

一种新的基于块 DCT 的嵌入式编码算法

陈 宁¹, 曹灿云¹, 王延求²

CHEN Ning¹, CAO Can-yun¹, WANG Yan-qiu²

1.中南大学 信息科学与工程学院, 长沙 410083

2.中国人民解放军 91388 部队

1.School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China

2.Unit 91388 of Chinese PLA

E-mail: yuo141424@sina.com

CHEN Ning, CAO Can-yun, WANG Yan-qiu. New embedded code algorithm based on block-DCT. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(34): 159-160.

Abstract: Through studying on the traditional DCT algorithm, connecting the EZW algorithm, then bring to the thought of bit-plane, a new embedded algorithm based-on BDCT is presented. This new method uses of the strong point of DCT it transform easily, meanwhile, and chooses a group data of threshold value, which to be used to check the importance of transform coefficient, puts the transform coefficient in order from the most important to the least important, and sends out the coding follow this order, then the output bit stream is embedded, and supports progressively transmit. To the block artifacts of BDCT, to use the relations among the artifacts, this paper adopts the different strength filtering methods to eliminate the block artifacts. The result indicates the method get compression rate at the same time, and presents a good quality of image, and reduces the block artifacts efficiently.

Key words: Discrete Cosine Transform(DCT); embedded; Embedded Zerotree Wavelet(EZW); bit-plane

摘 要: 在研究传统的离散余弦变换(DCT)编码算法的基础上, 结合嵌入式零树小波(EZW)算法, 引入位平面编码思想, 提出了一种新的基于块 DCT(BDCT)的嵌入式编码算法。该方法充分利用了 DCT 变换实现简单的特点, 通过选择一组阈值, 逐个阈值对变换系数进行重要性检查, 按照重要性从最重要到最不重要的顺序排序依次对变换系数进行编码输出, 这样就使得输出码流具有嵌入的特性, 支持渐进传输。对于 BDCT 存在的块效应, 利用块间关系, 采用不同强度的滤波方法消除块效应。实验结果表明, 该方法在获得较高压缩比的同时, 呈现出比较好的图像质量, 同时还有效地减少了块效应。

关键词: 离散余弦变换; 嵌入性; 嵌入式零树小波编码算法; 位平面

DOI: 10.3778/j.issn.1002-8331.2009.34.048 **文章编号:** 1002-8331(2009)34-0159-02 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP301.6

1 引言

目前, 在 JPEG、MPEG、H.261、H.263 等国际标准中, 压缩编码采用的变换算法都是 DCT。在这些标准中, 都把图像分成 8×8 的子块, 对每个子块进行 DCT, 然后采用变长编码 (Variable Length Coding, VLC) 算法对 DCT 系数进行编码。由于编码算法采用的是 VLC 编码, 因此编码后的图像不具有嵌入性, 即当码流在中间被截断时, 图像将无法恢复, 这非常不利于图像的网络传输和无线传输。

在基于小波的静止图像编码, 如 EZW^[1]、SPIHT^[2]、SPECK^[3]、EBCOT^[4] 等中, 充分利用了小波系数的分布规律, 其按重要性排序和分级量化的思想被许多编码算法所采用, 并且它们都采用了高效的位平面量化方法, 这样就使得编码码流不但具有较高的压缩比, 而且具有很好的嵌入式。为了使得基于 DCT 的编码

码流也具有嵌入性, 把基于位平面的编码思想引入到 DCT 变换编码之中是非常必要的。近年来, 在对 EZW 改进的基础上, 探索基于 DCT 的嵌入式图像编码技术, 已经成为图像、视频编码技术的研究热点。Xiong Xiongzi 等基于小波零树的相似结构, 提出了嵌入式的图像编码算法^[5](EDCT), 获得了具有码率可伸缩性的图像码流, 但该方法并没有注意到编码符号表过大的特点, 相似的缺点也体现在文献^[6]。

