

音频水印 实验报告

王傲 15300240004

1. 实验简介

1.1 实验目的

- 了解WAV文件格式，掌握利用WAV格式音频文件实现LSB信息隐藏的原理
- 设计一种基于WAV文件的LSB信息隐藏算法，并通过编程实现
- 了解归一化相关系数NC的概念，利用NC对水印图像和提取图像水印进行比较

1.2 文件内容

本次实验包含以下文件：

- hidelsbwav.m: 实现基于LSB的wav文件隐藏水印图片方法函数
- extractlsbwav.m: 实现基于LSB的wav文件提取水印图片方法函数
- manipulate.m: 完整的调度文件，可以调整隐藏的bit在字节中的位置，显示原始图片和水印图片的NC值，听取隐藏水印后的wav文件等等；可以直接运行
- bit_test.m: 测试16位采样位数的wav文件消除低位bit位信息的影响
- nc.m: 实现计算两张图片NC值的计算函数
- fudan.bmp: 需要隐藏的200*200的bmp文件
- djh.wav: 作为水印载体的wav文件

2. 实验过程

2.1 LSB隐藏水印过程

实验比较简单，将fudan.bmp隐藏到djh.wav中。其中，djh.wav文件有44,144个字节，去掉文件头的44个字节还有44,100个字节；fudan.bmp是200*200的二值图像，共有40,000个bit，因此需要将40,000个bit隐藏到44,100个字节中。

将wav文件以字节形式读入，将图片读入到矩阵后，利用bitset函数设置相应的字节的位。考虑到wav文件开头前44个字节是文件头，不包含音频信息，从第45个字节开始，将图片二值矩阵的某个bit隐藏到对应的字节中的某一位（通过bit变量设置，利用bitset直接修改），完成LSB的水印隐藏。

2.2 LSB提取水印过程

提取水印的过程也比较简单。根据传入的包含水印的wav文件和图片矩阵的大小信息，将对应字节的对应位的bit提取出来，放入相应矩阵，就得到了水印图片。

2.3 计算图片相似度

计算原始图片和抽取出的水印图片的归一化相似系数NC，测试算法的鲁棒性。其中，归一化互相关匹配算法（经常写为NC，Normalized Correlation 算法）是一种经典的统计匹配算法，就是根据已知的模板

图像到另一幅图像中寻找相应位置的处理方法。简单而言，模板就是事先给定的一幅小图像，归一化匹配就是在幅大图像中寻找该模板图像，也即已知该大图像中有要查找的目标，且该目标与模板具有相同的方向或者存在较小角度的旋转，可以通过一定的算法在图中找到该目标，并确定其坐标位置。

2.4 测试低位bit位对wav文件质量的影响

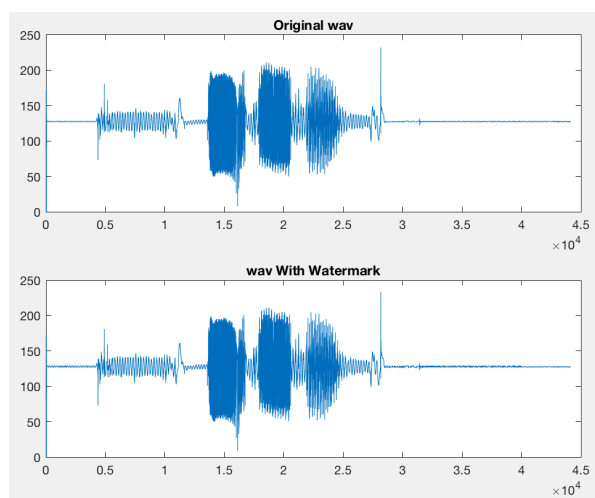
实验中，经过查询资料，发现wav文件一般取采样位数为16位，而实验中是每8位隐藏一个bit，在最低位时对wav文件质量的影响很小。经过与老师的讨论，wav文件的16位中低位对文件质量的影响很小，因此进行测试。

3. 实验分析

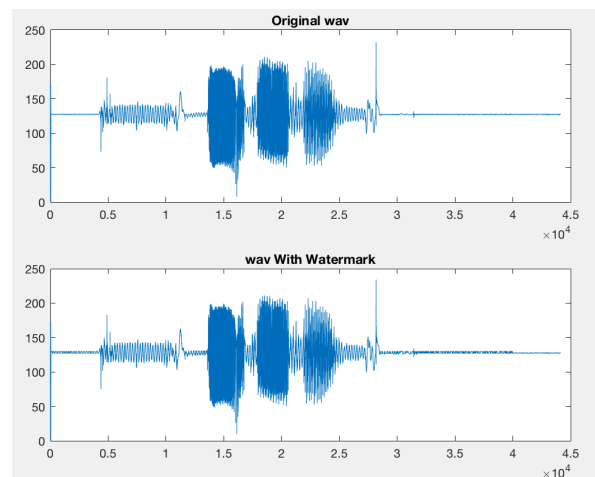
3.1 LSB位数选择

LSB是Lowest Significant Bit的缩写，应该将信息隐藏到最低有效位才能使水印信息对载体的影响最小。这里选取每个字节的不同位进行了测试（1为最低位，8为最高位）：

