**媒体内容安全技术结课作业设计说明文档**

选题：鲁棒水印算法的比较和应用

成员：穆思园201710513017

朱漪雯201710513023

1. **概述**

数字水印技术是一种基于内容的、非密码机制的计算机信息隐藏技术。它将一些标识信息（即数字水印）直接嵌入数字载体当中（包括多媒体、文档、软件等），且不影响原载体的使用价值，也不容易被探知和修改。但可以被生产方识别和辨认。

数字水印按水印特性可以分为鲁棒水印和脆弱水印两类：

·鲁棒水印：主要用于标识著作权信息，用于版权保护，有很强的的鲁棒性和安全性，经过多种信号处理甚至恶意攻击仍能识别。

·脆弱水印：用于完整性保护和认证，当被保护信息发生改变时，脆弱水印信息会发生相应的变化，从而可以鉴定原始信息是否被篡改。

这里主要针对鲁棒水印算法进行研究，研究内容共分为两个方面：鲁棒水印算法的比较，鲁棒水印算法的应用。

1. **鲁棒水印算法的比较**

1.设计思路

鲁棒水印的特点有如下三点：

1. 安全性—难以篡改伪造。
2. 鲁棒性—在经历多种信号处理过程后，数字水印仍能保持部分完整性并被准确鉴别。
3. 隐蔽性（不可感知性）—不影响被保护数据的使用。

这里对于鲁棒水印算法的比较便是从以上几个特点入手，我们可以通过峰值信噪比（PSNR）和结构相似性（SSIM）来比较鲁棒水印算法的隐蔽性，通过误码率（BER）来比较鲁棒水印算法的鲁棒性。

这里的比较主要分为四部分：

1. 同一彩色图片不同通道加入水印的不可感知性比较
2. 不同尺寸图片加入水印的不可感知性比较
3. 储存相同信息的不同格式的图片加入水印的不可感知性比较
4. 用不同鲁棒水印算法在相同图片中加入相同水印的不可感知性和鲁棒性比较
5. 同一彩色图片不同通道加入水印的不可感知性比较（以DCT算法为例）

本小节使用的数字载体是一副512\*512 RGB彩色图片。嵌入的水印信息为64\*64的灰度图像。

将数字载体分离成R,G,B三个通道，并且将彩色图片转化为灰度图像。本文将R,G,B三个彩色通道和单一通道的灰度图像加入水印后的不可感知性进行比较。

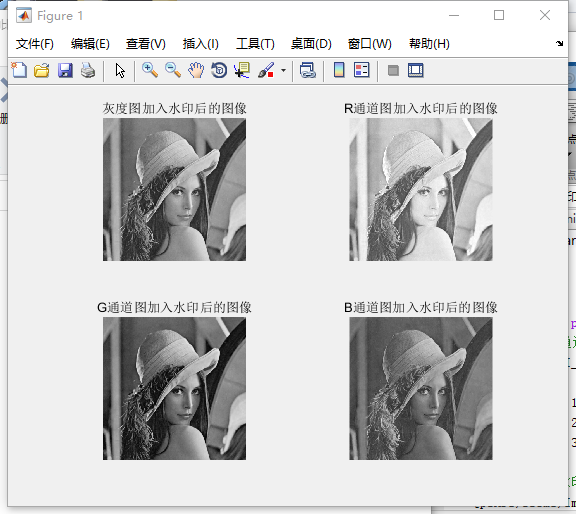
下图为RGB彩色图像和灰度化后的灰度图像：

下图为嵌入的中国传媒大学logo：



以DCT鲁棒水印算法为例，对上述四幅图像进行加数字水印操作（DCT算法的原理和步骤在第五小节中详细介绍）。



根据PSNR和SSIM来比较不可感知性，PSNR和SSIM越小，不可感知性越好：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 灰度图（单通道） | R通道 | G通道 | B通道 |
| PSNR | 43.5869 | 44.1953 | 43.5279 | 43.1624 |
| SSIM | 0.9945 | 0.9943 | 0.9941 | 0.9939 |

