JPEG原理分析及JPEG解码器的调试

1）JPEG文件格式介绍

SOI start of image 图像开始

标记代码 2字节 固定值0xFFD8

APP0 appllication 应用程序保留标记0

标记代码 2字节 固定值0xFFE0

包含9个具体字段

①数据长度 2字节 ①~⑨9个字段的总长度  
 ②标识符 5字节 固定值0x4A46494600，即字符串“JFIF0”  
  ③版本号 2字节 一般是0x0102，表示JFIF的版本号1.2  
  ④X和Y的密度单位 1字节 只有三个值可选  
 0：无单位；1：点数/英寸；2：点数/厘米  
  ⑤X方向像素密度 2字节 取值范围未知  
  ⑥Y方向像素密度 2字节 取值范围未知     
  ⑦缩略图水平像素数目 1字节 取值范围未知  
  ⑧缩略图垂直像素数目 1字节 取值范围未知  
  ⑨缩略图RGB位图  长度可能是3的倍数 缩略图RGB位图数据

DQT define quantization table 定义量化表

标记代码 2字节 固定值0xFFDB

包含9个具体字段：  
  ①数据长度 2字节 字段①和多个字段②的总长度  
  ②量化表 数据长度-2字节

a) 精度及量化表ID 1字节

高4位：精度，只有两个可选值 0：8位；1：16位  
 低4位：量化表ID，取值范围为0～3

b) 表项 (64×(精度+1))字节

例如8位精度的量化表,其表项长度为64×（0+1）=64字节

本标记段中，字段②可以重复出现，表示多个量化表，但最多只能出现4次

SOF0 start of frame 帧图像开始

标记代码 2字节 固定值0xFFC0

包含9个具体字段：  
  ①数据长度 2字节 ①~⑥六个字段的总长度  
 ②精度 1字节 每个数据样本的位数  
 通常是8位，一般软件都不支持 12位和16位  
  ③图像高度 2字节 图像高度（单位：像素）

  ④图像宽度 2字节 图像宽度（单位：像素）

  ⑤颜色分量数 1字节 只有3个数值可选  
 1：灰度图；3：YCrCb或YIQ；4：CMYK  
 而JFIF中使用YCrCb，故这里颜色分量数恒为3  
  ⑥颜色分量信息 颜色分量数×3字节（通常为9字节） a)颜色分量ID 1字节

b)水平/垂直采样因子 1字节

高4位：水平采样因子  
 低4位：垂直采样因子  
 c)量化表 1字节 当前分量使用的量化表的ID

DHT define huffman table 定义哈夫曼表

标记代码 2字节 固定值0xFFC4

包含2个具体字段：

①数据长度 2字节

②huffman表 数据长度-2字节

表ID和表类型 1字节

高4位：类型，只有两个值可选

0：DC直流；1：AC交流  
 低4位：哈夫曼表ID，

注意，DC表和AC表分开编码

不同位数的码字数量 16字节

编码内容 16个不同位数的码字数量之和（字节）  
本标记段中，字段②可以重复出现（一般4次），也可以只出现1次。

SOS start of scan 扫描开始12字节

标记代码 2字节 固定值0xFFDA

包含2个具体字段：  
  ①数据长度 2字节 ①~④两个字段的总长度  
 ②颜色分量数 1字节 应该和SOF中的字段⑤的值相同，即：  
 1：灰度图是；3： YCrCb或YIQ；4：CMYK。

③颜色分量信息  
     a)颜色分量ID 1字节  
     b)直流/交流系数表号 1字节

高4位：直流分量使用的哈夫曼树编号  
 低4位：交流分量使用的哈夫曼树编号

  ④压缩图像数据  
        a)谱选择开始 1字节 固定值0x00  
        b)谱选择结束 1字节 固定值0x3F  
        c)谱选择 1字节 在基本JPEG中总为00

EOI end of image 图像结束

标记代码 2字节 固定值0xFFD9

2）JPEG文件解码流程

读入文件的相关信息

JPEG文件解码流程

SOI(0xFFD8)

APP0(0xFFE0)

[APPn(0xFFEn)]可选

DQT(0xFFDB)

SOF0(0xFFC0)

DHT(0xFFC4)

SOS(0xFFDA)

压缩数据

EOI(0xFFD9)

Huffman表存储方式

在标记段DHT内，包含了一个或多个的哈夫曼表。对于单个哈夫曼表，应该包括三部分：

①Huffman表ID和表类型

0x00表示DC直流0号表 0x01表示DC直流1号表  
 0x10表示AC交流0号表 0x11表示AC交流1号表

②不同位数的码字数量

JPEG的Huffman编码只能是1~16位。这个字段的16个字节分别表示1~16位的编码码字在Huffman树中的个数。

③编码内容

这个字段记录了Huffman树中各个叶子结点的权。所以，上一字段的16个数值之和就应该是本字段的长度，也就是Huffman树种叶子结点的个数。

初步了解图像数据流的结构

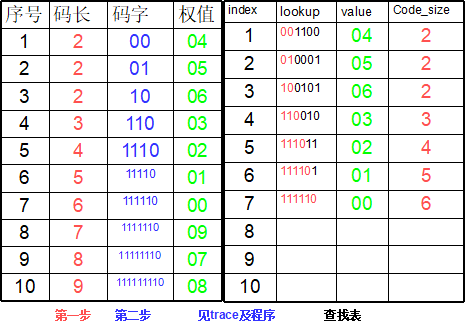
颜色分量单元的内部解码

直流系数的差分编码

反量化&反Zig-Zag编码

反离散余弦变化

3）JPEG文件解码程序实现

对Huffman码字解码前不知道码字的长度，解码有两种方法，Huffman码树遍历和lookup查找表

4）对函数build\_huffman\_table的分析

第一步：得到code\_size.（huffsize）

第二步：得到code.（huffcode）

第三步：得到code\_size查找表。

Table->code\_size[val] = code\_size;

第四步：得到value查找表（lookup）。

table->lookup[code++] = val

第五步：当码字长度>9，slowtable处理。

slowtable[0] = code; slowtable[1] = val; slowtable[2] = 0;