

73-76
在 JPEG 压缩算法中选择量化表的尝试

智艾娣 智西湖

(洛阳师范高等专科学校 洛阳 471022)

TP391

摘要 数字化后的图像包含着巨大的数据量,在多媒体技术中数据压缩便显得尤为重要。本文对 JPEG 压缩算法进行探讨,通过自定义的量化表进行数据压缩,取得了优于 JPEG 推荐的量化表的效果。

关键词 JPEG, 压缩算法, 自定义量化表, 比较

多媒体

1 关于 JPEG 压缩算法

JPEG 是联合图像专家小组(Joint Photographic Experts Group)提出的面向连续色调静止图像压缩的国际标准,其原理图如图 1:

图中给出了基于离散余弦变换 DCT (Discrete Cosine Transform) 的编解码过程,编码过程包括 DCT、量化和熵编码,这三个工作阶段组成一个性能卓越的压缩器。

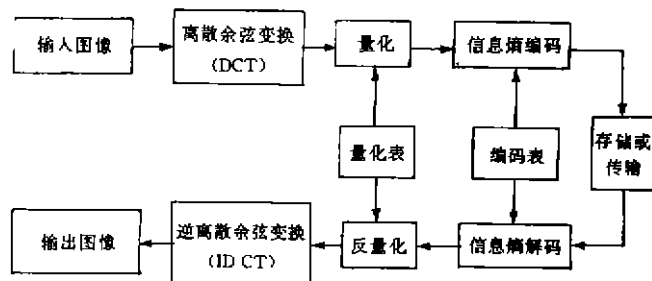


图1 基于DCT的编码/解码过程

DCT 变换是面向 $M \times N = 2^a \times 2^b$ 数据块的算法,这种算法只需要做实数的乘法和加法,计算复杂度适中,因而具有速度快的特点,由于计算机的速度和存储方面的原因,在进行 DCT 变换时通常将图像分成 $N \times N$ 的子块进行变换,对于一个 $N \times N$ 的数值方阵,二维离散余弦变换公式如下:

$$C(u,v) = \frac{1}{\sqrt{2N}} E(u) E(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \left[\cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \right] \left[\cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N} \right]$$

$$u=0,1,\dots,N-1$$

$$v=0,1,\dots,N-1$$

$$\text{其中, } E(u), E(v) = \begin{cases} 1/\sqrt{2} & u=v=0 \\ 1 & \text{其他} \end{cases}$$

JPEG 采用 8×8 大小的子块的二维离散余弦变换,在编码的输入端,把原始图像顺序地

分割成一系列 8×8 子块,经 DCT 变换后生成 64 个 DCT 系数,解码时,通过 IDCT 变换来获得重构图像。

DCT 变换是一个无损变换,它实际上并不进行压缩,它只是为下一步的压缩做准备工作。量化可以达到压缩数据的目的,在 JPEG 算法中用量化矩阵进行量化,量化矩阵也是一个 8×8 的矩阵,和 DCT 的 64 个变换系数一一对应。对 DCT 中的每个元素在量化矩阵中的同一位置都有一个相应的量化值,这个量化值表明在该位置图像元素的量化步长是多少,其值的范围是 1~255。

量化值被定义为,对 64 个系数除以对应的量化步长,然后进行四舍五入取整,公式如下:

$$F^Q(u,v) = \text{Integer Round}(F(u,v)/Q(u,v))$$

其中: $F^Q(u,v)$ 为量化值, $F(u,v)$ 为 DCT 的变换系数, $Q(u,v)$ 是量化器步长。量化的作用是在一定的主观保真度的前提下,丢掉那些对视觉效果影响不大的信息。通常情况下,离原点处的 DC 系数越近的元素对图像的贡献越大,在量化时保证这些系数的精确度,离原点越远,元素对图像贡献越小,在量化时可以不考虑其精确度,在定义量化矩阵时,让离原点远的系数对应较大的步长值,使其量化的值为零,以便编码时进行有效压缩。

不同频率的余弦函数对视觉影响不同,因此可根据不同频率的视觉阈值来选择量化表中的元素值,通过心理视觉实验,可确定对应于不同频率的视觉阈值,以确定不同频率的量化器步长, JPEG 标准推荐的量化表如表 1 所示。

JPEG 压缩算法的最后一个阶段是对量化后的图像进行熵编码,以达到进一步压缩数据的目的。熵编码通常分成二步进行,首先把 DC 码和行程码转换成中间符号序列,然后给这些符号赋以变长码字。

解码则是编码的逆过程。

表 1 量化表

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

2 选择量化表的尝试

对静态图像进行压缩,从量化到熵编码有不同的方案可供选择,而量化表的选择对压缩倍数的大小起着重要的作用,用 JPEG 标准推荐的量化表一般可将图像压缩到原始图像的 10% 左右,在这种情况下恢复的图像在肉眼观察时主观上感觉不到失真,为了按照实际需要来控制

