

南开大学

信息隐藏技术课程实验报告

图像信号的常用处理方法



学院：网络空间安全学院

专业：信息安全

学号：2113997

姓名：齐明杰

班级：信安2班

目录

- 1 实验目的**
- 2 实验原理**
 - 2.1 图像处理的常用方法
 - 2.1.1 图像增强和复原
 - 2.1.2 图像编码压缩
 - 2.1.3 图像变换
 - 2.1.4 图像描述
 - 2.1.5 图像分类（识别）
 - 2.1.6 图像分割
 - 2.2 离散傅里叶变换（DFT）
 - 2.3 离散小波变换（DWT）
 - 2.4 离散余弦变换（DCT）
 - 2.5 应用场景
- 3 实验过程**
 - 3.1 图片素材
 - 3.2 DFT-离散傅里叶变换
 - 3.3 DWT-离散小波变换
 - 3.3.1 一级小波分解
 - 3.3.2 二级小波分解
 - 3.4 DCT-离散小波变换
- 4 实验心得**

1 实验目的

实验3：图像信号的常用处理方法上机实验

1、DFT

2、DWT

3、DCT

在matlab中调试完成课堂上的例题，练习使用常用的图像信号处理方法。

要求：编程实现，提交实验报告。

2 实验原理

2.1 图像处理的常用方法

2.1.1 图像增强和复原

图像增强 是一种改善图像质量的过程，其目的是使图像中的特征更加明显，便于人眼观察或机器处理。图像增强不考虑图像降质的原因，常用方法包括直方图均衡化、锐化、滤波等。

图像复原 旨在从退化图像中恢复出原始图像。与图像增强不同，图像复原需要对退化过程有一定的了解，一般基于一定的数学模型进行，如通过逆滤波、维纳滤波等方法减少或消除图像退化。

2.1.2 图像编码压缩

图像编码压缩 的目标是减少图像数据的存储量和传输带宽需求，可以是有损或无损的。有损压缩通过舍弃一些不那么重要的信息来减小数据量，例如JPEG格式；无损压缩则保持原始数据不变，如PNG格式。常用的技术包括离散余弦变换（DCT）、运行长度编码、哈夫曼编码等。

2.1.3 图像变换

图像变换 将图像从一个域转换到另一个域，常用来简化图像信息的处理和分析。例如，离散傅里叶变换（DFT）可以将图像从空间域转换到频率域，便于进行频率分析和滤波处理。其他常见的图像变换包括离散余弦变换（DCT）、小波变换等，它们在图像压缩和特征提取中有广泛应用。

2.1.4 图像描述

图像描述 涉及将图像的内容转换成形式化的描述，使之便于存储、检索和理解。描述可以是基于形状的、基于纹理的或基于颜色的，目的是提取图像中有意义的特征以便于后续的图像识别和分析。

2.1.5 图像分类（识别）

图像分类（识别） 是将图像根据其内容分为不同类别的过程。这通常涉及特征提取和学习算法。分类方法可以是基于传统的模式识别技术，也可以是基于深度学习的方法。图像识别的应用包括面部识别、指纹识别、场景理解等。

2.1.6 图像分割

图像分割 是将图像细分成其组成部分或对象的过程。目的是简化或改变图像的表达形式，使之更容易分析。图像分割是许多图像处理任务的前提，包括对象检测、跟踪和场景理解。常见的分割技术包括阈值处理、区域生长、边缘检测等。

2.2 离散傅里叶变换（DFT）

原理介绍： 离散傅里叶变换（DFT）是一种将时域信号转换到频域的方法。它是连续傅里叶变换的离散形式，主要用于数字信号处理。DFT将信号的时间信息转换为频率信息，使得信号在频率域中的特性更加明显，便于分析和处理。

公式：

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot e^{-\frac{i2\pi}{N}nk}$$

其中， $X[k]$ 是DFT的结果，表示信号在频率域的表达； $x[n]$ 是原始时域信号的采样点； N 是采样点的总数； k 是当前频率分量的索引； i 是虚数单位。

2.3 离散小波变换（DWT）

原理介绍： 离散小波变换（DWT）是一种时间-频率分析方法，用于信号的多尺度分析。DWT通过伸缩和平移“母小波”函数来适应信号的不同频率成分，从而实现对信号的细节和近似的分解。小波变换特别适合于处理具有突变或非平稳特性的信号，因为它能够在不同的尺度上局部化分析信号的特征。

公式：

$$DWT_{j,k} = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] \cdot \psi_{j,k}[n]$$

