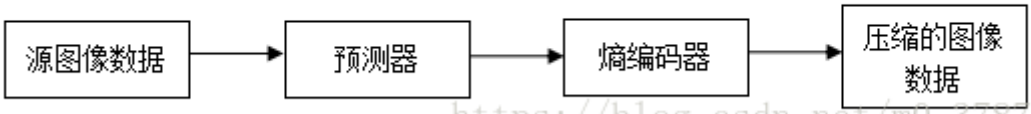
数字图像处理

17302010021 林晨

一、jpeg 编码

预测编码具有硬件实现容易、重见图象质量好的优点，在此采用的是完全恢复的技术。无损压缩不使用 DCT 方法，而是采用一个简单的预测器。预测器可以采用不同的方法，不同的预测方法将决定有那些相邻的相素将被用于预测下一个像素。框图如下所示:



①读取 bmp 数据

即读取 bmp 每个像素的 rgb 数据：按照 bmp 的大小分割为 8*8 的块，创建对应的块用于存储 bmp 的 rgb 数据。每次读取一个像素数据，计算好这个像素存储的块以及块内偏移量，按顺序读取 bgr 数据存入刚计算好的位置

②rgb 转化为 ycbcr

将 rgb 数据转为 ycbcr 数据：创建对应的 ycbcr 的块数组用于存储 ycbcr 数据，循环遍历 rgb 块数组，每次向 rgb_to_ycbcr 函数传入一个块的 rgb 数据与存储 ycbcr 数据的块,然后按照公式将 rgb 数据转化为 ycbcr 数据并存储。转化时已经将数据变换到-128 到 127 的范围，方便下一步 DCT 变换

③DCT 离散余弦变换

即按照公式将 ycbcr 数据进行离散余弦变换：离散余弦变换是将 8*8 的块按照公式将块中的每个数据进行变换。分块已经在步骤一中分好。

循环遍历 ycbcr 块数组，每次向 fdct 函数传入一个 ycbcr 的块，进行离散余弦变换。

④量化

即将经过 DCT 变换的数据按照亮度和色度量化表进行量化：量化是将每个块 DCT 后的数据除以亮度或者色度表对应的数据，所得商进行取整并存储，即可完成量化。

创建量化数据块数组用于存储量化后的数据，循环遍历 ycbcr 块数组（已经经过 DCT 变换），每次向 jpeg_quant 函数传入 ycbcr 的块和存储量化数据的 quant 块，函数内部安好量化表进行计算，并存储量化后的数据

⑤ZigZag 排序

由于数据是按行列来连续存储，在行列交换区数据联系不大，且量化后，数据基本在块的左上角，所以按照 ZigZag，对每个块的数据重新进行排序，排序后的数据基本后面部分全为 0，有用数据集中在前面，这样也有利于后面的 AC 系数的行程长度编码

将量化后的数据，调用 jpeg_compress 函数，每次传入一个块的 Y 或者 Cb 或者 Cr 数据，按照 ZigZag 将传入数据重新排序

⑥DC 差分脉冲编码调制与 AC 系数行程长度编码

由于相邻块的 DC 系数差别不大，所以采用 DC 差分脉冲调制编码，记录下两个 DC 系数之间的差，那么压缩时只记录差比记录 DC 原值可以节省很多空间。

由于经过量化与 ZigZag 排序，AC 系数基本大部分为 0，且集中在数据的后面，对 AC 系数进行行程长度编码，记录两个非 0 数据间 0 的个数与该位置的值，可以节省很多的空间。且对 AC 系数编码前进行判断，如果剩下的数据全为 0，直接使用 EOB 代替，可以省下更多的空间

在 jpeg_compress 函数里面，进行 ZigZag 排序后，即进行 DC 差分脉冲编码，并压缩写入（压缩数据在第七步骤），写入 DC 系数后，对 AC 系数也进行行程长度编码，进行压缩写入。

⑦熵编码（Huffman 压缩编码）与数据写入

由于 DC 差分脉冲编码与 AC 行程长度编码的长度仍然较大，所以对这两个要进行 Huffman 压缩编码。针对 Y（亮度）的 DC 与 AC 系数，按照标准亮度的 Huffman 表进行压缩编码，针对 CbCr（色度）的 DC 与 AC 系数，按照标准色度的 Huffman 表进行压缩编码。

在 jpeg_compress 函数中，传入时数据是 Y 或者 Cb 或者 Cr 已经对应的 Huffman 压缩表，按照 Huffman 表对数据进行压缩，并且每个块按照 Y、Cb、Cr 的顺序进行压缩写入。

二、Huffman 原理

①原理

部分参考百度：

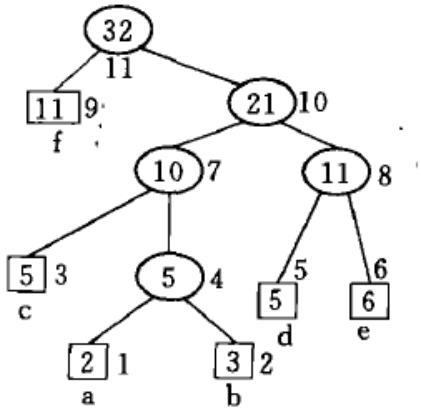


图 1

哈夫曼编码(Huffman Coding)，又称霍夫曼编码，是一种编码方式，哈夫曼编码是可变字长编码(VLC)的一种。Huffman 于 1952 年提出一种编码方法，该方法完全依据字符出现概率来构造异字头的平均长度最短的码字，有时称之为最佳编码，一般就叫做 Huffman 编码（有时也称为霍夫曼编码）。

