基于JPEG/JPEG2000的静态图像编码技术

许宪东 安 波 王亚东
(黑龙江工程学院)

【摘要】 本文分析了JPEG和JPEG2000的编码方法. 重点介绍了JPEG2000的基本原理,包括离散小波变换技术、自适算术编码技术、ROI等.

关键词: JPEG; JPEG20000; DWT; ROI

0 引言

随着多媒体技术在计算机中的广泛应用,尤其是随着网络技术的发展,大量的图像需要在网络上加以传输. 高质量的图像信息需要占用较大存储空间和较大的带宽,而有限的存储容量和带宽不能够很好的满足需要,因此,对这些图像的存储需要采用数据压缩技术.

由 ISO 和 IEC 制定的JPEG是当前常见的静态图像的压缩标准,而 JPEG2000 可以看作是JPEG的升级,比其具有更好的压缩比和更高质量的画面,而且由于它具有纠错能力很强等特征,使它更适用于网络环境下应用,随着它的逐渐完善,必然会在静态图像压缩领域得到广泛的应用.

1 JPEG编码的基本原理

JPEG是有许多编码和压缩的选项,这里只讨论基本的JPEG标准. JPEG是有损压缩,既从一个JPEG文件中重构得到的图像不总与原始图像一致.

1.1 JPEG的压缩过程

JPEG的压缩流程如图 1:

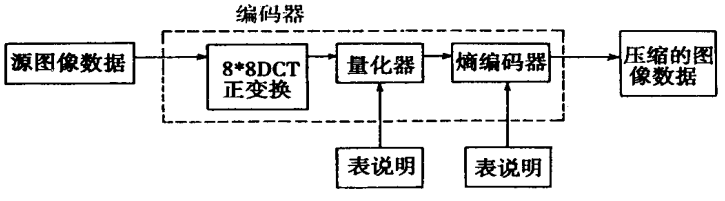

图 1 基于 DCT 编码的框图

●颜色空间转换

首先经过颜色空间转换,将 RGB 颜色的图像转换为"亮度/色差"颜色空间. 比较常见是采用 YcrCb 空间或者 YUV 空间. RGB - > YcrCb 变换过程如下:

Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B ,Cr = 0.5R -

收稿日期:2004 - 04 - 03

许宪东,黑龙江工程学院教师,助教,哈尔滨工业大学在职研究生,研究方向:多媒体技术、数字图像处理

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

0.4187G - 0.0813B ,Cb = 0.1687R - 0.3313G + 0.5B (1)

由于人眼对亮度的变化比对颜色的变化敏感,因此重构一幅与原图变化不大(人眼可接受)的图像就可以少用一些色差样本点.

●DCT 变换与量化

接下来要通过 DCT 变换,将一组光栅数据转换为频率数据.将原始图像分为 8 ×8 个像素的数据单元,然后通过零偏置,将每个字节的值从 0～255 转为 - 128 到 + 127,然后再做 FDCT(正向离散余旋变换). FDCT 将每个数据单元转换为 64 个 DCT 系数.

第一称为直流系数(DC),另外的 63 个称为交流系数(AC).既每个数据块从左上角(0,0)开始编号,一直到右下角(7,7),而对应的数据值是 $S(v,u)$. FDCT 变换的结果是一系列"空间频率"的值,代表了对于一些列频率中的每个频率所对应值的变化程度.而 $S(0,0)$ 表示值在多大程度上没有发生变化,称为直流系数.其余的为交流系数.以下就是 JPEG 所使用的 FDCT 变换.

$$S(v,u) = \frac{C(v)}{2}\frac{C(u)}{2}\sum_{y=0}^{7}\sum_{x=0}^{7}s(y,x)$$
$$\cos[(2x+1)u\pi/16]$$
$$\cos[(2y+1)v\pi/16]$$

其中如果 $z = 0, C(z) = 1/\sqrt{2}$,

如果 $z \neq 0, C(z) = 1.$ (2)

这样的到了高、低频数据.如 $S(1,0)$ 表示低频(仅在垂直方向变化),$S(7,7)$ 表示高频(在水平和垂直方向方向变换最快).由于人眼对低频比对高频更敏感,因此,可对高频加以修饰或修改,在还原成原来的光强形式的数据后,虽然与原始数据有些差异,但人眼易察觉或感沉不出有太大变化.接下来的量化就用到了这一原理.

