

一种新的基于 DCT 的图象编码法

詹青 黎绍发

(华南理工大学计算机工程与科学系, 广州 510641)

摘要 针对 JPEG 在高压比情况下, 解压图象的质量较差, 近年来提出了不少改进算法。DCT 的零树编码 (EZDCT)^[1,2] 是效果最好的算法之一, 但其仍无法克服基于 DCT 的算法所固有的缺点——方块效应。此文提出一种层次 DCT 的零树图象编码方法 (EZLDCT), 与 EZDCT 相比, 能较好地消除方块效应; 并且对复杂的图象 (如 “Barbara”, “Goldhill” 等), 在相同压缩比的情况下有更高的 PSNR 值。

关键词 图象压缩, DCT 变换, 零树编码

1 引言

1.1 DCT 变换

因离散余弦变换 (DCT) 对具有 Gauss-Markov-1 统计特性的信号有近似最优的去相关性的能力, 所以被广泛应用于图象编码方面。其变换式如下:

$$C_0 = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} F_k$$

$$C_n = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{k=0}^{N-1} F_k \cos \frac{(2k+1)n\pi}{2N},$$

$$n = 1, \dots, N-1 \quad (1)$$

因为余弦基是非局部的, 对整个图象采取 DCT 变换, 当高频系数被量化时会引起 ringing 效应。另外, 整图 DCT 变换的计算量大, 会引起编码解码的时间长。实用上一般把图象分成小方块, DCT 变换独立地作用在每个方块上。这样虽可限制了 ringing 效应, 但在高压比的情况下却产生方块效应, 这也是基于 DCT 变换压缩法的主要缺陷。JPEG 就是基于 DCT 变换的最著名的图象压缩法。它使用线性量化表和 Z 字形搜索 DCT 系数的方法来量化 DCT 系数。

1.2 零树编码

Shapiro 的子波零树编码方法 (EZW)^[1] 提出利

用子波变换后各层次 LH、HL、HH 子带之间相关性来编码的方案。子波变换后, 位于最高层的 LL 子带的子波系数称为母系节点, 位于同样方向同样空间位置的各细分分辨率的子波系数称为子节点。如果子波系数的幅值小于或等于阈值 T , 则子波系数相对阈值 T 来说是无意义的。零树编码方案是基于以下的假设: 如果在粗分辨率上子波系数相对于阈值 T 是无意义的, 那么在位于同样方向同样空间位置细分分辨率的子波系数相对于阈值 T 来说也是无意义的。EZW 中, 各子带子波系数可用 3 个符号来编码: 有意义值、零树根、孤立零点。其中, 在给定阈值 T 的情况下, 当该点子波系数无意义; 该点不是最细分分辨率子带的节点; 所有各下一层细分分辨率子带的节点都无意义时节点被称为零树根。孤立零点表示该点的子波系数相对于阈值是无意义的, 但其子系节点中有相对于阈值有意义的节点。系数的扫描按以下顺序进行: 子系节点不能在母系节点之前; 如有 K 层子波分解, 扫描先从最低频的 LL^K , 然后按 HL^K 、 LH^K 、 HH^K 次序扫描, 再转向 $K-1 \dots$ 各层的节点。零树编码的算法如下:

- (1) 确定初始阈值 T , 一般 T 是 2 的幂, 并且小于节点系数的最大值而大于该值的一半。
- (2) 将系数节点按上述扫描顺序扫描进主表中。
- (3) 对主表进行扫描, 把表上的节点依据阈值

的解码操作,然后对得到的系数再进行上述变换的反变换,便得到解码图象。

3 更好地消除方块效应的原理

在高压缩比的情况下,EZLDCT 能有效地消除方块效应,其机理可解释如下:编码的第 3 步是 DCT 抽样。经过抽样后,本层输入图因 DCT 分块而产生的边界有一半将落入更高层的输入图的 DCT 分块内,于是原来由这些边界产生的方块效应被消除了。图 3 是 8→4 抽样的例子。可以看到,图中每层序数为基数的边进入更高层时都落入 DCT 的分块内。

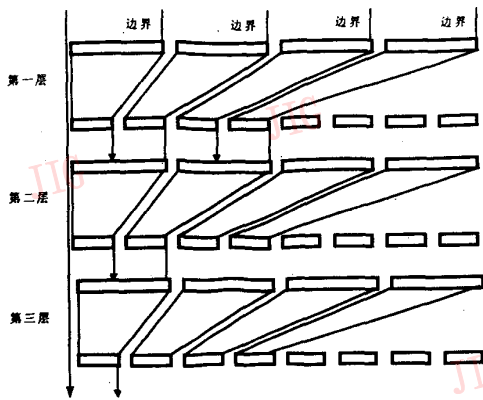


图 3 层式 DCT 变化消除方块效应

Fig. 3 Reduction of blocking artifacts by edge filtering

4 实验结果

我们用 8bpp 的标准测试图 512×512 “Barbara”和“Goldhill”来测试 EZLDCT。测试时 EZDCT 与 EZLDCT 都采用 32×32 的 DCT 变换,其中 EZLDCT 采用的层数为 2。“Barbara”与“Goldhill”都是比较复杂的图象,其细节块多,而平滑块较少。本来细节比较复杂的图象能弱化人眼对方块效应的反应,但在高压缩比的情况下,EZDCT 方法产生的方块效应仍较明显。而 EZLDCT 产生的图象则较平滑。对于“Barbara”,压缩比相同时,EZLDCT 在大多数的情况下比 EZDCT 有更高的 PSNR 值。而对于“Goldhill”,EZLDCT 则在所有压缩比相同的情况下,比 EZDCT 有更高的 PSNR 值。编/解码的时间开销方面,相同设备条件下,以秒为单位来测量,EZLDCT 编码所需时间比 EZDCT 稍微多一点,