其中， $\psi_{j,k}[n]$ 是根据母小波通过伸缩和平移得到的小波函数， j 和 k 分别表示伸缩和平移的参数， $x[n]$ 是输入信号。

2.4 离散余弦变换（DCT）

原理介绍： 离散余弦变换（DCT）是一种类似于傅里叶变换的技术，但只使用余弦函数作为基函数。DCT广泛应用于图像和视频压缩，因为它具有高效的能量集中特性。在图像处理中，DCT可以将图像数据从空间域转换到频域，其中大部分能量集中在低频部分，这一特性使得DCT成为数据压缩的理想选择。

公式：

$$C[u] = \alpha(u) \sum_{x=0}^{N-1} \left[x[x] \cdot \cos \left(\frac{(2x+1)u\pi}{2N} \right) \right]$$

其中， $C[u]$ 是DCT的结果， $x[x]$ 是输入信号， N 是信号长度， $\alpha(u)$ 是归一化系数，通常当 $u=0$ 时， $\alpha(u) = \sqrt{\frac{1}{N}}$ ，其余情况下 $\alpha(u) = \sqrt{\frac{2}{N}}$ 。

2.5 应用场景

- **DFT**：信号和图像分析、滤波器设计、声音处理等。
- **DWT**：图像压缩（如JPEG 2000）、信号去噪、特征提取等。
- **DCT**：图像和视频压缩（如JPEG、MPEG）、声音压缩等。

3 实验过程

3.1 图片素材

本次我选用图像处理中最经典的一张图片 *Lena* (*Lenna*) :



David C. Munson. 在“A Note on Lena”中给出了两条使用Lena图像的理由：首先，Lenna图像包含了各种细节、平滑区域、阴影和纹理，这些对测试各种图像处理算法很有用。它是一副很好的测试图像！第二，Lena图像里是一个很迷人的女子。所以不必奇怪图像处理领域里的人（大部分为男性）被一副迷人的图像吸引。

3.2 DFT-离散傅里叶变换

编写如下代码：

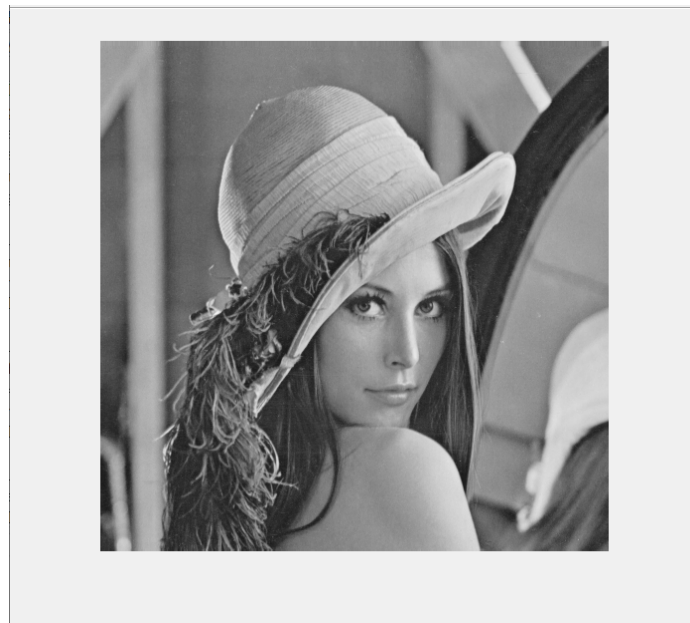
```
1 % Clear Memory and Command window
2 clc;
3 clear all;
4 close all;
5 b=imread("lady.jpg");%读入图像，像素值在b中
6 b=rgb2gray(b);%转换为灰度图像
7
8 figure(1);
9 I=imbinarize(b);%此处im2bw在matlab2022a之中已经不能使用
10 imshow(b);
11 title("(a)原图像");
12
13 figure(2);
14 fa=fft2(I);%使用fft函数进行快速傅里叶变换
15 ffa=fftshift(fa);%fftshift函数调整fft函数的输出顺序，将零频位置移到频谱的中心
16 imshow(ffa,[200,225]);%显示灰度在200-255之间的像
17 title("(b)幅度谱");
18
```

