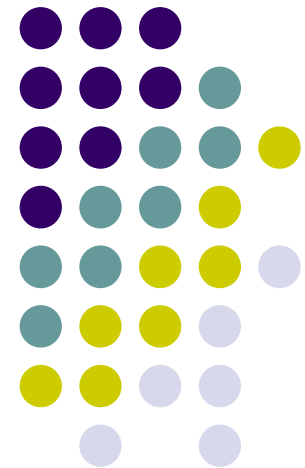




信息隐藏技术基础

王莘

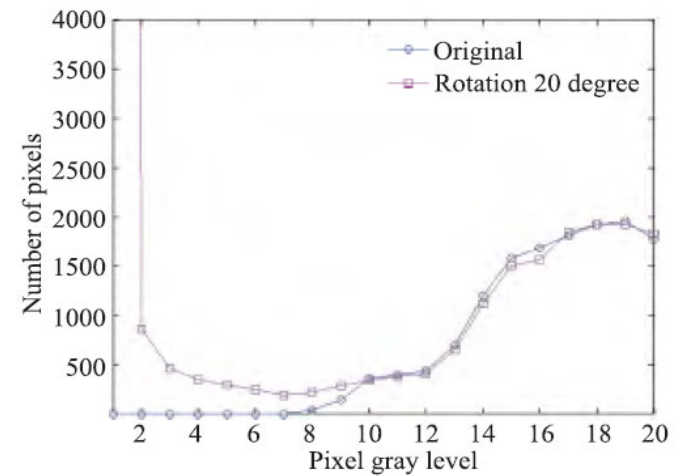
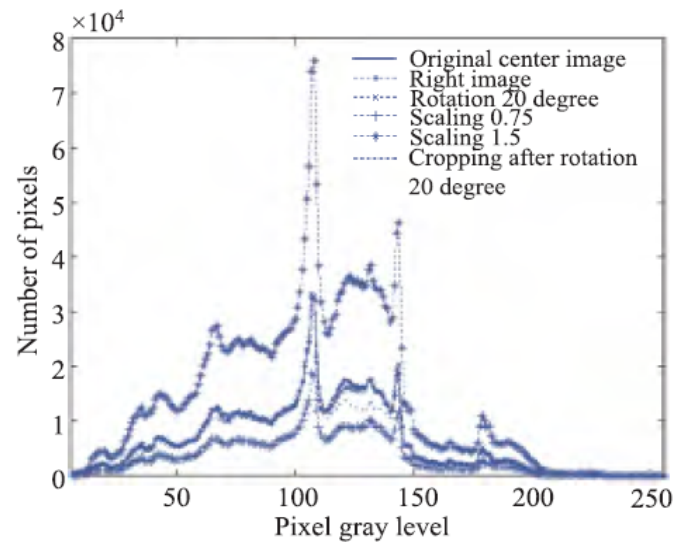
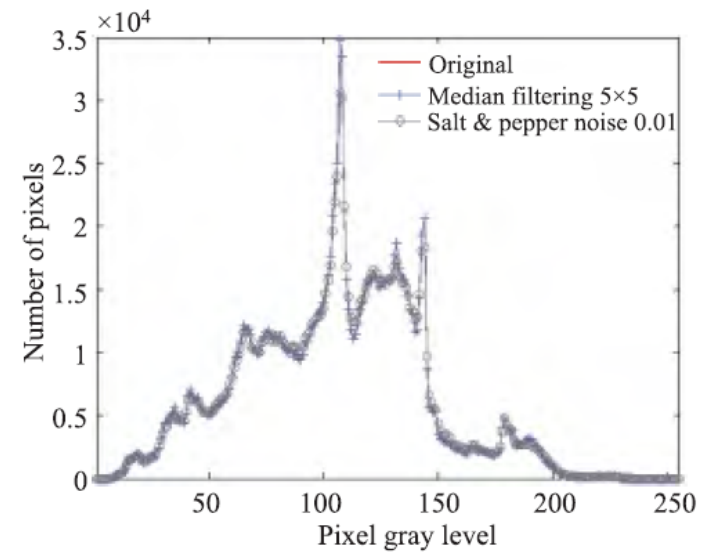


哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

空域数字图像鲁棒水印

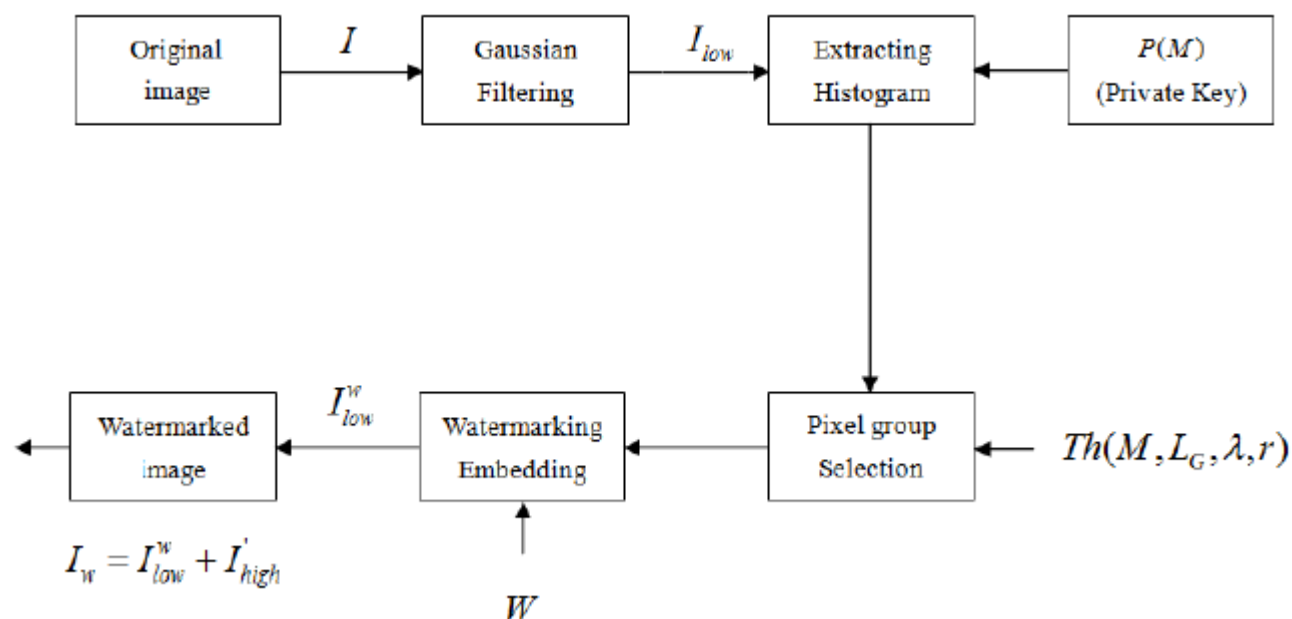


空域数字图像鲁棒水印技术



空域数字图像鲁棒水印技术

水印嵌入



空域数字图像鲁棒水印技术

低通滤波

图像的低频部分更具鲁棒性，载体图像将通过高斯滤波去掉高频部分 I_{high} 得到宿主图像的低频部分 I_{low} 。

$$I_{low}(x, y) = G(x, y, \sigma) * I(x, y)$$

其中， $*$ 表示卷积操作，低通高斯滤波函数可以表示为：

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

σ 表示方差，通常 σ 被设定为1。高斯滤波窗口的大小通

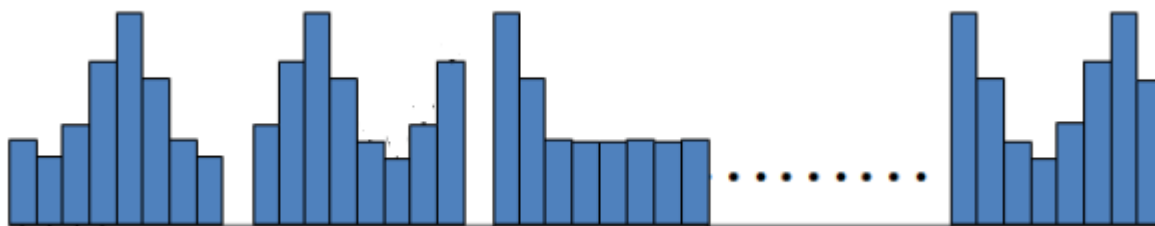
5 常被设定为 $(2 \cdot k \cdot \sigma + 1) \times (2 \cdot k \cdot \sigma + 1)$ 。



