# 实验三 JPEG图像压缩

## 一、实验目的

1. 掌握霍夫曼编码(Huffman Coding)的原理及其基本流程。

2. 熟悉JPEG(Joint Photographic Experts Group)图像压缩原理及其基本流程。

3. 理解基于Matlab的JPEG图像压缩的编程步骤，能够通过改变代码参数，使解压缩图像的客观指标达到指定要求。

## 二、实验任务

JPEG图像压缩技术的简化流程框图如图1所示，压缩过程涉及的步骤有：88块图像抽取，离散余弦变换(Discrete Cosine Transform, DCT)，量化和编码分配（本实验使用霍夫曼编码）。具体编程实现过程可参照附件一：《数字图像处理》JPEG压缩。

88块

抽取器

DCT

归一化器/量化器

符号

编码器

符号

解码器

去归一化器

输入

图像

压缩后

的图像

压缩后

的图像

解压缩

图像

反

DCTT

88块

合并器

**图1 JPEG框图。第一行表示编码器；第二行表示解码器**

在JPEG图像压缩中，通过使用DCT将图像从空间域转换为频率域，可提高压缩效率。DCT将图像分解为多个频率分量，其中高频分量通常表示图像中快速变化的部分，而低频分量则通常表示图像中变化缓慢的部分。

压缩JPEG图像时，首先将图像分成88的块，并对每个块进行DCT变换。DCT将每个88的块都转换为一组系数，称为DCT系数，可用来表示该块中所有频率分量的贡献。DCT系数可以在保留足够质量的情况下被量化和减少，有助于使压缩比例提高。综上，在JPEG图像压缩中使用DCT变换，有助于减少所需的数据量，且可以尽量保留更多的图像信息。

其中，DCT公式如下所示：

 (1)

其中，

.

经过DCT变换得到的DCT系数需要进行归一化和量化，目的是进一步减小数据量，从而提高图像压缩的效果。其中，归一化器有助于确保每个DCT系数都具有相同的能量，而量化器则用于在DCT系数中减小信息量。在JPEG压缩中，通过将DCT系数除以一个特定的量化器矩阵，可以将其减小到较小的数值。这个过程使得高频DCT系数变得很小，而低频DCT系数则会在量化后保留下来，有助于数据压缩而不太影响图像的视觉质量。最终，通过霍夫曼编码，完成图像压缩。

图1第二行展示了JPEG图像解压缩过程，该过程与压缩过程步骤类似，但顺序相反。

给定4张图像，如图2所示，使用JPEG压缩技术对该图像进行压缩并解压缩。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1. Girl\_1 | 1. Girl\_2 |
|  | |
| 1. Light | |
|  | |
| （d）Dusk | |

**图2 本次实验使用的4张图像**

**现要求完成以下任务：**

**1.** 参照附件1，按照本文图1所示流程，对图2的4张像进行JPEG压缩并解压缩，同时计算图像压缩后的尺寸，压缩率(Compression Ratio, CR)，PSNR和SSIM。要求：找到并记录一个最优参数，使得PSNR和SSIM满足表1的要求。

**表1 压缩图像的客观指标要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Data** | **PSNR** | **SSIM** |
| Girl\_1 | >36.85 | >0.935 |
| Girl\_2 | >40.60 | >0.970 |
| Light | >40.45 | >0.978 |
| Dusk | >29.52 | >0.878 |

## 三、注意事项

1.附件一：《数字图像处理》JPEG压缩，包含了JPEG图像压缩编程过程，同学们可参考附件一内容实现图像压缩任务。然而，本实验还要求压缩和解压缩图像达到一定客观指标，这要求同学们充分理解附件一中的代码功能，并调整特定的参数才能获取满足条件的解压缩图像；

2.请注意，本次实验所有处理以及指标计算过程仅使用图2的**灰度图**，在压缩图图像前请先用rgb2gray()函数将bmp格式的彩色图像转换为灰度图。

2.本实验建议的实验平台为Matlab 2023a，若版本过低可能导致PSNR计算结果不准确。

3.使用imratio(GT, Im\_recovered)函数计算CR。请注意，调用该函数时需要把原图像放在参数第一参数位，解压缩图像放在第二参数位；

4.计算PSNR和SSIM时，请先将输入图像取值范围调整至；

5.可以通过“help 函数”指令调阅该函数的官方文档，从而学习如何使用该函数。例如在命令行窗口键入：

>>>help psnr

即可调阅psnr()函数的官方文档；

6.常用函数如下表所示：

**表2 常数函数及其功能**

|  |  |
| --- | --- |
| **函数** | **简介** |
| imread() | 读取图像 |
| imshow() | 显示图像 |
| dctmtx() | 计算离散余弦变换矩阵 |
| blkproc() | 以指定尺寸的矩阵块为单位进行处理 |
| im2col() | 改变矩阵尺寸，将矩阵分块排成一列 |
| col2im() | 改变矩阵尺寸，对im2col()的输出结果进行逆变换 |
| mat2huff() | 对输入矩阵进行霍夫曼编码 |
| huff2mat() | 对霍夫曼编码矩阵进行解码 |
| imratio() | 可用来计算压缩率（>1） |
| psnr() | 计算输入图像对的峰值信噪比 |
| ssim() | 计算输入图像对的结构相似度 |

## 四、实验报告模板（见下页）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **姓名：** | **班级：** | **学号：** |

# 实验报告：实验三

JPEG图像压缩

**任务：**参照附件1，按照正文图1所示流程，对正文图2的4张像进行JPEG压缩并解压缩，同时计算图像压缩后的尺寸，压缩率(Compression Ratio, CR)，PSNR和SSIM。要求：找到一个最优参数，使得PSNR和SSIM满足正文表1的要求，并把该最优参数记录在实验报告的表1中。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 1. **原始灰度图像** | 1. **解压缩图像** |

**图1 第一行到第四行分别表示：Gril\_1, Girl\_2, Light和Dusk**

**表1 图像经过JPEG压缩后的客观质量评价指标结果**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Data** | **原始尺寸** | **压缩后尺寸** | **CR** | **PSNR** | **SSIM** | **最优参数** |
| Girl\_1 | 718200  (79800) | 236463 | 6.837 | 36.865 | 0.937 | 0.50 |
| Girl\_2 | 2314240 (18000) | 553187 | 8.564 | 40.584 | 0.9716 | 0.48 |
| Light | 864000  (72000) | 93292 | 17.86 | 40.502 | 0.979 | 0.82 |
| Dusk | 810000  (67500) | 198679 | 10.102 | 29.561 | 0.8798 | 1.65 |