-),硕士,讲师.研究方向为通信网络规划与信道容量优化.

(上接第59页)

时采用粗调、细调结合的方式确定 r 的值,既能对图像各区域的方块效应有很好的去除效果,又能很好的对图像的纹理信息进行保护,进而更有效地去除块效应.

参考文献:

- [1] Tai S C, Chen Y R, Chen C Y, et al. Low complexity deblocking method for DCT coded video signal[J]. IEEE Proceedings Vision, Image and Signal Processing, 2006, 153(1):46-56.
- [2] Shen Meiyin, Kuo C C J. Review of postprocessing techniques for compression artifact removal[J]. Journal of Visual Communication and Image Representation, 1998,9(1):2-14.
- [3] Lisowska A. Moments-based fast wedgelet transform[J]. Math Imaging Vis, 2011, 39(2):180-192.
- [4] Friedrich F, Demaret L, Führ H, et al. Efficient moment computation over polygonal domains with an application to rapid wedgelet approximation[J]. SIAM J.

Scient. Comput., 2007,29(2):842-863.

- [5] Karunaseker S A, Kingsbury N G. A distortion measure for blocking artifacts in image based on human visual sensitivity[J]. IEEE Trans. on Image Processing, 1995, 4(6): 713-724.
- [6] Reeve H, Lim J. Reduction of blocking effect in image coding[C]//Acoustics, Speech, and Signal Processing; IEEE International Conference on ICASSP '83. Boston, 1983(8):1212-1215.
- [7] Zhang Xuequan, Gu Xiaodong, Sun Huixian. Deblock algorithm for compressed image based on adaptive space domain filtering[J]. Computer Engineering, 2009, 35(4): 218-220.

作者简介:

谢芳 女,(1988-),硕士研究生.研究方向为图像处理.

段昶 男,(1979-),博士研究生.研究方向为图像处理.

曹建蜀 男,(1970-),博士研究生,硕士生导师.研究方向为信号处理.