



## DCT域的信息隐藏



## 变换域技术

在载体的显著区域隐藏信息，比LSB方法能够更好地抵抗攻击，而且还保持了对人类感观的不可察觉性。

常用的变换域方法：

离散余弦变换  
(DCT)



离散小波变换  
(DWT)



离散傅立叶变换  
(DFT)





## 图像压缩标准（JPEG）的核心

图像压缩标准（JPEG）  
的核心



二维DCT变换

在DCT域中的信息隐藏，可以有效地抵抗JPEG有损压缩。



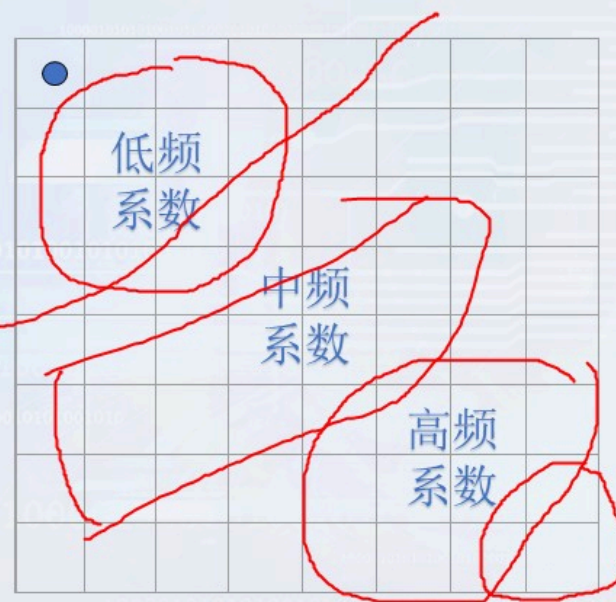
## 二维DCT变换

图像分为 $8 \times 8$ 的像素块，进行二维DCT变换，得到 $8 \times 8$ 的DCT系数。

最左上角的那个系数为直流系数，其余为交流系数。

左上角的部分为直流和低频，右下角的部分为高频，中间区域为中频。

中低频系数包含了图像的大部分能量，是对人的视觉最重要的部分。

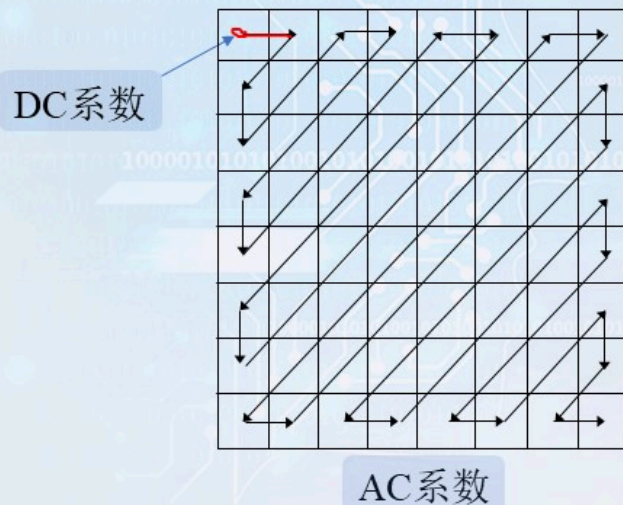






## DCT与Zig-Zag扫描顺序

转换 2-D系数区块成 1-D系数：系数按照Zig-Zag次序排列。



若用 $x[i, j]$ 表 $8 \times 8$ 分块第 $i$ 行第 $j$ 列像素，则ZigZag扫描后，像素矩阵排列为：

$x[0,0], x[0,1], x[1,0], x[2,0],$   
 $x[1,1], x[0,2] \dots$   
 $x[0,7], x[1,6], x[2,5], x[3,4],$   
 $x[4,3], x[5,2], x[6,1], x[7,0] \dots$   
 $x[6,7], x[7,6], x[7,7]$



## JPEG压缩原理举例

图像的某个8\*8图块的亮度值如下：

52	55	61	66	70	61	64	73
63	59	55	90	109	85	69	72
62	59	68	113	144	104	66	73
63	58	71	122	154	106	70	69
67	61	68	104	126	88	68	70
79	65	60	70	77	68	58	75
85	71	64	59	55	61	65	83
87	79	69	68	65	76	78	94

将数值由0~255变换到-128~127。

$g =$

$\xrightarrow{x}$								$\downarrow y$
-76	-73	-67	-62	-58	-67	-64	-55	
-65	-69	-73	-38	-19	-43	-59	-56	
-66	-69	-60	-15	16	-24	-62	-55	
-65	-70	-57	-6	26	-22	-58	-59	
-61	-67	-60	-24	-2	-40	-60	-58	
-49	-63	-68	-58	-51	-60	-70	-53	
-43	-57	-64	-69	-73	-67	-63	-45	
-41	-49	-59	-60	-63	-52	-50	-34	