空域数字图像鲁棒水印技术

像素直方图提取

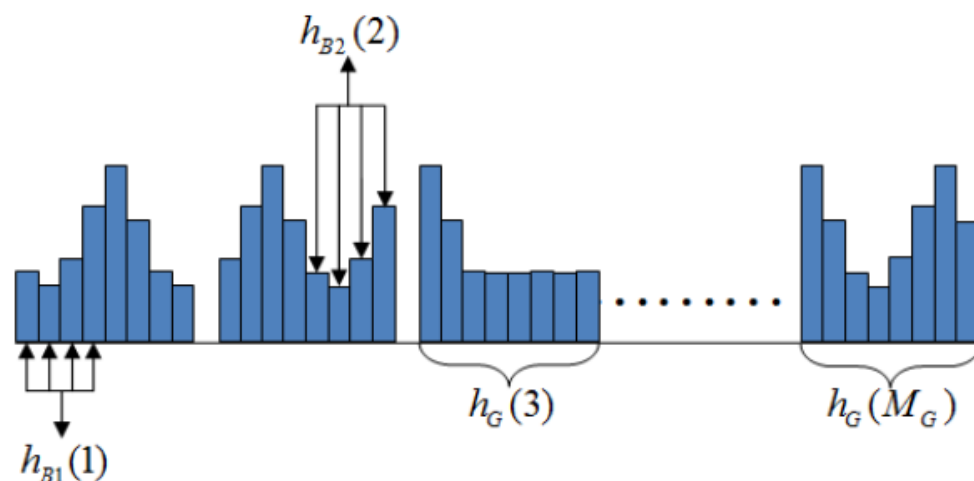
假设 I_{low} 表示宿主图像的低频部分， H 表示不同灰度级下的像素个数。为了增加水印算法的安全性，仅选择 M 个灰度级的像素来嵌入水印，其中 $M < 256$ 。



空域数字图像鲁棒水印技术

像素组选择

提取了图像低频部分的直方图 H_M 后，我们将 L_G 个相邻灰度级下的像素分到同一个分组中，这样我们就会得到 $M_G = \lfloor M/L_G \rfloor$ 个像素分组。第 i 个分组中有 $h_G(i)$ 个像素。每组分为 B_1 和 B_2 两部分。



空域数字图像鲁棒水印技术

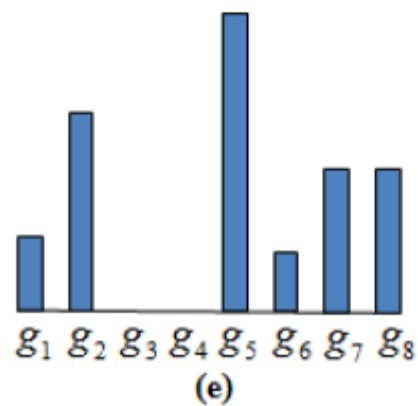
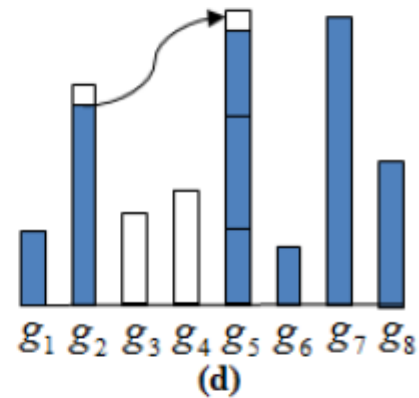
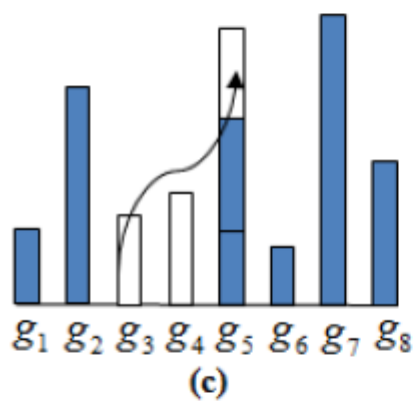
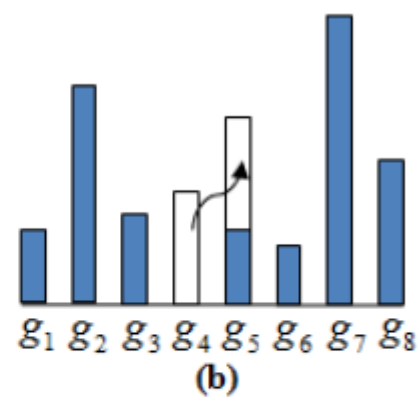
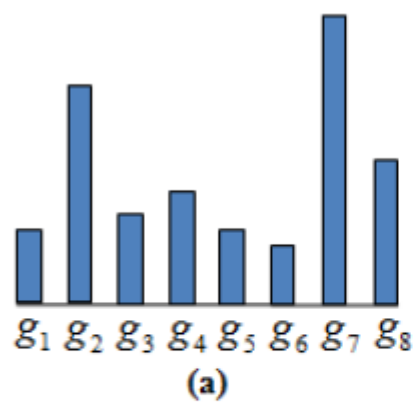
水印嵌入

$$\begin{cases} \frac{h'_{B1}(i)}{h'_{B2}(i)} = \lambda, & \text{if } w_i = 1 \text{ and } h_{B1}(i) < \lambda h_{B2}(i) \\ \frac{h'_{B1}(i)}{h'_{B2}(i)} = 1/\lambda, & \text{if } w_i = 0 \text{ and } h_{B2}(i) < \lambda h_{B1}(i) \end{cases}$$