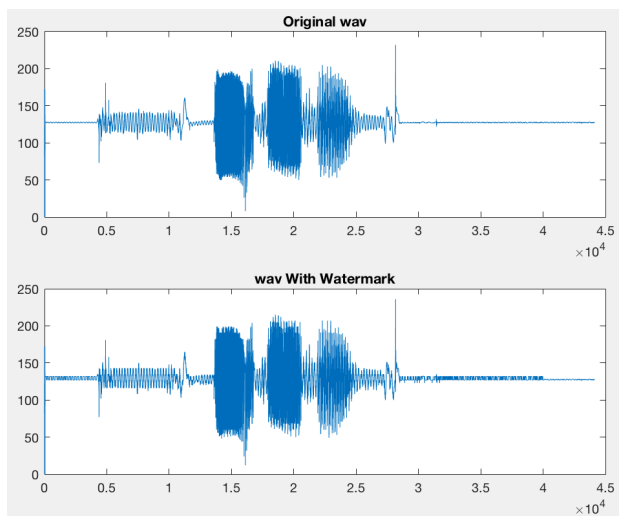
选取的bit位为1：



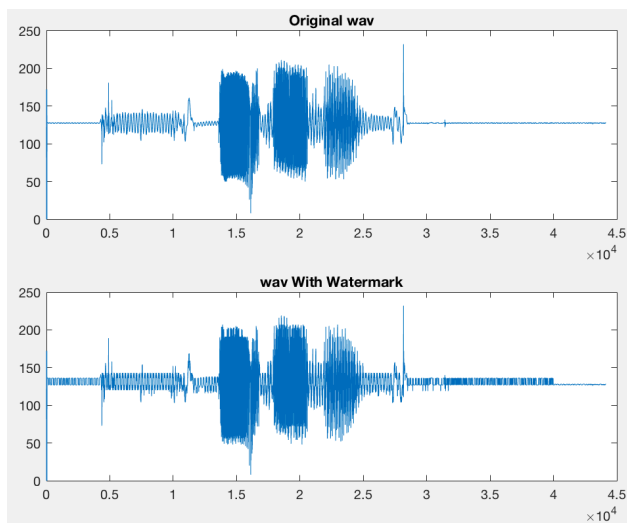
选取的bit位为2（已经有比较明显的毛刺）：



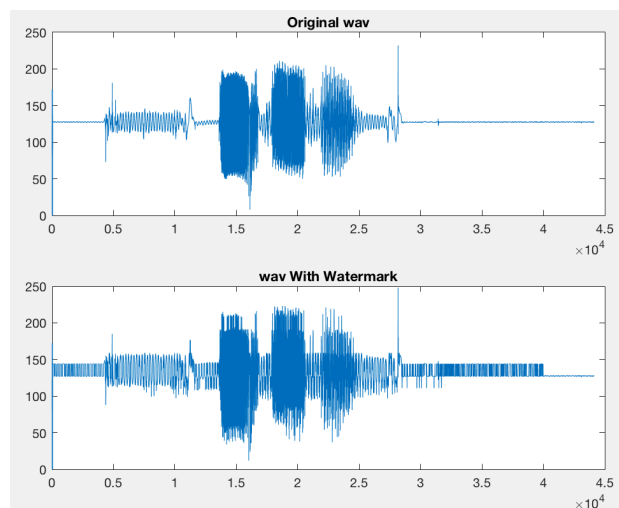
选取的bit位为3:



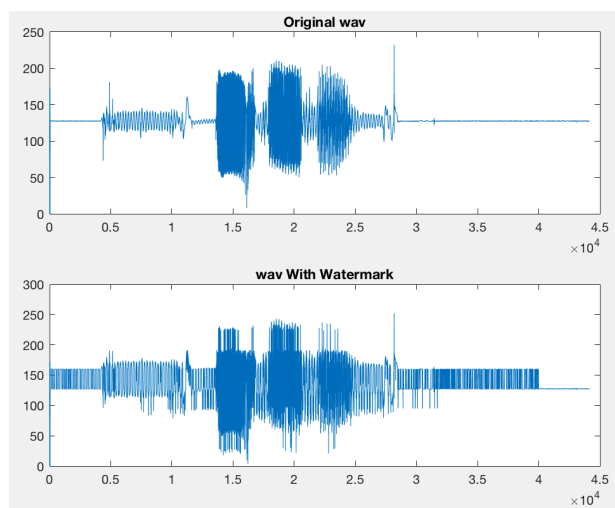
选取的bit位为4:



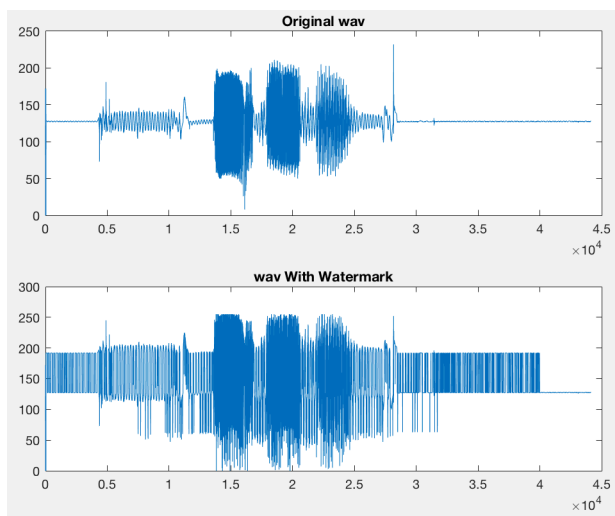
选取的bit位为5:



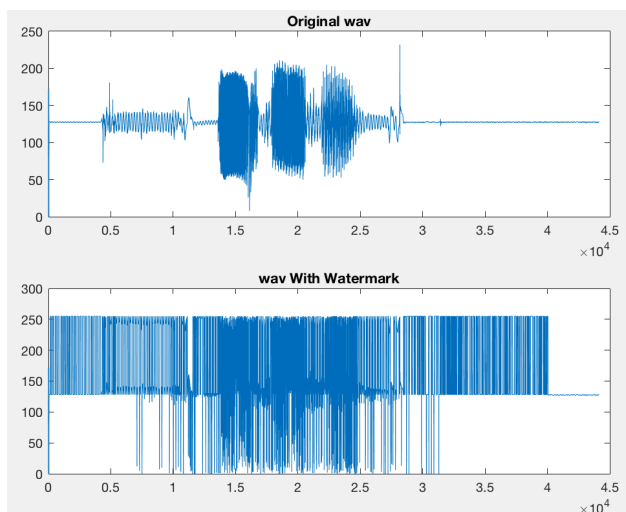
选取的bit位为6:



选取的bit位为7:

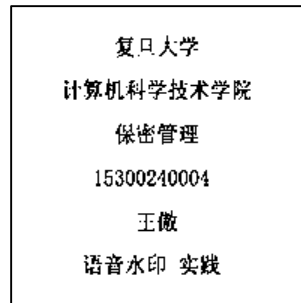


选取的bit位为8:



从波形图我们可以看出，当信息bit隐藏在最低有效位时，波形与原波形几乎相同，从声音的听取来看，也几乎分辨不出区别；然而，随着隐藏位数的增加，声音的质量越来越差，最后到了完全无法听出内容的程度。这也说明了将信息隐藏在最低有效位的必要性。

不过，不论选择哪一位作为隐藏的bit位，提取出的水印图片都是正确的，这与声音质量无关：



3.2 归一化相关系数NC计算

前面已经提到了，NC系数可以用来衡量两张图片的相似性。在上面的实验中，每次实验都计算了原始图片和水印图片的NC系数的值，都只有一个值：

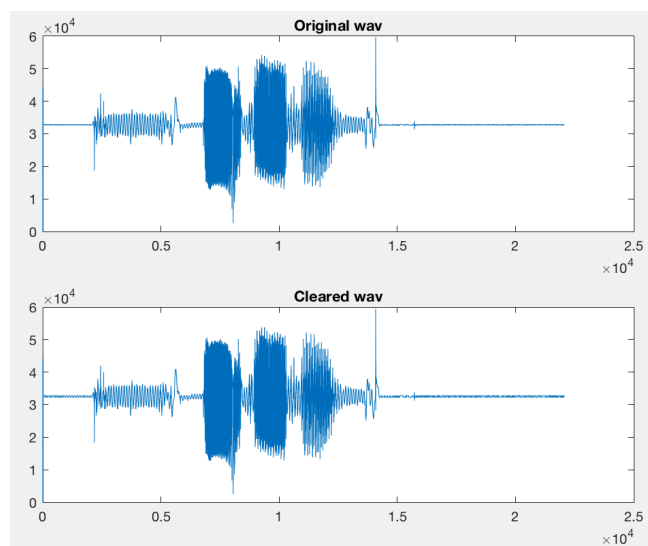
$$\text{nc_coef} = 1$$

即都为1。这是很容易理解的，因为这里使用的是二值图像，只有0和1，而不像DCT隐藏中会有小数位数和溢出的问题。同时，由于没有压缩等攻击，仅仅确定0和1的值是很容易的，不会出错，所以两张图片的NC值均为1，即完全相同。