接下来，根据DCT变换公式，计算得到临时结果。

$u \rightarrow$

$G=$	-415.38	-30.19	-61.20	27.24	56.12	-20.10	-2.39	0.46	
	4.47	-21.86	-60.76	10.25	13.15	-7.09	-8.54	4.88	
	-46.83	7.37	77.13	-24.56	-28.91	9.93	5.42	-5.65	
	-48.53	12.07	34.10	-14.76	-10.24	6.30	1.83	1.95	
	12.12	-6.55	-13.20	-3.95	-1.87	1.75	-2.79	3.14	$v \downarrow$
	-7.73	2.91	2.38	-5.94	-2.38	0.94	4.30	1.85	
	-1.03	0.18	0.42	-2.42	-0.88	-3.02	4.12	-0.66	
	-0.17	0.14	-1.07	-4.19	-1.17	-0.10	0.50	1.68	



亮度量化表

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

JPEG亮度量化表

获得量化结果:

$B=$

-26	-3	-6	2	2	-1	0	0
0	-2	-4	1	1	0	0	0
-3	1	5	-1	-1	0	0	0
-3	1	2	-1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

可见, 新的数据很小, 而且很多是0。这么多的0, 完全可以用游程编码, 大大缩小数据量。

Zig-Zag排列:

[-26,-3,0,-3,-2,-6,2,-4,1,-3, 1,1,5,1,2, -1,1,-1,2,0,0, 0,0,0,-1,-1,0,0,0,0,0,0,0.....]



## 基本隐藏算法

以一定的方式挑选一些中频系数，在这些中频系数中叠加秘密信息：

所有中频系数

固定位置的中频系数

随机挑选中频系数

选择最大的几个中频系数

文A

## 1 算法一

在选出的中频系数中叠加秘密信息

$$x'(i,j) = x(i,j) + \alpha m_i$$

$x(i,j)$

DCT系数

$x'(i,j)$

隐藏后的DCT系数

$m_i$

第  $i$  个秘密信息比特

$\alpha$

可调参数，控制嵌入强度

文A



## 2. 算法二

在选出的中频系数中叠加秘密信息

$$x'(i,j)=x(i,j)(1+\alpha m_i)$$

方法一

每个系数上嵌入的强度相同。

方法二

根据系数的大小，成比例地嵌入。

上述的算法一和算法二，此两算法的提取都需要原始图像。

### 3 算法三

不需要原始载体的信息隐藏方法：利用载体中两个特定数的相对大小来代表隐藏的信息

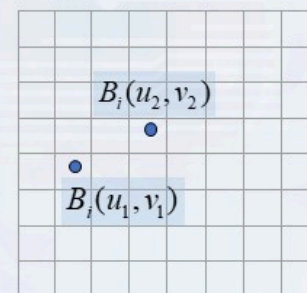
嵌入

载体图像分为 $8 \times 8$ 的块，做二维DCT变换，伪随机地选择一个图像块 $B_i$ ，分别选择其中的两个位置，比如用 $(u_1, v_1)$ 和 $(u_2, v_2)$ 代表所选定的两个系数的坐标。

如果 $B_i(u_1, v_1) > B_i(u_2, v_2)$ ，代表隐藏1；如果相反，则交换两系数

如果 $B_i(u_1, v_1) < B_i(u_2, v_2)$ ，代表隐藏0；如果相反，则交换两系数

最后做二维DCT逆变换。



### 3. 算法三

提取

接收者进行二维DCT变换，比较每一块中约定位置的DCT系数值，根据其相对大小，得到隐藏信息的比特串，从而恢复出秘密信息。

特点：

不需原始图像。

注意：

如果选定位置的两个系数相差太大，则对图像影响较大。应选择相近的值（如中频系数）

文A

## 4 算法四

算法三的扩展：利用DCT中频系数中的三个系数之间的相对关系来对秘密信息进行编码

嵌入

选择三个位置 $(u_1, v_1)$ ,  $(u_2, v_2)$ ,  $(u_3, v_3)$

嵌入1: 令 $B_i(u_1, v_1) > B_i(u_3, v_3) + D$ ,  $B_i(u_2, v_2) > B_i(u_3, v_3) + D$

嵌入0: 令 $B_i(u_1, v_1) < B_i(u_3, v_3) - D$ ,  $B_i(u_2, v_2) < B_i(u_3, v_3) - D$



## 4 算法四

如果数据不符，则修改这三个系数值，使得它们满足上述关系。

其中参数D的选择要考虑隐藏的健壮性和不可察觉性之间的平衡，D越大，隐藏算法对于图像处理就越健壮，但是对图像的改动就越大，越容易引起察觉。

## 4 算法四

如果需要做的修改太大，则放弃该块，将其标识为“无效”。

“无效”

对这三个系数做小量的修改使得它们满足下面条件之一：

或

$$B_i(u_1, v_1) \leq B_i(u_3, v_3) \leq B_i(u_2, v_2)$$

$$B_i(u_2, v_2) \leq B_i(u_3, v_3) \leq B_i(u_1, v_1)$$

文A

## 4 算法四

提取

对图像进行DCT变换，比较每一块相应三个位置的系数，从它们之间的关系，可以判断隐藏的是信息“1”、“0”还是“无效”块，这样就可以恢复秘密信息。

文A