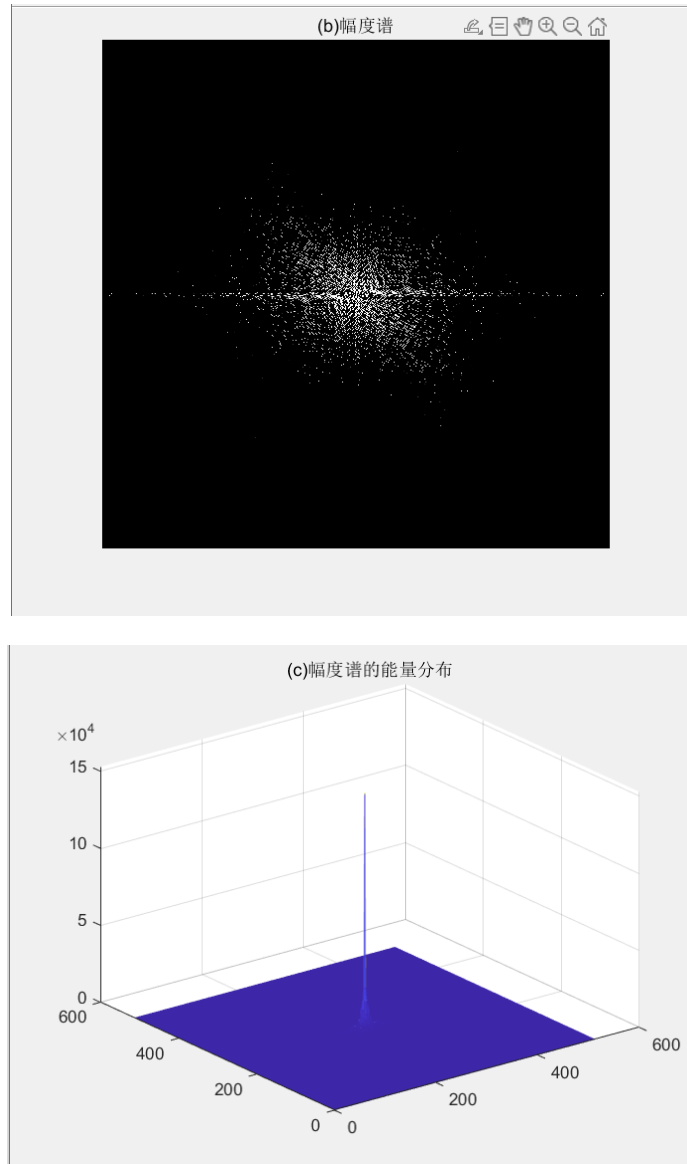
```
19 figure(3);
20 l=mesh(abs(ffa));%画网格曲面图
21 title("(c)幅度谱的能量分布");
```

代码思路解析:

1. **初始化环境**: 首先清空MATLAB的命令窗口、变量空间和关闭所有图形窗口, 确保实验环境干净。
2. **读取和预处理图像**: 读取"Lady.jpg"图像, 并将其转换为灰度图, 因为傅里叶变换是在单通道上操作。
3. **二值化处理**: 使用 `imbinarize` 函数将灰度图转换为二值图像, 为了在傅里叶变换中减少计算复杂度。
4. **显示原图像**: 展示处理后的灰度图像作为对比基准。
5. **快速傅里叶变换 (FFT)**: 对二值化后的图像应用二维快速傅里叶变换 `fft2`, 并使用 `fftshift` 函数将零频分量移到频谱中心。
6. **显示幅度谱**: 利用 `imshow` 显示变换后的幅度谱, 调整显示范围以便观察细节。
7. **能量分布**: 使用 `mesh` 函数绘制幅度谱的三维能量分布图, 提供对频率组成的直观理解。

运行结果:





3.3 DWT-离散小波变换

离散小波变换（DWT）是一种有效的信号和图像处理工具，用于多尺度分析。通过应用DWT，可以将图像分解为不同频率的分量，提取出图像的近似（低频）和细节（高频）信息。

3.3.1 一级小波分解

编写如下代码：

```

1  % Clear Memory and Command window
2  clc;
3  clear all;
4  close all;
5  b=imread("lady.jpg");%读入图像，像素值在b中
6  a=im2bw(b);
7  nbcol=size(a,1);
8
9  [ca1,ch1,cv1,cd1]=dwt2(a,'db4');
10 cod_ca1=wcodemat(ca1,nbcol);