假设 $W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_{L_{\max}})$ 为要嵌入的水印信息。每个像素分组 $h_{G(i)}$ 由 Bin1 与 Bin2 组成, $h_{B1}(i)$ 与 $h_{B2}(i)$ 则分别表示每个 Bin 中的像素数。

当 $w_i = 1$ 且 $h_{B1}(i) < \lambda h_{B2}(i)$, 我们需要将 Bin2 中一定数目(N_1)像素的灰度值改变使其落入到 Bin1 中从而使得 $\frac{h'_{B1}(i)}{h'_{B2}(i)} = \lambda$ 。同理, 当 $w_i = 0$ 且 $h_{B2}(i) < \lambda h_{B1}(i)$ 时, 我们需要将 Bin1 中一定数目(N_0)的像素的灰度值改变使其落入到 Bin2 中, 从而使得 $\frac{h'_{B1}(i)}{h'_{B2}(i)} = \frac{1}{\lambda}$ 。

水印嵌入



空域数字图像鲁棒水印技术

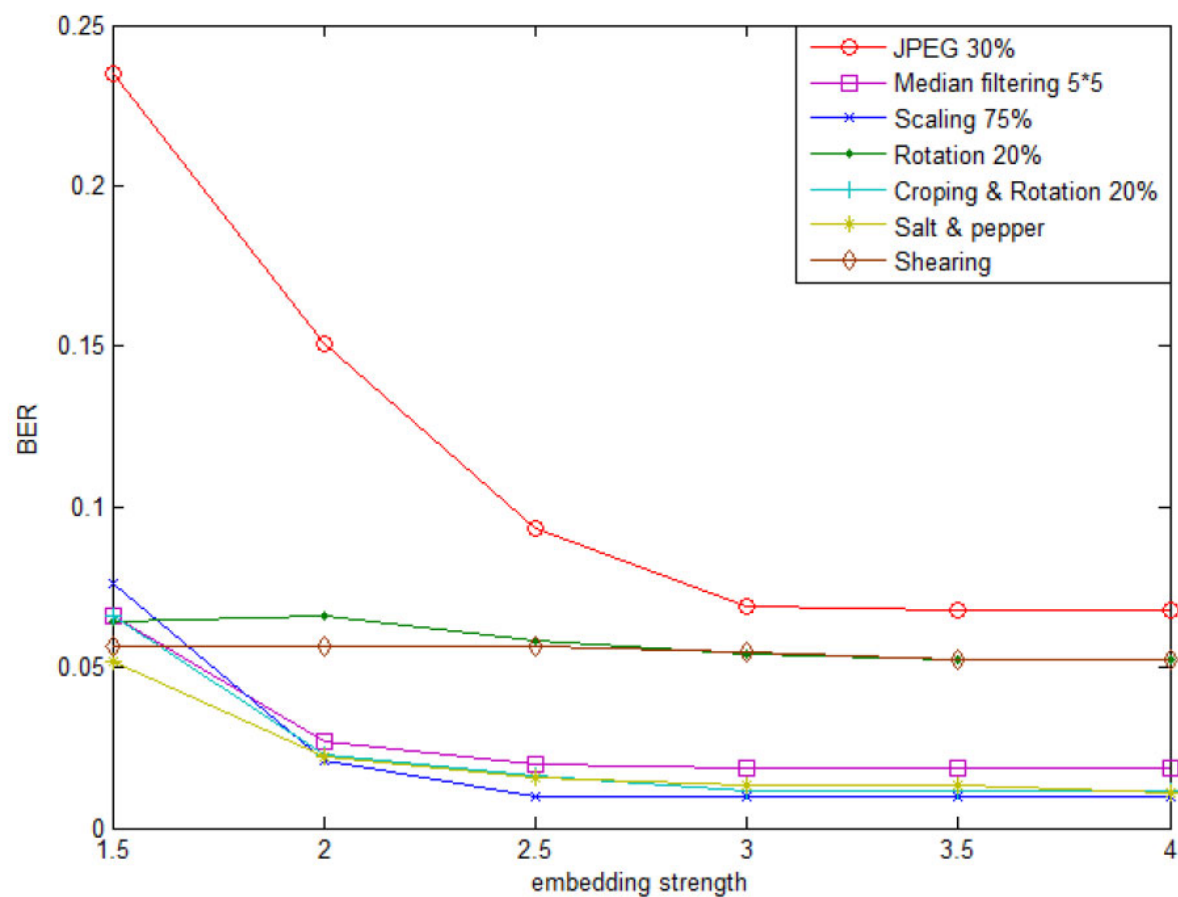
水印提取

对于一个选择的像素分组 $h_G(i)$ 来说, 可以按如下公式提取的1比特水印信息 w_i

$$\begin{cases} w_i = 1 & \text{if } \frac{h'_{B1}(i)}{h'_{B2}(i)} \geq 1 \\ w_i = 0 & \text{if } \frac{h'_{B1}(i)}{h'_{B2}(i)} < 1 \end{cases}$$



