

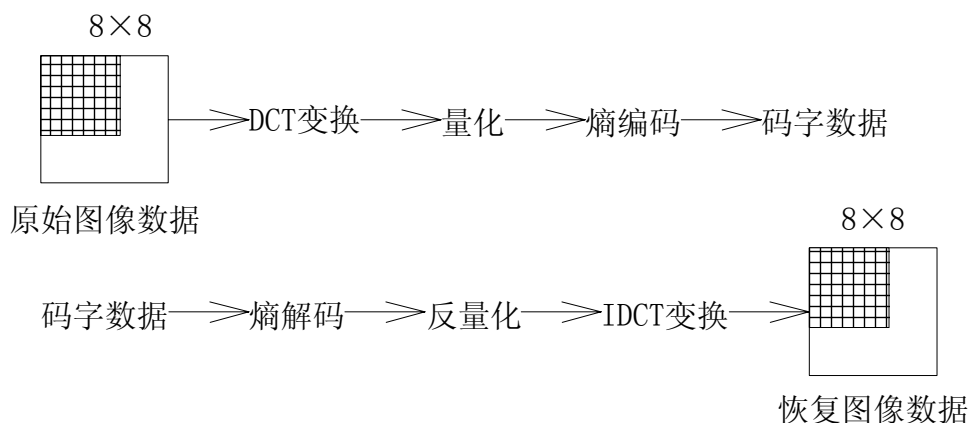
# JPEG 静图像压缩实验

## 一、实验目的

- 1 了解数字图像压缩的一类方法。
- 2 掌握2D快速DCT变换的算法。

## 二、实验原理

JPEG 标准是面向连续色调静止图像的图像压缩标准。它定义了多种类型的工作模式，其中最基本的是基于 $8 \times 8$ 块的 DCT 变换的顺序编码。就是将一帧图像分为 $8 \times 8$ 的数据块单元，按照从左至右、自上而下的顺序对“块流”编码，其编码，解码的框图如下：



基于DCT的编码、解码框图

## 三、实验内容

按照如上框图实现一帧图像的压缩编码和解码。

### 1. DCT 变换

数字表达式为：

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C(u) C(v) \left[ \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x, y) \cdot \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right]$$

$$f(x, y) = \frac{1}{4} \left[ \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u) C(v) F(u, v) \cdot \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \right]$$

其中:

$$\begin{cases} C(u), C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}} & u, v = 0 \\ C(u), C(v) = 1 & \text{其它} \end{cases}$$

二维 DCT 变换从表达式看具有可分离性, 即可以分解为行和列的一维 DCT 变换的组合运算。另一种 2D 快速余弦变换是把  $8 \times 8$  的块分成更小的子块, 直接对二维数据块操作。

参看《多媒体计算机技术》, 实现 2D 快速余弦变换的正变换和反变换, 并将它和分解为行和列的一维运算的算法的进行比较。

## 2. 量化

量化的表达式为:

$$F^Q(u, v) = \frac{F(u, v) \times 8}{g\_scale \times Q(u, v)}$$

其中  $g\_scale$  是量化因子。对 DC 系统,  $g\_scale$  恒为 8; 对 AC 系数, 它可以是 1~30 的整数。是上式四舍五入取整的结果, 称为量化系数。Q(U,V) 是量化矩阵。

按照表 1 所给的量化矩阵对 DCT 系统进行量化 (所有的表在附录四“JPEG 数字图像压缩方法”中)。

## 3. 熵编码

a. DC 系统的编码。

DC 系统编码的基本步骤为:

- 1) 以初始值为 128, 对相邻块的 DC 系统作差分:  $DIFF_j = DC_j - DC_{j-1}$ ;
- 2) 将差分值改写为 (size, value) ( (尺寸, 幅值) ) 的符号对。

$$Size = \begin{cases} 0 & value = 0 \\ \log(|value|) + 1 & value \neq 0 \end{cases}$$

- 3) 按照表 2, 3 对该符号对编码。

b. AC 系数的编码。

AC系数编码的基本步骤为：

1) 以块为单位，从 AC01 开始，对块内的量化数据进行Z 字形行程扫描。记下两T 非零值的大小和其连续零的个数。

2) 将扫描结果改写为 (runlength, level) (行程长, 幅值) 的符号对；其中 runlength 表示该非零值和它前一个值之间零的个数，以 EOB 标识一个块的扫描结果。