设某信源产生有五种符号 u1、u2、u3、u4 和 u5，对应概率 P1=0.4，P2=0.1，P3=P4=0.2，P5=0.1。首先，将符号按照概率由大到小排队，如图所示。编码时，从最小概率的两个符号开始，可选其中一个支路为 0，另一支路为 1。这里，我们选上支路为 0，下支路为 1。再将已编码的两支路的概率合并，并重新排队。多次重复使用上述方法直至合并概率归一时为止。从图（a）和（b）可以看出，两者虽平均码长相等，但同一符号可以有不同的码长，即编码方法并不唯一，其原因是两支路概率合并后重新排队时，可能出现几个支路概率相等，造成排队方法不唯一。一般，若将新合并后的支路排到等概率的最上支路，将有利于缩短码长方差，且编出的码更接近于等长码。这里图（a）的编码比（b）好。

赫夫曼码的码字（各符号的代码）是异前置码字，即任一码字不会是另一码字的前面部分，这使各码字可以连在一起传送，中间不需另加隔离符号，只要传送时不出错，收端仍可分离各个码字，不致混淆。

实际应用中，除采用定时清洗以消除误差扩散和采用缓冲存储以解决速率匹配以外，主要问题是解决小符号集合的统计匹配，例如黑（1）、白（0）传真信源的统计匹配，采用 0 和 1 不同长度游程组成扩大的符号集合信源。游程，指相同码元的长度（如二进码中连续的一串 0 或一串 1 的长度或个数）。按照 CCITT 标准，需要统计 2×1728 种游程（长度），这样，实现时的存储量太大。事实上长游程的概率很小，故 CCITT 还规定：若 l 表示游程长度，则 l=64q+r。其中 q 称主码，r 为基码。编码时，不小于 64 的游程长度由主码和基码组成。而当 l 为 64 的整数倍时，只用主码的代码，已不存在基码的代码。

依据信源字符出现的概率大小来构造代码，对出现概率较大的信源字符，给予较短码长，对于出现概率较小的信源字符，给予较长的码长，最后使得编码的平均码字最短，以此来提高数据压缩率，提高传输效率。

②压缩步骤

1 将信源符号按概率递减顺序排列；
2 把两个最小的概率加起来，作为新符号的概率；
3 重复前两步，直到概率和达到 1 为止；
4 在每次合并消息时，将被合并的消息赋予 1 和 0 或 0 和 1；
5 寻找从每一信源符号到概率为 1 的路径，记录下路径上的 1 和 0；
6 对每一符号写出从码树的根到中节点 1、0 序列，该序列就是对应的 huffman 编码
7 将信源每个字符按照对应的编码进行写入

③jpeg 中的应用

Jpeg 进行 DCT、量化后，使用 DC 差分脉冲编码调制和 AC 行程长度编码对量化数据进行编码，虽然编码的有多种，但是绝大多数的编码取值大都相同，而且以上两种编码占用的位数较多，需要进一步进行压缩以减少大小。所以就采用了 Huffman 编码，经过事先的统计生成 Huffman 表，为经常出现

的 DC 和 AC 编码分配较短的位，为较少出现的编码分配较长的位，这样用短的 Huffman 码替换长度 DC 和 AC 编码，就可以很大程度上节约空间。

三、DCT 原理

①原理

PEG 的基于 DCT 的压缩编码算法包括基本系统和增强系统两种不同的层次的系统。并定义了顺序工作方式和累进工作方式。基本系统只采用顺序工作方式，熵编码时只能采用哈夫曼编码，且只能存储两套码表。增强系统是基本系统的扩充，可采用累进工作方式、分层工作方式等，熵编码时可选用哈夫曼或算术编码。

基于 DCT 编码的过程为先进 DCT 正变换，再对 DCT 系数进行量化，并对量化后的直流系数和交流系数分别进行差分编码或行程编码，最后进行熵编码。

离散余弦变换是是与傅里叶变换相关的一种变换，可分离的变换，其变换核为余弦函数。DCT 除了具有一般的正交变换性质外， 它的变换阵的基向量能很好地描述人类语音信号和图像信号的相关特征。用于对信号和图像（包括静止图像和运动图像）进行有损压缩。由于大多数图像的高频分量比较小，相应的图像高频分量的 DCT 系数经常接近于 0，再加上高频分量中只包含了图像的细微的细节变化信息，而人眼对这种高频成分的失真不太敏感，因此考虑将这一些高频成分予以抛弃，从而降低需要传输的数据量。操作以后，传送 DCT 变换系数的所需要的编码长度要远远小于传送图像像素的编码长度。到达接收端之后通过反离散余弦变换就可以得到原来的数据，虽然这么做存在一定的失真，但人眼是可接受的，而且对这种微小的变换是不敏感的。

②Jpeg 中的应用

在 jpeg 压缩算法中，将输入图像划分为 8*8 的图像块，对每个图像块数据作 DCT 变换，编程 DCT 数据；然后量化以进一步减少数据量；最后使用 DC 差分脉冲编码调制和 AC 行程长度编码以及 Huffman 编码来完成压缩任务。解压缩时首先对每个图像块作逆量化和 DCT 逆变换，然后将图像拼接成一副完整的图像。