根据上表数据：对于彩色图像，将数字水印信息插入R通道的不可感知性最好。

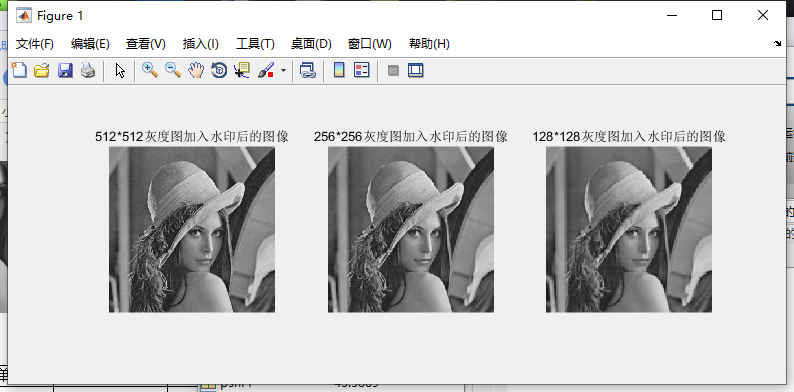
1. 不同尺寸图片加入水印的不可感知性比较（以DCT算法为例）

本小节使用的数字载体尺寸分别是512\*512，256\*256，128\*128。嵌入的水印信息为64\*64的灰度图像。本小节将对不同尺寸的图像加入水印的不可感知性进行比较。

下图为三种尺寸的灰度图像和水印图像：

以DCT鲁棒水印算法为例，对上述三幅图像进行加数字水印操作。（DCT算法的原理和步骤在第五小节中详细介绍）



根据PSNR和SSIM来比较不可感知性，PSNR和SSIM越小，不可感知性越好：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 512\*512 | 256\*256 | 128\*128 |
| PSNR | 43.5869 | 43.4390 | 43.0491 |
| SSIM | 0.9945 | 0.9957 | 0.9974 |

由于图像尺寸越小，同一尺寸的水印信息占整幅图像的比例越小，所以SSIM参数不能很好反应不可感知性，所以通过PSNR来判断不可感知性的好坏：在图像中插入同一尺寸的数字水印，数字载体尺寸越大，不可感知性越好。

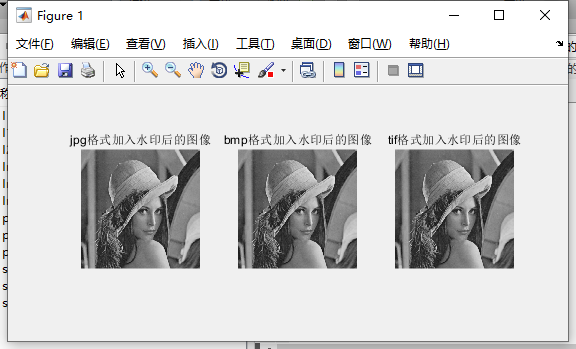
1. 储存相同信息的不同格式的图片加入水印的不可感知性比较

本小节使用的数字载体是储存相同信息的jpg,bmp,tif图像。嵌入的水印信息为64\*64的灰度图像。本小节将对不同格式的图像加入水印的不可感知性进行比较。

下图为三种格式的灰度图像和水印图像：



以DCT鲁棒水印算法为例，对上述三幅图像进行加数字水印操作。（DCT算法的原理和步骤在第五小节中详细介绍）



根据PSNR和SSIM来比较不可感知性，PSNR和SSIM越小，不可感知性越好：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | jpg格式 | bmp格式 | tif格式 |
| PSNR | 43.5869 | 43.5869 | 43.5869 |
| SSIM | 0.9945 | 0.9945 | 0.9945 |