解码时间则相同。在奔腾 100,16M 内存的兼容机上编码,EZDCT 耗时 5 秒,EZLDCT 耗时 6 秒;解码,两者同为 2 秒。

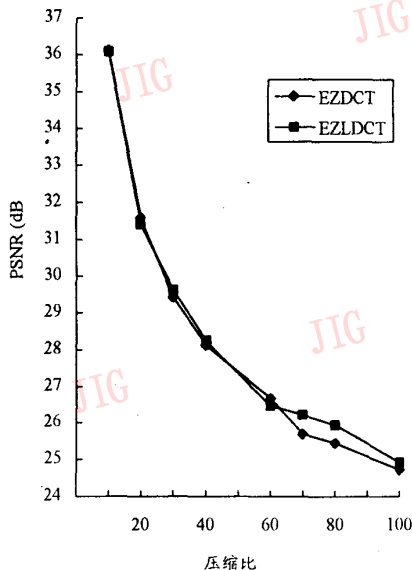


图 4 Barbara 的测试结果

Fig. 4 "Barbara" test result

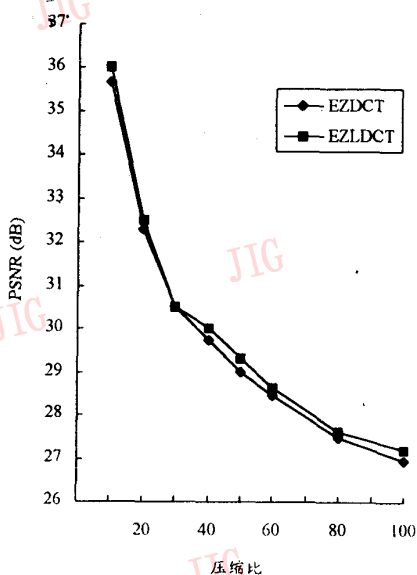


图 5 Goldhill 的测试结果

Fig. 5 "Goldhill" test results



(a) (b) (c)

(a)原图;(b)EZDCT32,PSNR=29.4;(c)EZLDCT32,PSNR=29.8
 (a) Original; (b) EZDCT, PSNR=29.4; (c) EZLDCT, PSNR=29.8

图6 Barbara 测试图在 0.26bpp 时的比较

Fig.6 Detail from "Barbara" at 0.26bpp



(a) (b) (c)

(a)原图;(b)EZDCT32,PSNR=29.7;(c)EZLDCT32,PSNR=30
 (a) Original; (b) EZDCT, PSNR=29.7; (c) EZLDCT, PSNR=30

图7 Goldhill 测试图在 0.2bpp 时的比较

Fig.7 Detail from "Goldhill" at 0.2bpp

参考文献

- 1 Shapiro J. Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients. IEEE Transactions on Signal Processing, 1993, 41(12): 3445~3462.
- 2 Monro D M, Dickson G J. Zerotree Coding of DCT Coefficients, ICIP97
- 3 Kuan Hui Tan, Mohammad Ghanbari. Layered Image Coding Using the DCT Pyramid. IEEE Transactions on Image Processing,

- 1995,4(4):512~516.
- 4 Xiong Z, Guleryuz O, Orchard M T. A DCT-based embedded image coder. IEEE Signal Processing Letters, 1996,3 (11).
- 5 Monro D M, sherlock B G. Optimal quantization strategy for DCT image compression. IEE Proc. Vision, Image and Sig. Proc, 1996 43(1):10~14.
- 6 Ranganthan N, Romaniuk S G, NamudunK R. A lossless image compression algorithm using variable size block segmentation. IEEE Trans. Image Processing, 1995,4(10):1396~1407.



詹青,华南理工大学计算机系硕士研究生,研究方向:图象压缩编码,主要是研究基于 DCT、子波和分形的图象编码方法。



黎绍发,华南理工大学计算机系副教授,硕士研究生导师。研究方向:计算机图象处理及模式识别。

A New DCT-Based Image Coding Method

Zhan Qing, Li Shaofa

(Computer Science Department, South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract Since JPEG does not perform well at high compression ratio, many algorithms have been proposed recently to get better performance. One of the best is EZDCT^[1,2]. But it still can not overcome the inherent wackiness of DCT based algorithm— blocking artifacts. In order to solve the problem, an algorithm, namely the embedded zerotree for layered DCT (EZLDCT) is proposed in this paper. Compared with EZDCT, it can reduce blocking artifacts efficiently and gain better image quality for complex images, such as "Barbara" and "Goldhill" etc., at the same compression ratio.

Keywords Image compression, DCT, Zerotree coding

广州市电信局 ISDN 商业信息网采用 VTEL 美国视讯公司多媒体会议电视设备

中国广州 1997 年 12 月 12 日讯, VTEL 美国视讯公司代理商——北京市摩联多媒体电信技术有限责任公司(以下简称 BML)与广州市电信局签定正式合约。广州市电信局订购近百套 VTEL 桌面型多媒体会议电视系统 Smart Station。

广州市电信局是国内最早建设 ISDN 商业网的电信局。早在 1996 年底,经过多家 ISDN 终端设备厂家的互连互通测试, VTEL 公司的桌面型 ISDN

产品 VPC 以其清晰的图象、简单方便的操作界面一举夺魁。广州市电信第一个 ISDN 商业网就订购 20 了套 VTEL 桌面型多媒体会议电视系统。

经过一年多与广州市电信局的合作, BML 以其商业信誉好、产品服务好赢得了广州市电信局的信任和肯定。在广州市 ISDN 商业网实用化越来越成熟之际, 双方再次合作签约。