鉴于此, 该文充分考虑到 DCT 系数能量主要集中在低频以及高频中对应于图像边缘、轮廓的地方, 其余地方取值大部分为 0 的特点, 在总结传统的基于 DCT 变换编码算法的基础上, 结合 EZW 算法, 引入位平面编码思想, 提出了一种新的基于 BDCT 的嵌入式编码算法, 使编码后的码流具有嵌入式特点, 支持渐进式传输和储存。

作者简介: 陈宁(1970-), 女, 博士, 副教授, 硕导, 主要研究方向: 电路理论、数字信号处理; 曹灿云(1981-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 数字图像处理; 王延求(1982-), 男, 助理工程师。

收稿日期: 2008-07-01 **修回日期:** 2008-09-16

2 基于 BDCT 的嵌入式编码算法

2.1 EZW 编码方法

对于一个小波系数 x , 取一个给定的阈值 T , 如果 $|x| < T$, 则称 x 是不重要的。如果一个小波系数在一个粗的尺度上关于给定的阈值 T 是不重要的, 之后在较细的尺度上在同样的空间位置中的所有小波系数也关于阈值 T 是不重要的, 则称这些小波系数形成了一个零树。正是通过这种零树结构, 使描述重要系数 ($|x| \geq T$) 的位置信息大为减少。在 EZW 算法中, 孤立零点 (IZ) 表示当前系数值是不重要的, 但它的的子孙系数中至少有一个是重要的。正/负重要系数 (POS、NEG) 表示当前系数是一个正/负的重要值。零树 (ZTR) 则表示一个根系数与它的所有子孙系数都是不重要的。在用以上 4 个符号编码量化小波系数时, 采用的是逐次近似量化大的策略, 在编码和解码的过程中始终保持主表和副表两个列表。主表包括不重要系数, 其输出信息主要是起到了恢复各重要之的空间位置作用; 副表包括编码中的有效信息^[7]。首先给出初始阈值, 一般取 2 的幂, 以后每次扫描, 阈值降为上次的一半, 直到满足条件为止。

2.2 位平面编码方法

位平面编码就是从具有非零比特的最重要的位平面开始到最不重要的位平面 (第 0 位平面) 为止, 编码扫描到的每一个比特, 编码过程可以根据压缩比要求在任意一点截止。采用位平面编码的好处就在于不仅使码流具有嵌入性的特点, 可以提供细粒度的可扩展能力, 还可以保证图像的重要部分能够优先编码, 这样在码流被截断时解码器仍可以获得图像的重要信息^[8]。

提出的基于 BDCT 的嵌入式编码算法就是通过设置一组阈值, 对未编码的变换系数进行重要性检查, 重要的系数即反映图像重要信息的系数优先编码, 再对次要系数即反映图像精细结构的系数进行编码, 最后是对最不重要的系数进行编码, 这种方法类似于位平面编码方法, 其对应关系可以用图 1 进行类比。

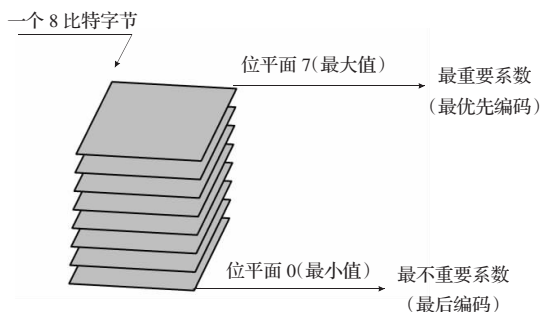


图1 位平面编码方法应用于 BDCT 编码算法类比图

2.3 BDCT 的嵌入式编码算法

将上面介绍的 EZW 编码算法和位平面思想相结合融合到 DCT 编码算法中, 就形成了基于 BDCT 的嵌入式编码算法, BDCT 编码算法的流程框图见图 2, 该算法可归纳为以下几个主要步骤。

