

## 一种块效应图像的处理方法

罗 钧, 焦荣梅

(重庆大学 光电技术及系统教育部重点实验室, 重庆 400030)

**摘 要:** DCT变换以其优良特性被图像和视频的数据压缩编码所广泛采用。通常先把图像分成 $8 \times 8$ 的块, 然后再对图像块做DCT变换, 之后再对DCT系数进行量化, 以压缩掉视觉不敏感的高频信号。而粗糙的量化常常会导致解码图像产生块效应、振铃现象等问题, 从而影响图像的视觉质量。在分析块效应产生原因的基础上, 着重介绍了一种有效改善块效应图像质量的处理方法。由于块效应图像在不同的区域有不同的表现形式, 因此可以根据区域各自的纹理特点采取相应的处理方法。实验证明, 这种处理方法能够有效消除块效应, 同时对图像的亮度和细节损失不大。

**关键词:** DCT; 块效应; 滤波; 后处理

**中图分类号:** TP391.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2007)10-0037-03

## A Method for Improving Blocking Effect Image

LUO Jun, JIAO Rong-mei

(Ministry of Education Key Laboratory of Opto-Electronic Technology and System,  
Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** For its fine performance, DCT transform is widely used in the compression and coding method of image and video data. Generally, the image data are divided into several  $8 \times 8$  blocks, and then the data of the image blocks are transformed to DCT data. After that, the data transformed by DCT, namely DCT transform coefficients are coded after quantization which can compressed the high frequency signals. While rough quantization will result in blocking effect and ring effect in the reconstructed image and the visual quality of the image will be affected badly. Analyzes how the blocking effect raised firstly, and then stresses the algorithm using to weaken the blocking effect. Because the regions of the image have different texture characters, the methods should differ from each other. The experiments demonstrates that this method can remove the blocking effect effectively without blurring the details and lightness of the image.

**Key words:** DCT; blocking effect; filtering; post-processing

## 0 引言

离散余弦变换(DCT)以其计算复杂度适中, 具有可分离性和快速算法、变换矩阵与图像内容无关等特点, 在各种静止图像和视频压缩编码的应用中被广泛采用。然而, 在编码过程中, 如果对整幅图像作DCT变换, 由于变换后的DCT系数和图像中的每个像素都相关, 运算量会非常大。因此对图像进行压缩编码的一般做法是, 首先采用基于块( $8 \times 8$ )的离散余弦变换(BDCT)对图像数据作处理, 再对变换系数进行量化, 然后对量化后的系数编码。虽然BDCT忽略了相邻块之间的相关性, 但是如果直接对变换系数编码, 则解码后的图像数据不会有损失。然而, 为了达到压缩的目的, 需要用量化过程将人眼不敏感的高频分量去掉, 而

如果量化比较粗糙, 则会导致在解码图像中出现块与块之间的不连续性, 也就是所谓的“块效应”。在高压缩比的情况下, 块效应尤为明显, 严重影响解码图像的视觉质量。

## 1 块效应的产生及其表现形式

## 1.1 块效应的产生

设对 $8 \times 8$ 的图像块作DCT变换后的DCT系数为 $F(u, v)$ , 设量化矩阵为 $Q(u, v)$ , 则量化之后的系数 $F_Q(u, v)$ 由下式取得:

$$F_Q = \text{取整数} \left[ \frac{F(u, v)}{Q(u, v)} \right] = \frac{F(u, v)}{Q(u, v)} + e(u, v)$$

其中:  $e(u, v)$  表示量化误差。

在解码端, 对系数矩阵进行反量化, 得到重建系数为:

$$F'(u, v) = F_Q(u, v) \times Q(u, v) = F(u, v) + e(u, v) \times Q(u, v)$$

收稿日期: 2006-12-15

作者简介: 罗 钧(1963-), 男, 重庆人, 副教授, 主要从事智能仪器系统和数码产品研究与开发。

由上式可见,量化误差  $e(u, v) \times Q(u, v)$  将分散在整个重建图像块内,不同图像块的分别处理,会使不同的图像块迭加不同的量化误差,造成各图像块之间的相关性被破坏,在块的边界处会出现不连续。当量化误差过大,这种不连续超过了人眼识别的门限值时,就产生了可见的块效应(如图 1、图 2 所示)<sup>[1]</sup>。



图 1 Lena 原图 图 2 块效应较严重的 Lena 图

## 1.2 块效应的表现形式

由以上分析可知,块效应的出现主要是由分块量化后的量化误差所引起的,但在图像域内随着图像内容的不同块效应也有不同的表现形式<sup>[2,3]</sup>,分为以下几种:

(1) 梯形噪声:在图像的强边缘处出现。在低码率下,DCT 的很多高频系数被量化为零,结果与强边缘有关的高频分量在变换域内不能完全被体现。又因为图像块的分别处理,不能保证穿过块边界的强边缘的连续性,导致在图像边缘处出现锯齿状噪声,称之为“梯形噪声”。

(2) 格形噪声:多在图像的平坦区域出现。在变换域内,直流分量 DC 系数体现了图像块的平均亮度,所以这个系数包含了图像块的大部分能量。在平坦区域,亮度的变化很小,但是如果有亮度的递增或递减,在量化取整时进行了四舍五入,可能会导致 DC 系数越过相邻量化级的判决门限,造成在重建图像中块边界处出现亮度突变,在视觉效果上表现为在平坦区域内出现的片状轮廓,这种噪声称之为“格形噪声”。

(3) 纹理噪声:多出现在图像的纹理区域,是“梯形噪声”与“格形噪声”的综合。由于人眼的“掩蔽效应”,这部分噪声主观感觉不明显。

## 2 块效应的消除

由于块效应在不同的区域有不同的表现形式,因此对不同区域块效应的消除应该采取不同的处理方法。首先将图像区域分为平坦区域和非平坦区域,然后再将非平坦区域分成细节区域和边缘区域分别进行处理(如图 3 所示)<sup>[1,3,4]</sup>。

对解码图像的具体划分方法为:

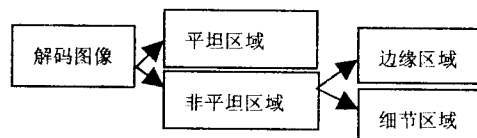


图 3 对解码图像的划分

① 设  $\sigma$  为  $8 \times 8$  图像块灰度值的标准差,由于  $\sigma$  反应的是块内像素灰度值与块内灰度均值的平均偏差程度,所以可以选定一个判决阈值,将  $\sigma$  和该阈值进行比较,当  $\sigma$  小于这一阈值时,认为该块属于平坦区域,而当  $\sigma$  大于这一阈值时,认为该块属于非平坦区域。

② 由于细节区域与边缘区域的  $\sigma$  无明显差别,所以如果定义梯度为相邻像素灰度差的绝对值,则对于一个  $8 \times 8$  的图像块,块内像素梯度的平均值能够反应其相邻像素灰度值的平均变化情况。对于细节区域,像素灰度值变化很频繁,所以块内像素梯度的平均值较大,而边缘区域中只有部分像素的灰度值有较大的变化,因此块内像素梯度的平均值较小。由此可见,如果能选取一个恰当的判决阈值,则可以通过该阈值与块内像素梯度平均值的比较来区分细节区域与边缘区域。

### 2.1 平坦区域转换块内的均值滤波

由于块效应表现为块与块之间的不连续性,所以如果能消除或者减弱这种不连续性,就能消除或在一定程度上消除块效应。为此,可以在平坦区域中采用块边界滤波的方法<sup>[1]</sup>。试验证明,对于格形噪声不是特别严重的图像,块边界滤波能够消除或减弱块效应。然而对于有较严重格形噪声的图像,块边界滤波不但不能起到消除或减弱块效应的作用,反而会在边界处产生明显的块边界双边缘(即产生了新的噪声),即使采用加权平均的方法来改进块边界滤波,效果仍然不能得到明显改善。基于以上原因,笔者考虑在平坦区域  $8 \times 8$  块内用  $3 \times 3$  均值滤波来代替块边界滤波。由于  $3 \times 3$  均值滤波对块内边界像素的滤波要用到相邻块的边界像素,所以能够起到消除或减弱块效应的作用,并且不会产生新噪声。但是,块效应比较严重的图像经块内  $3 \times 3$  均值滤波处理之后,其主观效果无明显改善。

为此,文中在平坦区域定义了转换块,对转换块进行处理(可参考文献[1])。在水平方向将左边块的右半部分与右边块的左半部分组合成转换块,在垂直方向将上面块的下半部分与下面块的上半部分组合成转换块。如果组成转换块的两个半块都在平坦区域,则可以对转换块作平滑滤波。试验中采用如图 4 所示的模板来平滑转换块,结果比较理想。图 5 为对图 2 进行平坦区域处理之后的效果图。从图上可以看出,对

