



## 工作域的选择



## 数字水印工作域选择



→ 空间域水印算法:

拼凑算法、LSB方法、选择图像的视觉不敏感区域等。



→ 变换域水印算法:

DFT域

DCT域

DWT域

## 1. 图像水印: DFT变换域

离散傅里叶变换的目的是将空间域的信号转换为频率域的信号, 提供了信号的频谱能量分布和相位信息, 因此, 利用这一工具, 可以根据需要有效地控制和调整信号的频率成分和相位成分。

一个较为公认的离散傅里叶变换隐藏方法: 在声音信号相位中的隐藏, 它是利用了人耳对相位的不敏感性来实现的信息隐藏。同样, 对于数字水印, 也可以采用类似的方法人在声音信号的相位中嵌入水印。

## 2. 图像水印: DCT变换域

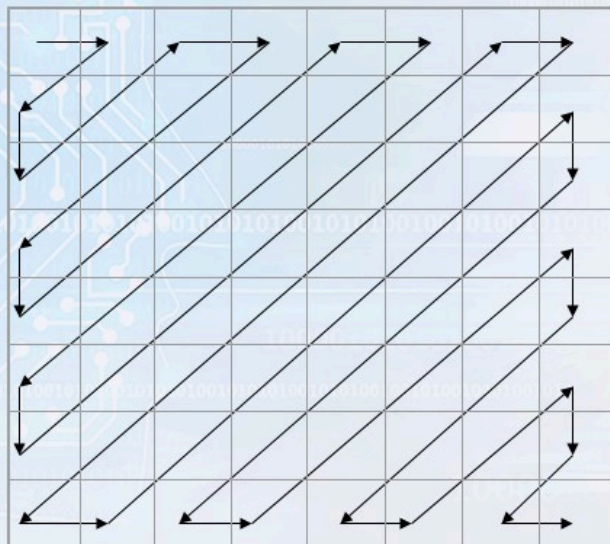
JPEG压缩中使用的量化值（亮度成分）

坐标	0	1	2	3	4	5	6	7
0	16	11	10	16	24	40	51	61
1	12	12	14	19	26	58	60	55
2	14	13	16	24	40	57	69	56
3	14	17	22	29	51	87	80	62
4	18	22	37	56	68	109	103	77
5	24	35	55	64	81	104	113	92
6	49	64	78	87	103	121	120	101
7	72	92	95	98	112	100	103	99



## 2. 图像水印: DCT变换域

$8 \times 8$ 分块, DCT变换, ZigZag 扫描



ZigZag扫描方式

## 2. 图像水印: DCT变换域



### DCT系数的特点

直流分量和低频系数数值较大，代表了图像的大部分能量，对它们做修改会影响图像的视觉效果；



高频系数值很小，去掉它们基本不引起察觉；



最好的水印嵌入区域就是在中频部分。



## 2. 图像水印: DCT变换域

大部分算法的核心是在中频区域选择多个三元组 (A1, A2, A3) 每个三元组嵌入1比特。

通过调整三元组数据的相对大小来实现水印嵌入

特点:

- 中频系数值比较接近, 修改对图像影响不大
- 不需原始图像

## 2. 图像水印: DCT变换域



例: 基于中国剩余定理的数字水印分存算法

### 水印分存

水印信息被分成  $n$  部分, 每一部分之间没有任何包含关系, 然后将分存后的水印信息嵌入到作品中, 只有获得其中  $t$  ( $t \leq n$ ) 份以上的信息才可以恢复原始水印。



## 2. 图像水印: DCT变换域



实验结果

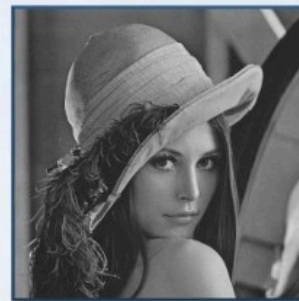


原始图像

+

秘密

=



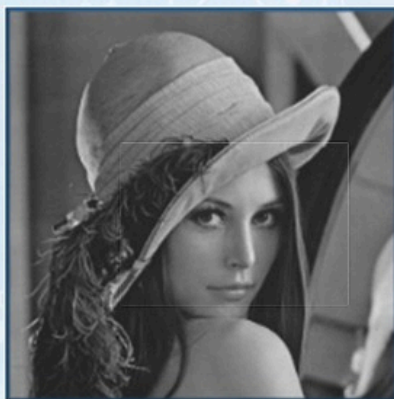
嵌入水印后图像

水印图像

## 2. 图像水印: DCT变换域



实验结果



秘密

从受损图像中提取出的水印



秘密

携带水印的图像被剪切

从被剪下的图像中提取的水印

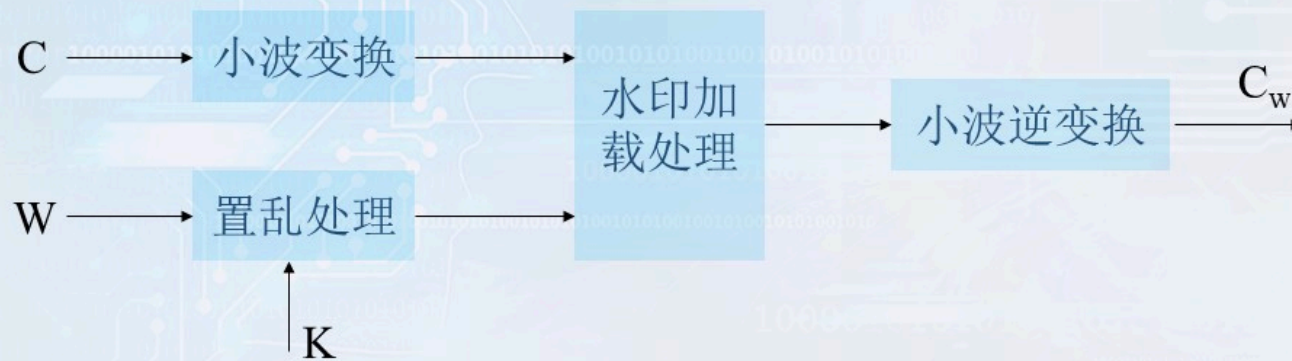
### 3. 图像水印：小波变换域



例：邻近值算法——对小波系数进行编码



水印加载过程



(a) 水印加载过程

## 水印提取过程



(b) 水印提取过程



## 嵌入

对于当前的系数值  $x$  和步长  $a$ ，根据水印比特的取值 0 或 1，修改  $x$  的值

嵌入1时

取  $x$  为最接近的偶数个  $a$  的值

嵌入0时

取  $x$  为最接近的奇数个  $a$  的值

## 提取

$x/a$  最接近偶数时

水印比特为1

$x/a$  最接近奇数时

水印比特为0

举例：