通过上述变换,将颜色信息变为了频率信息,JPEG 中采用之字形(Zig-zag) 格式,大致将空间频率从低到高顺序排列.通过量化 DCT 系数,即使 DCT 系数按比例缩小,并取其最接近的整数值.量化表的值越大,则压缩效比越高,但图像质量也越差.表 1、表 2 是 JPEG 提供的量化表 .

●熵编码 用修改后的哈夫曼编码(VLC) 或算数编码

1.1 JPEG 标准的缺点

虽然 JPEG 静止图像压缩标准在中高速率上压缩效果很好,但在低比特率的情况下,重构图像存在严重的方块效应,不能很好的适应网络传输的需要.而且,尽管 JPEG 标准有多种操作模式,但是大部分模式是针对不同的应用提出的,不具有通用性,这个交换、传输图像带来了很大的麻烦.因此,更好压缩率以及更多新功能的新一代静态图像压缩技术 JPEG2000 诞生了.

表 1 亮度量化表

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

表 2 色调量化表

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

2 JPEG2000 的编码原理

与 JPEG 不同,JPEG2000 基于小波变换,采用当前最新的嵌入式编码技术,在获得由于目前的 JPEG 标准压缩效果的同时,生成的压缩码流具有强大的功能.

2.1 JPEG2000 的编码过程

JPEG2000 的编码过程如图 2.

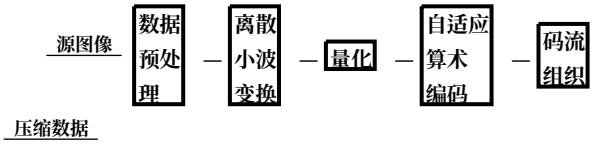

图 2

●预处理 预处理的过程主要分为三部分,即区域划分,降低量级(移位) 和分量变换(颜色空间变换,RGB - > YCRCb).

区域划分,是指将图像划分为大小相等若干区域,称为 tile,对每个区域进行独立压缩.

降量级,即通过移位(零偏置) 将采样精度为 P 的无符号整数减去 P,使样本的范围原为 $[0,2^P - 1]$ 的降为 $[-2^{P-1}, 2^{P-1} - 1]$.

颜色空间变换,如上(1)

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

●离散小波变换

对预处理得到的 tile 进行小波变化.

JPEG2000 与 JPEG 的本质区别在于它采用了小波变换. 在图像中,存在着图像边缘这样的突变点,尽管他们的能量很小,但在很大程度上影响图像的视觉效果. 小波变换的最大特点就是能够同时在时域和频域上反映信号的局部特性. 图像经过小波变换后,被分解成不同频段的子带. 根据人类视觉特性,对不同频段的小波系数进行粗细不同量化处理,可达到较好的压缩效果. 离散小波定义如下:

$$< f, \Psi_{m,n} > = a_0^{-\frac{m}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\, \Psi_{m,n}(t)\, \mathrm{d}t$$

$$= a_0^{-\frac{m}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t)\, \Psi(a_0^{-m} - nb_0)\, \mathrm{d}t \qquad (3)$$

采用二维信号的 Mallat 算法,来进行图像(这里是 image tile) 的分解与重构.

mallat 分解算法如下,经过一次小波变换后产生四个子带,对低频 LL1 再进行小波变换,则又将其分为四个子带. 如图 3.

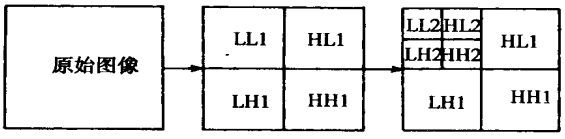

图 3

以上过程(预处理,小波变换) 总结如图 4.