```



```

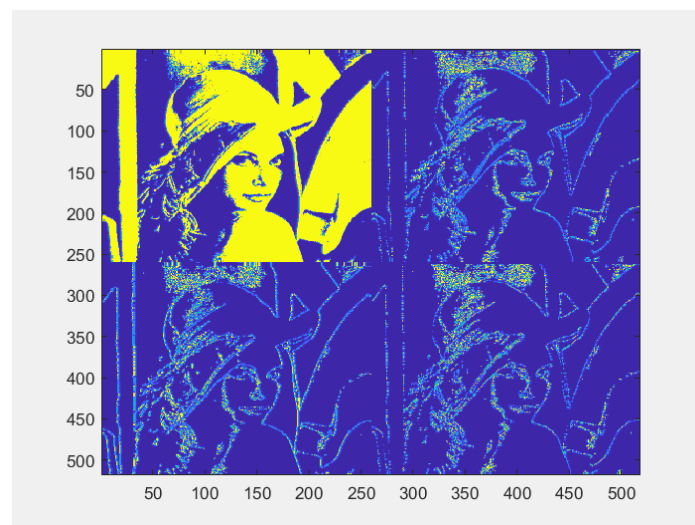
11 cod_ch1=wcodemat(ch1,nbcol);
12 cod_cv1=wcodemat(cv1,nbcol);
13 cod_cd1=wcodemat(cd1,nbcol);
14
15 image([cod_ca1,cod_ch1;cod_cv1,cod_cd1]);

```

过程解析：

1. **图像读取**：首先读入"Lady.jpg"图像文件。
2. **图像转换**：然后，使用 `im2bw` 函数将读入的图像转换为二值图像。这一步的目的是简化后续处理，但在实际应用中，可以直接对灰度图或彩色图进行小波变换。
3. **一级小波变换**：使用 `dwt2` 函数对图像进行一级离散小波变换。这里选择 'db4' 小波基是因为它是Daubechies小波家族中的一个，适合于许多图像处理任务。`dwt2` 函数返回四个分量：近似分量(`ca1`)、水平细节分量(`ch1`)、垂直细节分量(`cv1`)、和对角细节分量(`cd1`)。
4. **可视化**：`wcodemat` 函数用于将小波变换的结果转换为适合显示的格式。`image` 函数则将这四个分量拼接成一个图像展示出来，其中近似分量在左上角，其他三个细节分量分别占据剩下的位置。这样可以直观地观察到图像的低频（近似）和低频（细节）信息。

运行结果：



3.3.2 二级小波分解

编写如下代码：

```

1 % Clear Memory and Command window
2 clc;
3 clear all;
4 close all;
5 b=imread("lady.jpg");%读入图像，像素值在b中
6 a=im2bw(b);
7
8 nbcol=512;
9 nbc=256;

```

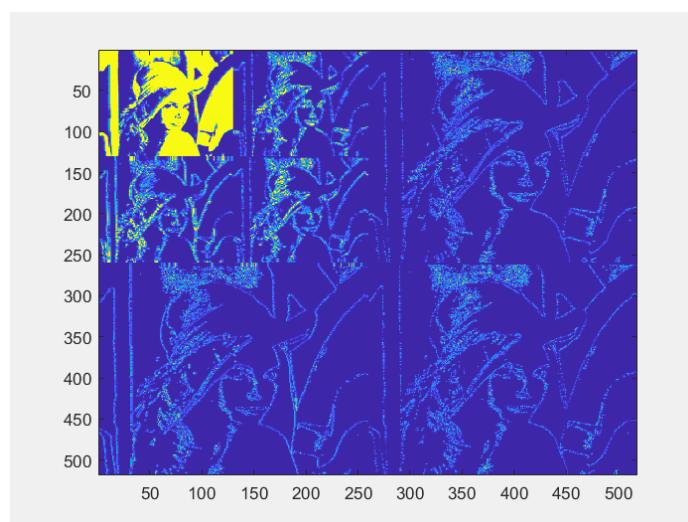
```

10
11 [ca1,ch1,cv1,cd1]=dwt2(a,'db4');
12 [ca2,ch2,cv2,cd2]=dwt2(ca1,'db4');
13
14 cod_ca1=wcodemat(ca1,nbc);
15 cod_ch1=wcodemat(ch1,nbc);
16 cod_cv1=wcodemat(cv1,nbc);
17 cod_cd1=wcodemat(cd1,nbc);
18
19 cod_ca2=wcodemat(ca2,nbcol);
20 cod_ch2=wcodemat(ch2,nbcol);
21 cod_cv2=wcodemat(cv2,nbcol);
22 cod_cd2=wcodemat(cd2,nbcol);
23
24 tt=[cod_ca2,cod_ch2;cod_cv2,cod_cd2];
25 tt=imresize(tt,size(ca1));
26
27 image([tt,cod_ch1;cod_cv1,cod_cd1]);