(1) 选择阈值

对于整个 DCT 系数矩阵, 算法应用一系列的阈值 $T_0, T_1, T_2 \dots T_{i-1}$ 来确定 DCT 系数的重要性, 其中 $T_i = T_{i-1}/2$, 初始阈值初始阈值 T_0 按如下条件选择, $T_0 = 2^M$, 其中 $M = \text{lb}(\max(|X_i|))$, X_i 所有变换系数。

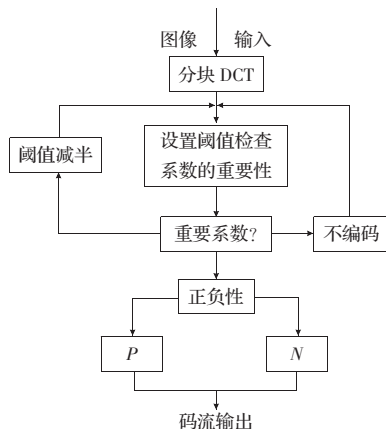


图2 BDCT 算法框图

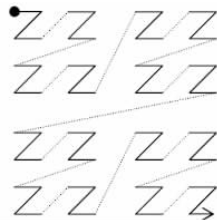


图3 扫描方式

(2) 扫描编码

编码分为主、辅两个过程。在主扫描过程中, 设定阈值为 T_{i-1} , 按图 3 所示顺序对变换系数进行扫描编码, 输出符号 P 和 N 表示已处理过的元素, P 表示在当前阈值下为正重要值, N 表示为负重要值, 根据编码的需要建立一个位置记录信息表, 以便在扫描时确定不重要系数以及零系数的位置, 解码时可以根据码流信息自动确定系数的位置, 对不重要系数不进行编码, 只是在传输过程中根据位置记录信息表自动补零即可。在扫描过程中, 用一个主扫描表记录这些输出符号, 该次扫描结束后, 将输出符号为 P 和 N 的系数在数组中标记或置为零, 这样当阈值减小时, 不会对其反复编码。在辅过程中, 对主表中的重要系数进行细化, 对阈值来 T_{i-1} 说, 重要系数的所在区间为 $[T_{i-1}, 2T_{i-1}]$, 若重要系数位于 $[T_{i-1}, 1.5T_{i-1}]$ 则用符号“0”表示, 否则用符号“1”表示。输出的符号“0”或“1”用一个辅扫描表记录。编码在两个过程中交替进行。之后将阈值减半, 开始新一轮的扫描和编码。

(3) 输出解码信号

编码器输出两类信息: 一类是给解码器的信息, 包括阈值、主扫描表和辅扫描表; 第二类是用于下次扫描的信息。

3 后处理

由于该文算法是基于块离散余弦变换 (BDCT), 因此不可避免地引入块效应, 为了解决这一矛盾, 在解码端增加后处理环节, 这种方法既不要修改现行的压缩标准^[9], 又可以消除块效应, 主要采用类似于文献 [10] 的方法, 为了尽可能减少块效应后处理的计算复杂度, 又适合嵌入式码流, 通过对相邻块之间的多个像素值的计算, 根据块间关系对块进行分类, 而后根据每个块对图像质量的影响而采取不同强度滤波方法进行处理。

4 实验结果分析

运用以上的嵌入式 DCT 编码方式, 对大小 512x512 的 lena 图像进行实验, 在不同的码率下峰值信噪比 (PSNR) 见表 1, 为

表1 图像的实验结果比较 (PSNR)

码率 (bit/pixel)	EDCT (PSNR/dB)	LDCT (PSNR/dB)	EZW (PSNR/dB)	该文算法 (PSNR/dB)
1.00	38.62	37.92	39.55	39.46
0.50	36.00	34.76	36.28	36.06
0.25	32.25	30.84	33.17	32.47

(下转 173 页)