转换块的处理可以有效地消除块效应,而且由于转换块处于平坦区域,所以对图像细节的损失不大。

$$\frac{1}{29} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 5 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

图 4 转换块均值滤波模板

### 2.2 非平坦区域块内的中值滤波

由于非平坦区域中包含细节信息和边缘信息,而中值滤波既能滤除噪声,又能很好地保持图像的边缘和细节,因此用中值滤波器来滤除非平坦区域的残余噪声。通过试验验证,我们认为:5×5 十字中值滤波对边缘区域的处理效果比较理想,而 3×3 十字中值滤波对细节区域的处理效果比较理想,因此选择对边缘区域作 5×5 十字中值滤波,对细节区域作 3×3 十字中值滤波。但是,如果不对滤波器的输出作限定,无条件用中值滤波器的输出来代替当前像素灰度值,则弱边缘和某些细节信息会被模糊掉。因此文中选择仅当滤波器的输出与当前像素灰度差的绝对值小于某一阈值时,才用滤波器的输出替代当前像素的灰度值,否则当前像素灰度值保持不变。图 6 为对图 5 进行非平坦区域处理之后的效果图,即对图 2 的最终处理效果图。可以看出,虽然处理后的图像在细节和亮度方面还是有一些损失,但是这些损失并不影响图像的主观效果。

分别对平坦区域和非平坦区域作了处理之后,图像的块效应已基本被消除,虽然图像的细节和亮度方面有较小的损失,但其综合处理效果明显,主观质量好。



图 5 对图 2 进行平坦区域处理之后的效果图



图 6 对图 5 进行非平坦区域处理之后的效果图

### 3 块效应的客观度量及文中的试验结果

对压缩图像质量的客观评价用的比较多的是峰值信噪比和均方误差<sup>[5]</sup>。虽然对于块效应而言,均方误差比峰值信噪比更能反映图像质量的好坏,但是,由于块效应主要表现为图像块与块之间的不连续性,而不

是图像中所有像素的失真,所以均方误差和峰值信噪比都不能完全真实地反映块效应的大小。一种比较传统和简单的方法是块间相邻像素差值法,其计算简单,且度量结果与主观评价结果相关性较好。

文中对块间相邻像素差值法作了稍许改变,用块间相邻像素梯度的平均值与处在相同位置的块内相邻像素梯度的平均值的差值来客观评价块效应的大小(梯度的定义同前)。设  $E_c$  表示块间相邻像素梯度的平均值,  $E_d$  表示块内边界相邻像素梯度的平均值。显然  $E_c$  大于  $E_d$ ,且  $E_c$  与  $E_d$  的差值  $E_c - E_d$  能够很好地反应块效应的严重程度,  $E_c - E_d$  越大块效应越严重。

文中分别对不同压缩质量解压的 Lena 图像及其处理图像,进行了信噪比、均方误差、峰值信噪比、 $E_c - E_d$  几个客观评价标准的统计,结果比较满意。表 1 为对图 2 和图 6 的统计结果。

表 1 对图 2 和图 6 的客观评价统计结果

客观标准	图 2	图 6
信噪比	19.74176	19.86755
峰值信噪比	26.73447	26.86025
均方误差	137.92203	133.98466
$E_c - E_d$	9.44733	3.44768

### 4 结束语

分析了 DCT 变换后解压图像块效应产生的原因及其表现形式,重点介绍了消除块效应的算法。笔者在 Visual C++ 开发环境下对不同压缩质量解压的 Lena 图像作了测试,通过对解码图像的主客观评价,可以得出结论:文中的算法能够有效消除块效应,同时对图像细节和亮度方面的损失不是特别明显,而且算法简单比较容易实现。然而,不足之处同样存在,如对阈值的设定没有达到自适应性等,所以仍然需要作进一步的探索和研究。

#### 参考文献:

- [1] 林国辉,李学明,全子一.一种对 DCT 编码图像的后处理算法[J].中国图像图形学报,1999,4(2):135-138.
- [2] McDonnell J D, Shorten' R N, Fagan A D. An Edge Classification Based Approach to the Post-Processing of Transform Encoder Images[J]. IEEE Trans on Signal Processing,1994,34(5):329-332.
- [3] 徐金波.变换编码中消除图像“块效应”的优化算法[J].计算机工程与科学,2006,28(2):51-53.
- [4] Reeve H, Lim J S. Reduction of blocking effects in image coding[J]. Opt Eng,1984,23(1):34-73.
- [5] 张一.块效应的产生、度量和消除[J].北京广播学院学报:自然科学版,2001,8(4):30-34.