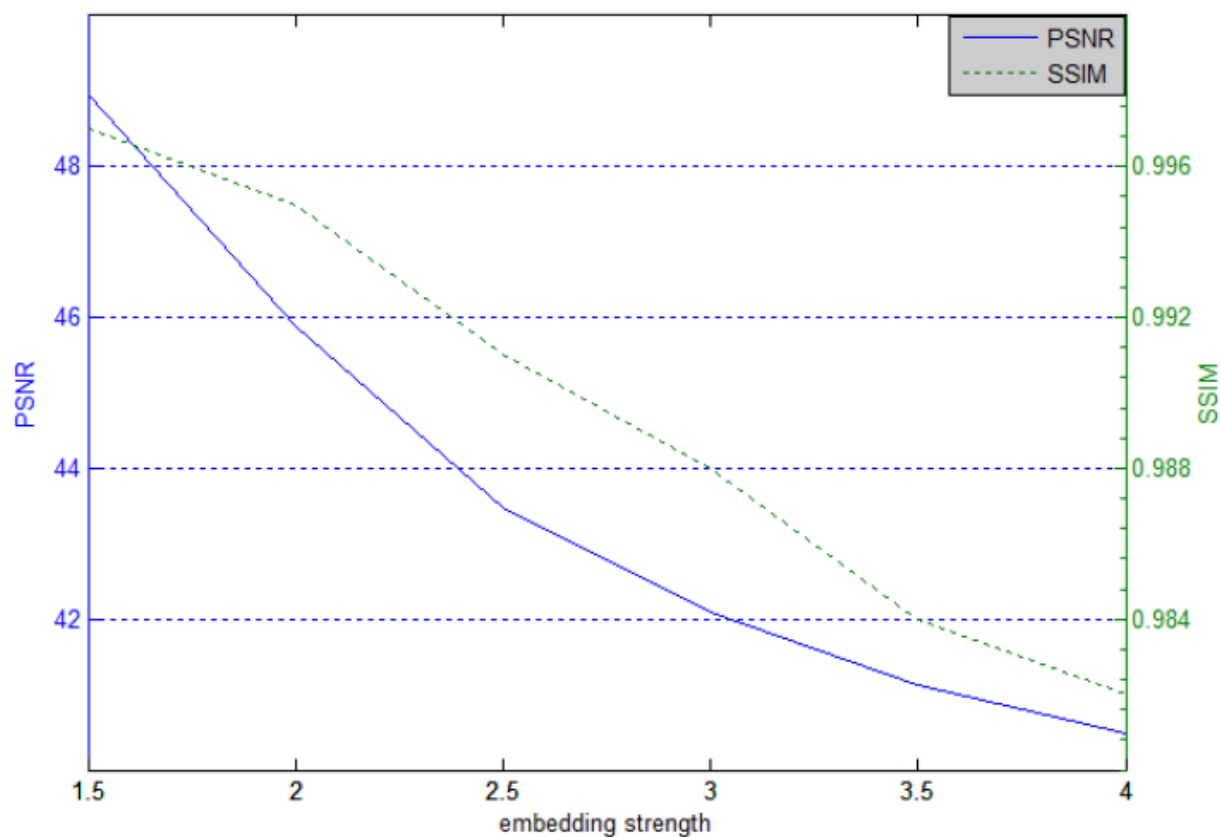
空域数字图像鲁棒水印技术



BER随水印嵌入强度变化情况



空域数字图像鲁棒水印技术



PSNR与SSIM随水印嵌入强度变化情况



空域数字图像鲁棒水印技术



原始图像



含水印图像

数字图像可逆水印

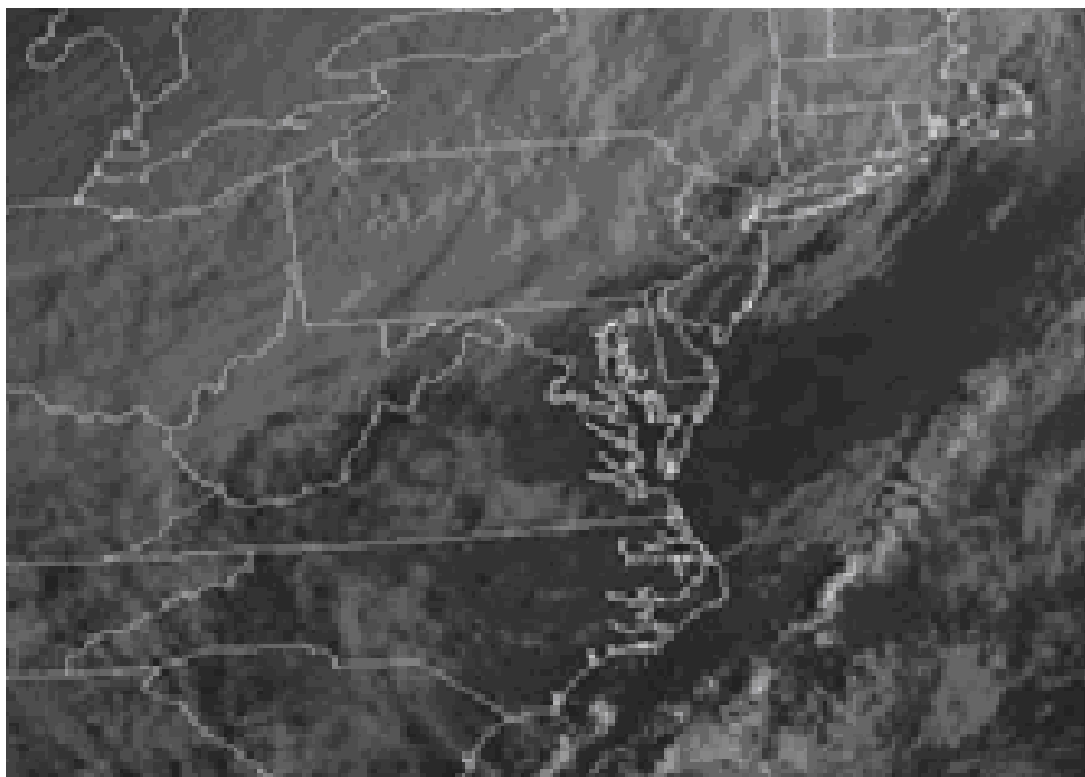


数字图像可逆水印

保护多媒体版权的鲁棒水印属于有损水印，提取水印以后原始图像不能被完全恢复。由于受国家机密、法律和道德等因素限制，军事、司法和医学用图要求加入水印后能够被无损恢复。