根据上表数据：储存信息相同情况下，图像的储存格式对于加入水印的不可感知性没有影响。

1. 用不同鲁棒水印算法在相同图片中加入相同水印的不可感知性和鲁棒性比较

5.1基于DCT变换的数字水印

* + 1. DCT变换

 DCT变换的全称是离散余弦变换，可以将原始图像的能量集中于少数低频DCT系数上，仅左上角的少量低频系数数值较大，其余系数的数值很小，对图像的能量具有很好的集中效果。

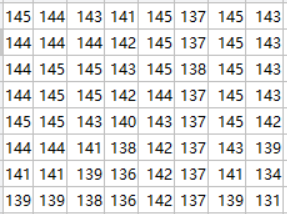
二维dct变换公式：



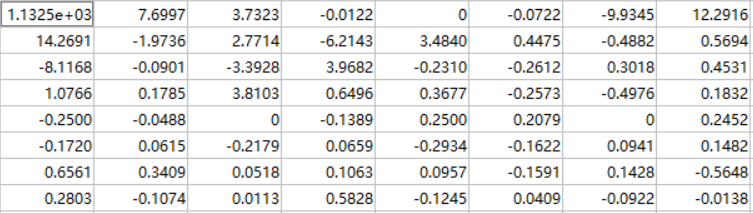
其中 （u=0，v=0）

 （其他）

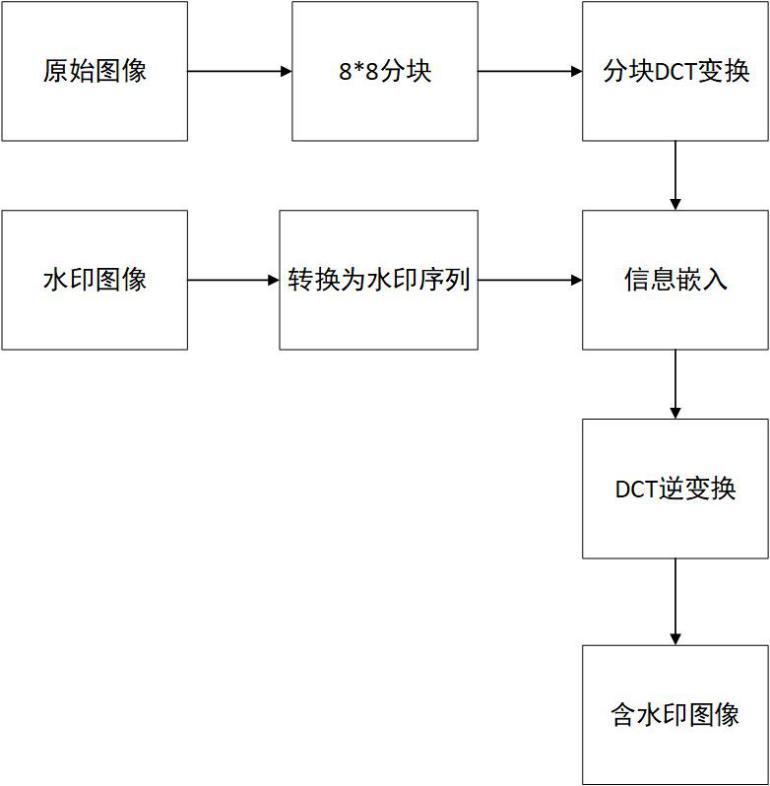
8\*8图片原图：



经过dct变换后的图片，可以看出图像能量集中在了左上角:



* + 1. 基于dct的水印嵌入算法



(水印嵌入算法流程图)

本节中DCT鲁棒水印算法的具体步骤如下：

1.读取原始图片lena，图像大小为512\*512，进行8\*8分块，分成4096块。

2.对每个分块进行dct变换得到。

3.设定模值q，对dct系数做取模运算得到，此处模值设为32。

4.读取水印图片cuc，图像大小为64\*64，将其转换为二值图，再将图像矩阵转换为1\*4096的序列。

5.如果水印序列中的第i（）个元素的值为0，则对第i个分块的dct系数作以下变换：



如果水印序列中的第i个元素的值为1，则对第i个分块的dct系数作以下变换：



1. 对每个分块做dct逆变换，得到含水印图像。

5.1.3基于dct的水印提取算法



(水印提取算法流程图)