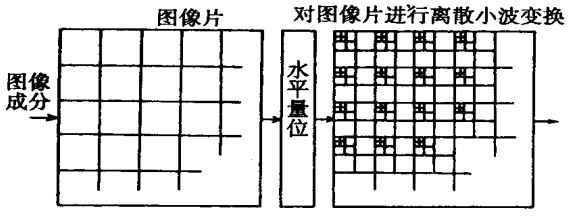

图 4

●量化

小波变换后,对每个 tile 中的各个部分的小波系数进行量化. 利用人类视觉系统对图像的分辨率存在局限性的特点,在不影响图像主观质量的前提下,通过适当的量化减小变换系数的精度,可达到图像压缩的目的. 量化的关键是根据变换后的图像系数特征、重构图像质量要求等因素设计合理的量化步长. JPEG2000 图像编码系统支持无损和有损两种压缩,对无损压缩,不进行量化,即量化步长为 1;对于有损压缩,用式(4) 进行量化.

设 B_i 为子带, $X_i[n]$ 为小波系数,则量化后的系数为

$$Q_i[n] = \mathrm{sng}(X_i[n])[\,|X_i[n]|/9_b] \qquad (4)$$

其中 9_b 是子带 B_i 的步长, $\mathrm{sng}(X_i[n])$ 是小波系数 $X_i[n]$ 的符号. $|X_i[n]|$ 为该系数的模值.

●自适应算术编码和码流组织

与传统的依次对每个系数进行算术编码不同, JPEG2000 编码系统把码块中的量化系数组成若干个位平面. 从最高有效位平面(MSB) 开始,依次对每个位平面上的所有小波系数位进行算术编码. 自适应算术编码与哈夫曼编码不同. 它并不是对每个信号产生一个码值,而是对一个信号序列产生一个码值. 它根据每个信号的预测概率,将 [0,1) 区间不断的分割,最后得到的码值即最后分割得到的小区间由所对应的一个二进制表示. JPEG2000 标准规定了图像的压缩码流格式,图像压缩的数据和编码的参数信息按照规定的格式存放. 在解码器端,对压缩码进行解析,读取相关的信息进行解码,重构图像.

2.2　JPEG2000 中采用的新技术

1. ROI 编码技术

JPEG2000 能够定义任意形状和大小的感兴趣区域来对其进行高于其他部分质量的编码.

2. 抗误码性 JPEG2000 能在信源编码的水平上克服迸发性的比特错误和包丢失,因而具有比较好的抗误码性. 另外还有视觉频率加权技术等.

3　JPEG2000 与 JPEG 的性能比较

两者的性能比较如表 2.

表 2

标准	高压缩比下的图像质量	抗误码性	编译时间	通用性
JPEG	差	弱	短	差
JPEG2000	好	强	长	好

4　结束语

在 JPEG2000 标准下,图像可以在很高的压缩比下具有较高的质量,使高质量图像的存储和处理变的更容易. 但是,由于 JPEG2000 标准的复杂度比较大,需要较长的执行时间. 因此并不是在所有情况下都适合这一标准. 在一些对图像质量要求比较低,比特率要求不是很高的环境下,即在中度或者低度压缩比的情况下,适合使用

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.

JPEG2000.

参 考 文 献

1 龚华等.JPEG标准格式的编码方法.微处理机,2002,2,第1期

2 林福宗.《多媒体技术基础》.清华大学出版社,第2版

3 http://www.jpeg.org/

4 http://www.ievien.com/gimp/jpeg2000/comparison.htm!

5 Wallace, G., The JPEG still Picture Compression Standard. Communications of the ACM, 1991, Vol.34, No.4, Apr.

6 http://ltssg3.epfl.ch/~neximage/decoder/psnr.htm!

STILL IMAGE COMPRESSION TECHNOLOGIES BASED ON JPEG/JPEG2000

Xu Xiandong An Bo Wang Yadong

(Engineering Institute of Heilongjiang Pravince)

ABSTRACT

This paper analyses two coding methods of JPEG and JPEg2000. Also in the paper, the basic principles of JPEG2000 is emphasized, which includes DWT, Arithmetic Coding, ROI and so on.

Keywords: JPEG; JPEG2000; DWT; ROI

(责任编辑:王丹红)

© 1995-2005 Tsinghua Tongfang Optical Disc Co., Ltd. All rights reserved.