```

1. **预处理**：与一级小波分解相同，读入并预处理图像。
2. **一级分解**：先进行一级分解，得到近似分量和三个细节分量。
3. **二级分解**：接着，对一级分解的近似分量(`ca1`)进行二次小波变换，得到二级分解的近似和细节分量(`ca2`，`ch2`，`cv2`，`cd2`)。这一步深入分析了图像的低频部分，进一步提取出更加细致的特征。
4. **可视化调整**：为了在同一幅图中同时显示一级和二级分解的结果，需要对二级分解的结果进行尺寸调整，使其与一级分解的尺寸一致。`imresize`函数在这里用于调整大小。
5. **显示结果**：最后，使用`image`函数显示整合后的分解结果。这样，不仅可以看到一级分解的细节，还可以观察到二级分解带来的更深层次的信息。

运行结果：



3.4 DCT-离散小波变换

编写如下代码：

```
1  % Clear Memory and Command window
2  clc;
3  clear all;
4  close all;
5  b=imread("lady.jpg");%读入图像，像素值在b中
6  b=rgb2gray(b);%转换为灰度图像
7
8  figure(1);
9  imshow(b);
10 title('(a)原图像');
11
12 I=im2bw(b);
13 figure(2);
14 c=dct2(I);%进行离散余弦变换
15 imshow(c);
16 title('(b)DCT变换系数');
17
18 figure(3);
19 mesh(c);%画网格曲面图
20 title('(c)DCT变换系数（立体视图）');
```

代码思路解析：

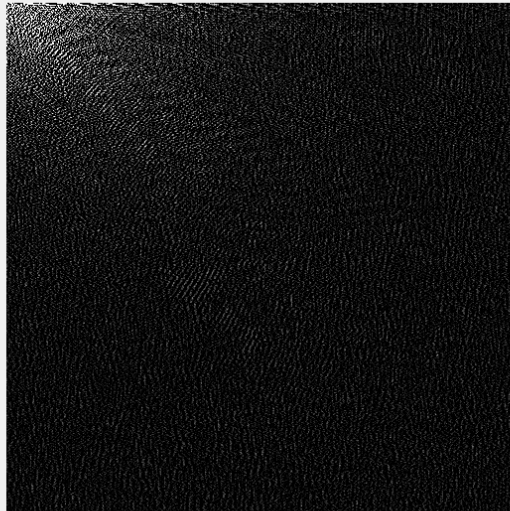
1. **预处理**：如前两个实验部分所述，进行环境初始化和图像的灰度转换。
2. **二值化和DCT变换**：对灰度图进行二值化处理，然后应用 `dct2` 函数进行离散余弦变换。
3. **变换系数显示**：通过 `imshow` 展示DCT变换后的系数图，这有助于观察图像在频率域的表现。
4. **立体视图展示**：使用 `mesh` 函数展示DCT系数的三维立体图，直观地展示了频率分布的高低起伏，有助于理解图像信息在频率域的分布特点。

运行结果：

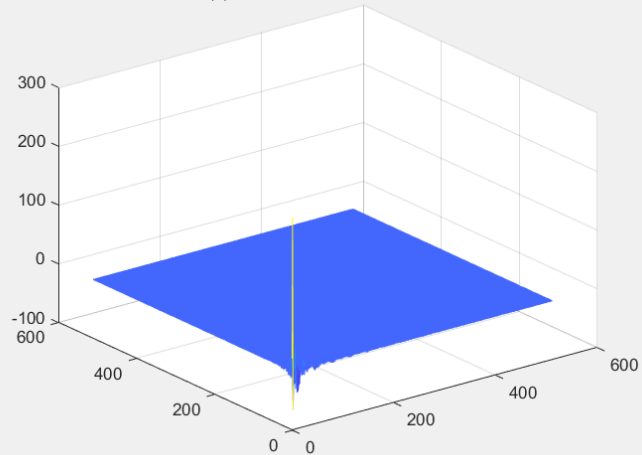
(a)原图像



(b)DCT变换系数



(c)DCT变换系数（立体视图）



4 实验心得

我深入了解并实践了离散傅里叶变换（DFT）、离散小波变换（DWT）、和离散余弦变换（DCT）等图像处理的核心技术。通过对经典的Lena图像进行这些变换，我不仅掌握了它们的实现方法，而且通过观察不同变换后的结果，我对于这些技术在图像增强、压缩、和特征提取中的应用有了更加深刻的理解。这次实验不仅加深了我对理论知识的理解，也激发了我对图像处理领域更深层次探索的兴趣。实践中遇到的问题和挑战也让我认识到了理论与实践之间的差异，以及在实际应用中需要考虑的各种因素，这对我的学习和研究具有重要意义。