基于此类图应用需求，可逆水印（Reversible Watermarking）正受到研究者的广泛关注。可逆水印是指嵌入原始媒体中的水印可被完全清除，原始媒体可完全恢复的一种水印，可逆水印又被称作无损水印（Lossless Watermarking）或可逆信息隐藏（Reversible Information Hiding）。



数字图像可逆水印

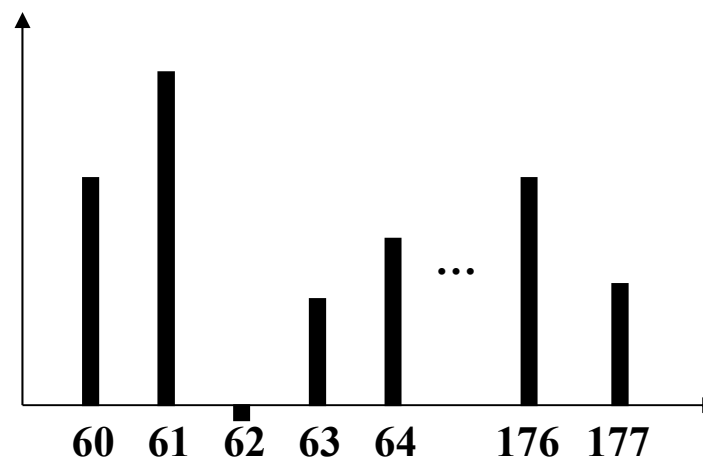
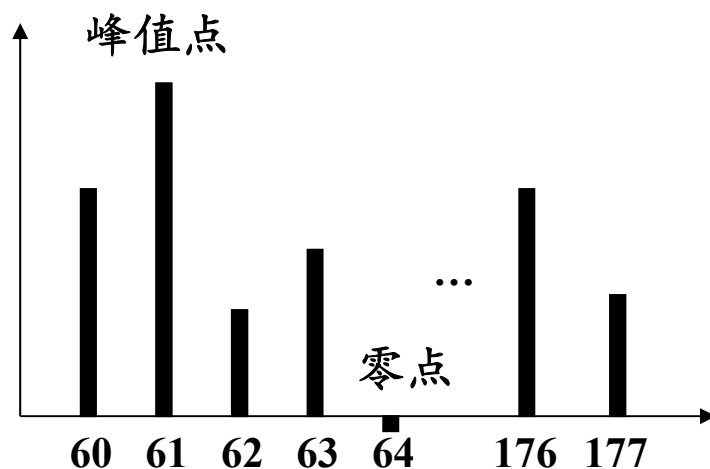