1.读取含水印图像，进行8\*8分块，分成4096块

2.对每个分块做DCT变换得到

3.设定模值q（和嵌入水印时数字相同），对做取模运算得到。

4.如果，对应的水印序列值为0

如果，对应的水印序列值为1

对每一个分块进行上述操作，得到1\*4096的水印序列

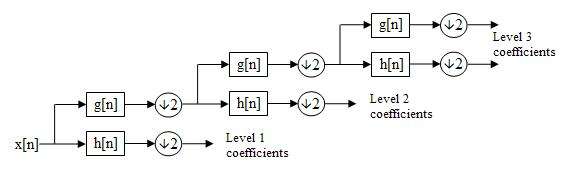
5. 将水印序列转换为64\*64的水印图片。

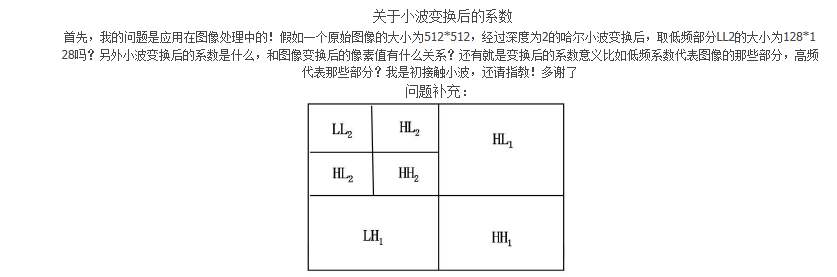
5.2 基于DWT变换的数字水印

5.2.1 DWT变换

DWT变换的全称是离散小波变换，是对基本小波的尺度和平移进行离散化。在图像处理中，常采用二进小波作为小波变换函数，即使用2的整数次幂进行划分。小波分解的意义就在于能够在不同尺度上对信号进行分解，而且对不同尺度的选择可以根据不同的目标来确定。