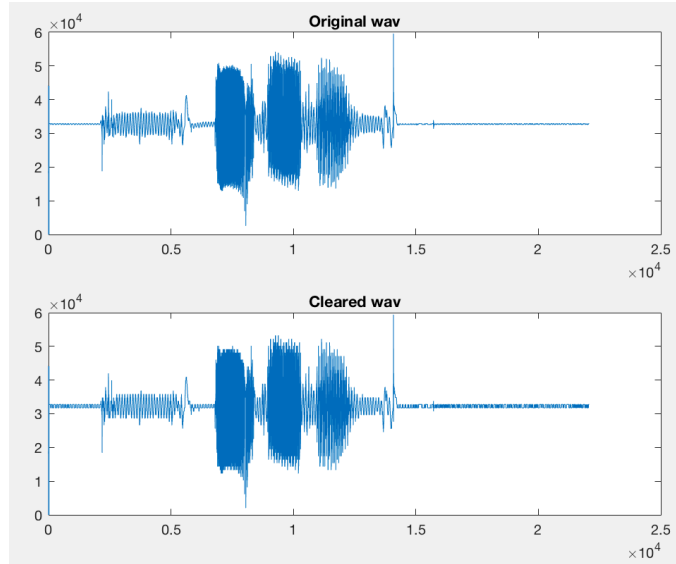
3.3 wav文件低位bit位对文件质量的影响

这里测试16位采样位数的wav文件低位bit位对文件质量的影响（采样频率为11025Hz）：

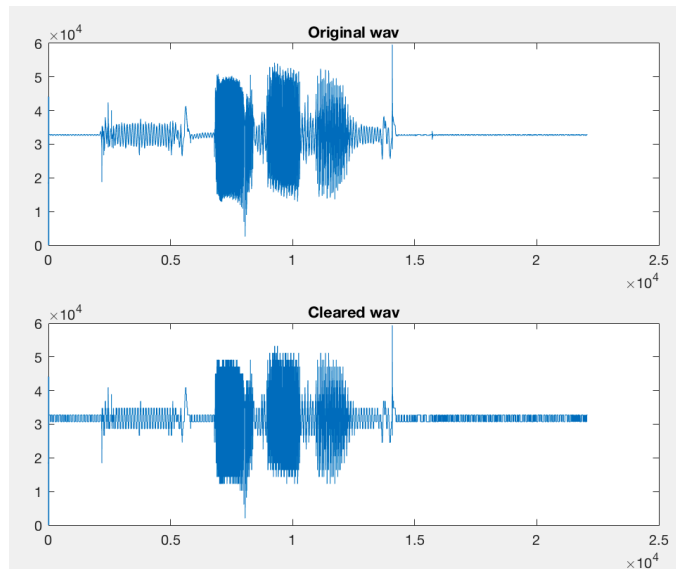
将16位中的1-9位置为0：



将1-10位置为0：



将1-11位置为0:



这里取了比较极端的例子，将每16位的低10位左右全部置0。从波形图可以看出，哪怕将16位中的低10位信息全部消除，只留下6bit的信息，造成的信息损失也比较小；从声音上来说，声音会变得比较尖细，并且有比较高频的杂音，不过“大家好”三个字仍然很清楚，比在LSB中置高位要清楚的多。

这就解释了16位采样位数的wav文件，每8位置最低位为水印信息位，声音质量仍然很好的原因。

正常情况下，wav文件采样位数为16位：



取每8位中的最低位进行修改时：



然而实际上，这些部分对声音质量影响很小：



哪怕将灰色部分的信息全部消除，对声音的影响也很小，所以仅仅修改其中的两位对声音质量几乎没有影响。

然而，16bit中的高位部分包含了重要信息（黄色部分）：



如果对其进行修改，就会严重影响声音质量：



这就是在采样位数为16的wav文件中每8位最低位隐藏水印信息仍能保证很好的声音质量的原因。

4. 参考资料

1. 数字水印技术 课程PPT
2. CSDN技术博客