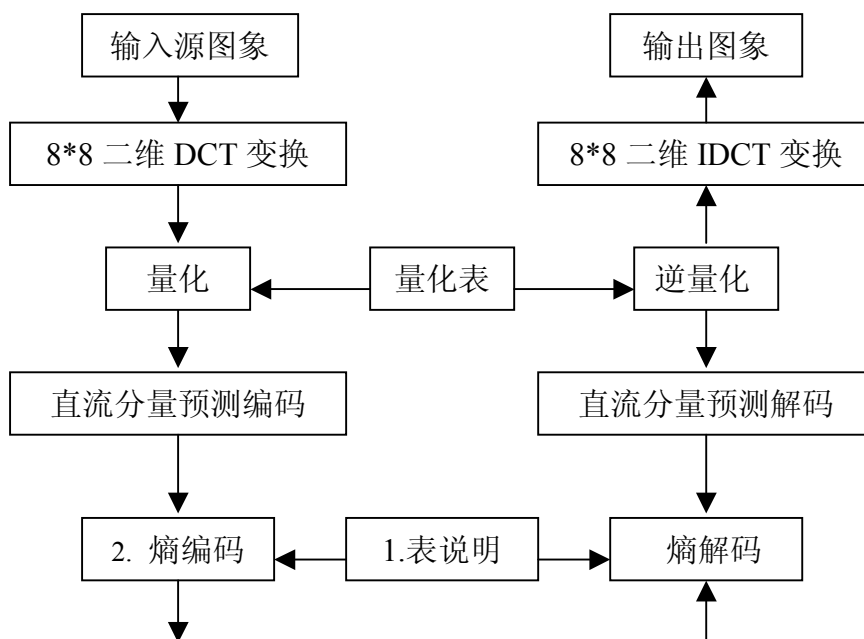
3) 按照表3.对上面的符号对编码。若符号对在表中查不到对应码字时，以 ESC 码表示，然后按表4, 5 对 runlength 和 level 编码。

4. 对编码后的图像数据进行解码。

### 三、实验要求

请按照实验内容部分的要求完成自己的编解码程序(可以利用模板程序中的辅助程序进行检查)。以下是模板程序介绍。

#### 1、模板程序的 JPEG 图像编码过程



JPEG 编码及解码原理图

#### 2、模板文件介绍

实验室给出以下用 BC 开发的程序 (JPEG 目录下，包括源代码)：

- (1) JPEG 压缩程序 gendat.exe;
- (2) 为压缩后的数据加上 JPEG 文件头的程序 genjpg.exe;

如果您在阅读过程中发现疏漏和错误，请您尽快和编者取得联系 [network@ustc.edu.cn](mailto:network@ustc.edu.cn) [cxh@ustc.edu.cn](mailto:cxh@ustc.edu.cn)

(3) 解 JPEG 压缩程序 `extrdat.exe`。

其中 (1) 的输入参数是需要生成的压缩文件的名称，主程序流程为：

- a. 程序初始化，读取文件名称、原始图象等基本数据；
- b. 从 AC. TAB 和 DC. TAB 两个文件生成 AC 表和 DC 表，存入数组；
- c. 以  $8 \times 8$  为样本单位进行 DCT 变换；
- d. 以  $8 \times 8$  为样本单位进行量化；
- e. 以  $8 \times 8$  为样本单位进行 Z 型扫描；
- f. 以  $8 \times 8$  为样本单位进行编码；
- g. 以  $8 \times 8$  为样本单位进行解量化；
- h. 以  $8 \times 8$  为样本单位进行 IDCT 变换；

请同学们在参考上述程序的基础上，编制自己的 JPEG 压缩程序，然后利用 2 和 3 检查自己的程序是否正确运行（注意：\*.JPG 文件可以用浏览器 IE 查看）。

#### 四、思考题

1. 计算图像的压缩比，并比较原图像的效果。
2. 改变 `g_scale` 和量化矩阵中的元素，比较压缩比和恢复图像的效果。
3. DCT 变换，量化后，数据的值域是多少？有没有可能超出码表所给幅值的范围？