直方图平移可逆水印技术

水印嵌入

判断像素值的峰值点与零点

将峰值点与零点的像素平移成相邻位置



63 → 64

62 → 63

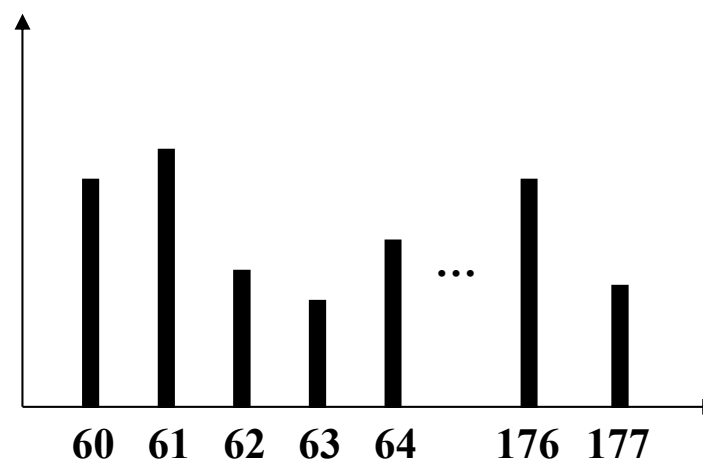
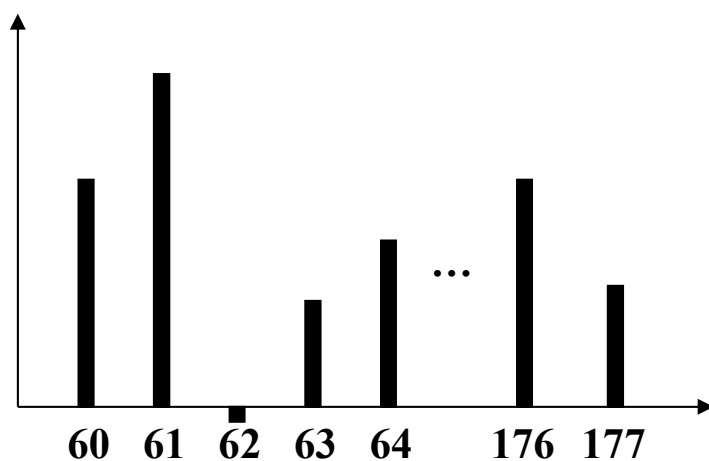
像素值62个数为0