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 7 & 9 & 11 & 13 & 5 & 17 \\ 5 & 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 \\ 7 & 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 \\ 9 & 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 23 \\ 11 & 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 23 & 25 \\ 13 & 15 & 17 & 19 & 21 & 23 & 25 & 27 \\ 15 & 17 & 19 & 21 & 23 & 25 & 27 & 29 \\ 17 & 19 & 21 & 23 & 25 & 27 & 29 & 31 \end{bmatrix}$$

图像压缩的倍数,必须很好地对量化表进行选择。

考虑到低频分量决定图像信息的主要方面,高频分量决定图像的细节,从人类视觉系统看,人的视觉对某些高频范围内的信号不敏感,这样,在量化表中我们把量化低频分量的数值取的小一些,把量化高频分量的数值取的大一些,以去除这些不影响视觉效果的高频分量,达到进行有效压缩的目的,在提高压缩倍数的前提下,尽可能保证恢复图像的质量。

在实践中,选择量化矩阵如下:

$$A=(a_{ij})_{8 \times 8}$$

$$a_{ij}=1+q(i+j-1) \quad i,j=1,2,\dots,8$$

其中, q 称为质量因子,它的选择对量化效果起着重要作用。当 $q=0$ 时,量化矩阵 A 中的所有元素均为 1,等于没有量化, q 的值越大, A 中各元素的值也大,相应的压缩倍数随之增大。

当 q 的值为 2 时,量化矩阵如右所示。

量化矩阵的生成非常简单,对应的程序编码如下:

```
for(i=1;i<=8;i++)
```

```
for(j=1;j<=8;j++)
```

```
    A[i][j]=1+q*(i+j-1);
```

从这个量化矩阵可以看出,在接近原点处量化步长较小,离原点越远,量化步长越大,在 (8,8) 处,量化步长最大,在离原点相同距离处量化步长相同,可达到同样的量化水平。

通过对 q 值的不同选择,可以在应用中很容易地控制压缩质量和压缩比。当给一些系数选择较高的量化步长时,可获得好的压缩率,当然恢复出的图像可能相应差一些,反之,选择小的量化步长,压缩率相应也低,但可以得到比较好的恢复图像质量。

3 自定义量化表与 JPEG 推荐量化表的比较

实验表明,使用自定义的量化表,在性能和灵活性方面优于 JPEG 推荐的量化表,下面通过信噪比和平均变化量两个指标对采用不同量化表情况下的输入输出图像进行比较:

3.1 信噪比

设输入图像为 $(f_{ij})_{m \times n}$, 输出图像为 $(g_{ij})_{m \times n}$, 定义信噪比为:

$$SNR = \sum f_{ij}^2 / \sum (f_{ij} - g_{ij})^2$$

显然, SNR 的值越大,说明输出图像质量越好, SNR 的值为无穷大时,表示输出图像和输入图像完全相同(见图 2)。

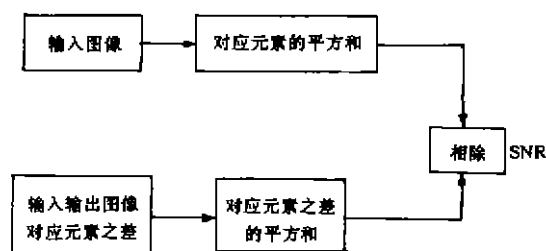


图 2 信噪比示意图

3.2 平均变化量

输入图像输出图像如 3.1 中所述,定义平均变化量为:

$$ACQ = \sum |f_{ij} - g_{ij}| / (m \times n)$$

可以看出, ACQ 越小, 说明输出图像质量越好, ACQ 为零时, 表示输入图像和输出图像完全相同。

对于 ITU 标准图, 如我们用 JPEG 推荐的量化表时, 可将图像压缩 5.97 倍, 信噪比为 815, 平均变化量为 2.77; 当使用前述自定义量化表时, 可得结论如表 2。

表 2

质量因子	压缩倍数	信噪比	平均变化量
0	2.04	64671	0.51
2	4.23	6127	1.21
4	5.28	1918	1.98
6	6.14	1008	2.73
8	6.84	658	3.16
10	7.52	483	3.88
15	8.90	286	5.09
20	10.03	205	5.80
25	11.26	158	7.01
50	16.22	64.1	11.02
75	22.10	33.5	16.94
100	26.17	25.0	18.51

参 考 文 献

- (1) 钟玉琢等. 多媒体计算机技术. 清华大学出版社
 (2) 钱国祥等. 数据压缩技术经典. 学苑出版社

ATTEMPT AT CHOOSING QUANTIFICATION TABLE IN JPEG COMPRESSING CALCULATION

Zhi Aidi Zhi Xihu

(Luoyang Teachers College, Luoyang 471022)

Abstract Digitized image includes great data quantity. In multimedia technology data compression appears to be especially important. This article probes into JPEG compressing calculation. It has good performance and flexibility to compress data according to the quantification table.

Key words JPEG compressing calculation, Quantification self-defined table, Performance comparison