对于许多信号，低频成分相当重要，它常常蕴含着信号的特征，而高频成分则给出信号的细节或差别。dwt变换可以通过不断的分解，将信号分解成许多低分辨率成分。

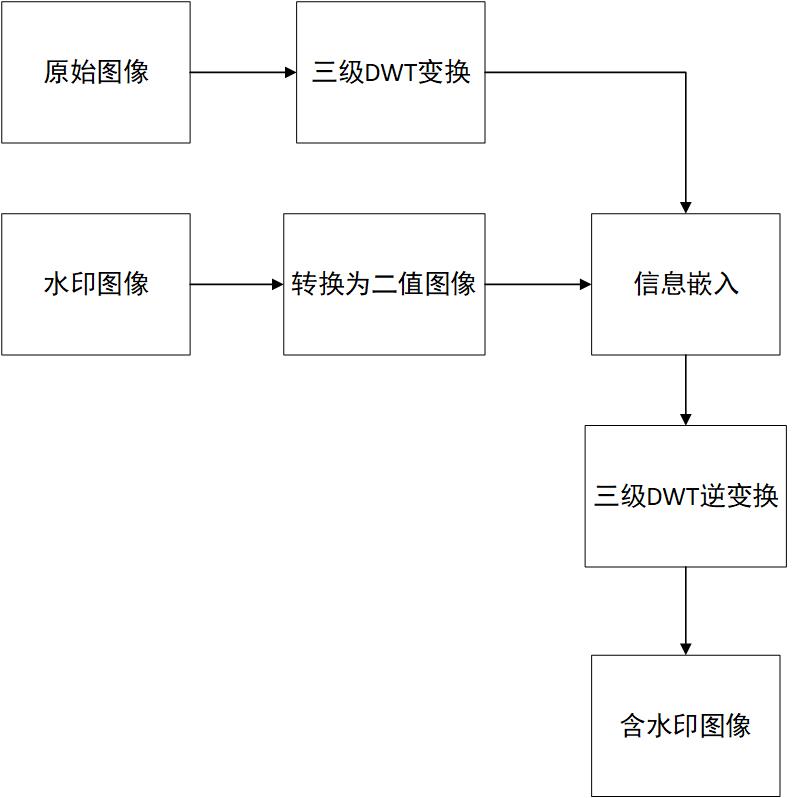


 （原理图）

对lena.jpg进行一阶dwt变换



5.2.2基于dwt变换的水印嵌入算法



1. 读取原始图像lena，图像大小为512\*512，对图像进行三级dwt变换，则得到的三级子带大小为64\*64，选取三级子带中的低频分量嵌入水印。
2. 设定模值q，对做取模运算得到，此处模值设为32。
3. 读取水印图像cuc，图像大小为64\*64，将图像转化为二值图
4. 如果

，

=

，

如果

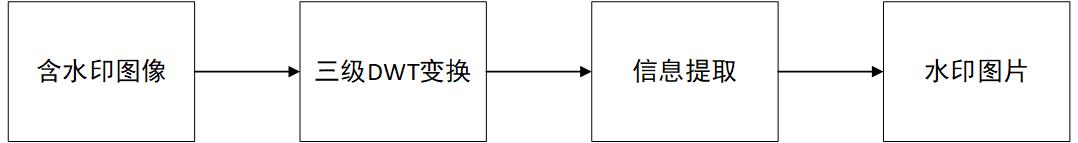
，

=

，

1. 对图像做三级dwt逆变换，得到含水印图像

5.2.3基于dwt的水印提取算法



1. 读取含水印图片，对图像进行三级dwt变换，取三级子带的低频分量
2. 设定模值q（和嵌入水印时数字相同），对做取模运算得到
3. 如果，，

否则，

1. 将输出得到水印图片

5.3 DCT和DWT算法的比较

算法的比较从两个特点上出发：不可感知性和鲁棒性。

不可感知性主要通过PSNR和SSIM来比较，鲁棒性主要通过BER来比较。（本节中会对加入数字水印的图像分别做 JPEG压缩 / 添加椒盐噪声 / 对水印信息旋转 三个操作，来比较算法的鲁棒性。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 基于DCT的水印算法 | 基于DWT的水印算法 |
| PSNR | 43.5869 | 45.8844 |
| SSIM | 0.9945 | 0.9956 |
| 不做任何操作的BER | 0 cuc | 0 cuc |
| JPEG压缩的BER | 0.0903 water_jpeg | 0.0959 water_jpg |
| 添加椒盐噪声的BER | 0.2339 water_noise | 0.2336 water_noise |
| 对水印进行旋转的BER | 0.0872 water_rotate | 0.0842 water_rotate |

根据上表数据：s

1. **鲁棒水印算法的应用（创新点）**
2. 设计思路

通过对DCT和DWT两种水印算法的学习和比较，本节在两种算法的基础上进行了创新和应用。

前文示例中均是通过在数字载体图像中嵌入水印图片，来达到隐藏数字水印信息的效果。本节的创新中希望通过鲁棒数字水印算法，来将字符信息嵌入数字水印中。文字是比图片更常用的信息传递形式，本节就将尝试将文字信息嵌入数字载体中。

1. 实现方法
2. 输入要嵌入的字符串信息
3. 由输入的字符串生成一副二值图像（最大长度为64字节）
4. 通过鲁棒水印算法将二值图像嵌入数字载体中
5. 从嵌入水印的图像中提取出水印图像
6. 将提取的水印图像提取出字符串信息

Eg:输入信息：“MuSiYuan and ZhuYiWen ’s homework”



（由输入字符串生成的水印）



（在嵌入水印的图像中提取出的水印图像）

提取水印后输出结果：