直方图平移可逆水印技术

水印嵌入

向峰值像素值中嵌入水印信息，嵌入规则如下：



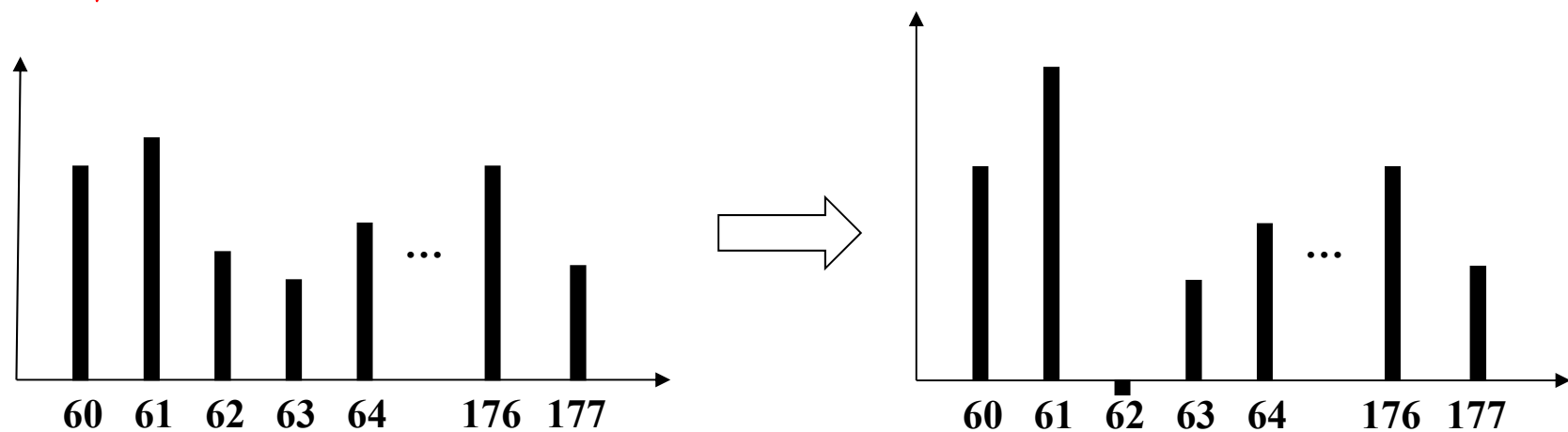
1 \rightarrow 61 \rightarrow 61

0 \rightarrow 61 \rightarrow 62



直方图平移可逆水印技术

水印提取



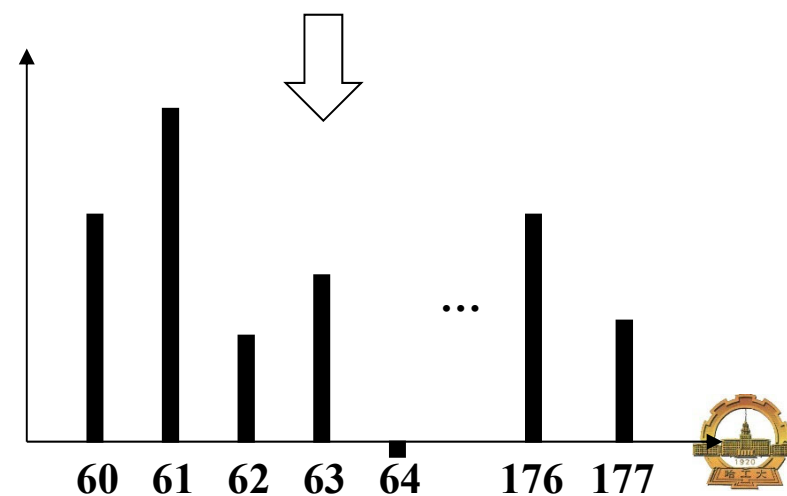
从像素值为61和62的像素之中提取水印

62 → 61

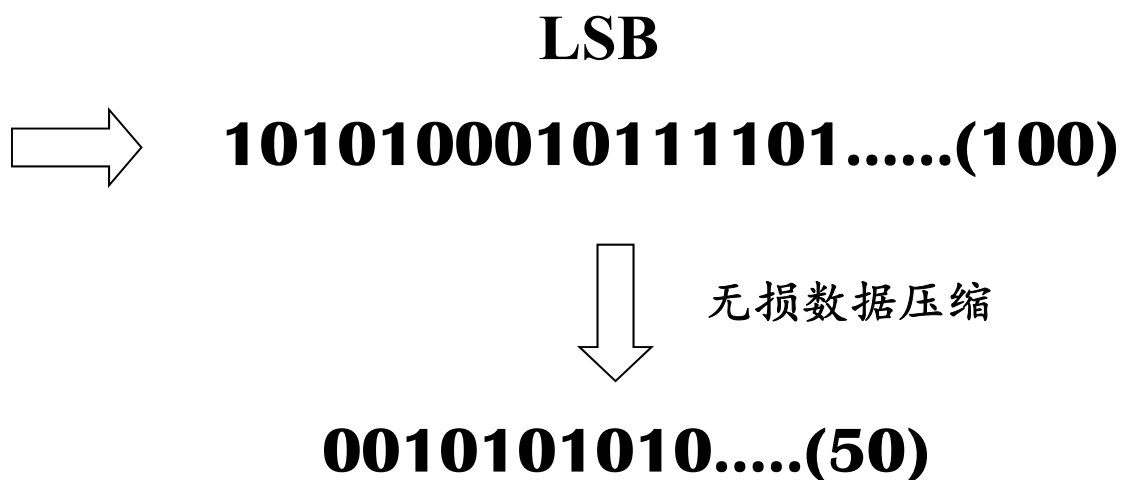
平移修改的像素

64 → 63

63 → 62



基于LSB压缩的可逆水印技术



出现了50位的冗余，可进行水印的嵌入

谢谢！



本节重点

1. 空域数字图像鲁棒水印技术主要基于图像的哪种不变特征进行的？
2. 算法中使用低通滤波的目的是什么？
3. 算法中怎样保证水印的安全性？
4. 描述空域数字图像鲁棒水印技术过程
5. 数字图像可逆水印的目的是什么？
6. 描述基于直方图平移的数字图像可逆水印过程



大作业2

空域数字图像鲁棒水印算法

- 展示原始图像与含水印图像效果
- 实现两种以上图像攻击并测试水印效果

