

计算机图像处理

COMPUTER IMAGE PROCESSING

基本技术

- 游程长编码
 - 有效表征重复数据
- 量化技术
 - 标量量化
- **DCT**
 - 正交变换
 - 准最佳变换
 - 能量集中
 - 快速算法(8*8、4*4等)
- 差分编码
 - 去相关简单有效
- 熵编码
 - Huffman
 - 算术
 - Shannon—Fano
- 基于词典
 - LZW

基于DCT的静态图像编码

JPEG基础

准备工作

- 颜色空间转换
 - RGB VS YCbCr

$$Y = 0.257 * R + 0.564 * G + 0.098 * B + 16$$

$$Cb = -0.148 * R - 0.291 * G + 0.439 * B + 128$$

$$Cr = 0.439 * R - 0.368 * G - 0.071 * B + 128$$

$$R = 1.164 * (Y - 16) + 1.596 * (Cr - 128)$$

$$G = 1.164 * (Y - 16) - 0.392 * (Cb - 128) - 0.813 * (Cr - 128)$$

$$B = 1.164 * (Y - 16) + 2.017 * (Cb - 128)$$



RGB



Cb



Y



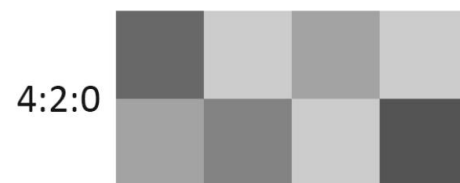
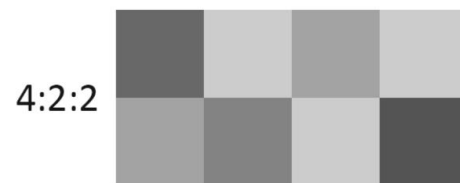
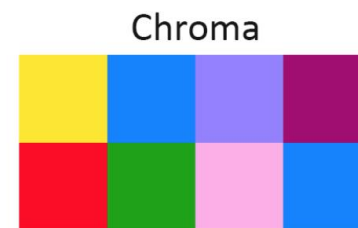
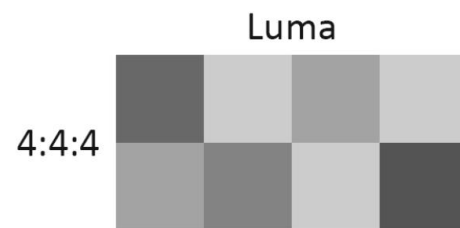
Cr











4:1:1

8*8分块DCT变换



二维DCT变换

$$F(u, v) = \alpha_0 c(u, v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}$$

$$u, v = 0, 1, \dots, N-1$$

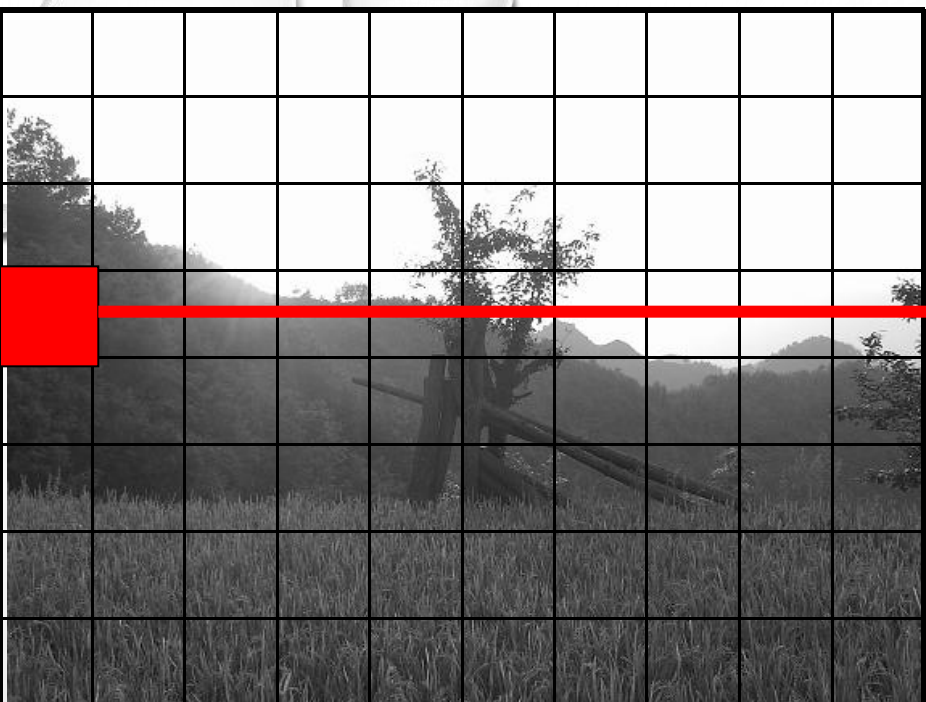
$$f(x, y) = \alpha_1 \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} c(u, v) F(u, v) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2N} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2N}$$

$$x, y = 0, 1, \dots, N-1$$

$$c(u, v) = \begin{cases} 1/2 & u = v = 0 \\ 1/\sqrt{2} & uv = 0 \text{ 且 } u \neq v \\ 1 & uv > 0 \end{cases}$$

$$\alpha_0 \alpha_1 = \frac{4}{N^2}$$

由于二维离散余弦变换的可分离性，二维DCT可以用一维DCT来实现



52	55	61	66	70	61	64	73
63	59	66	90	109	85	69	72
62	59	68	115	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

-76	-73	-67	-62	-58	-67	-64	-55
-65	-69	-62	-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	-65	-70	-53
-43	-57	-64	-69	-73	-67	-63	-45
-41	-49	-59	-60	-63	-52	-50	-34

-76	-73	-67	-62	-58	-67	-64	-55
-65	-69	-62	-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	-65	-70	-53
-43	-57	-64	-69	-73	-67	-63	-45
-41	-49	-59	-60	-63	-52	-50	-34

→ **DCT**
↓

-415	-29	-62	25	55	-20	-1	3
7	-21	-62	9	11	-7	-6	6
-46	8	77	-25	-30	10	7	-5
-50	13	35	-15	-9	6	0	3
11	-8	-13	-2	-1	1	-4	1
-10	1	3	-3	-1	0	2	-1
-4	-1	2	-1	2	-3	1	-2
-1	-1	-1	-2	-1	-1	0	-1

标量量化

•	-415	-29	-62	25	55	-20	-1	3
•	7	-21	-62	9	11	-7	-6	6
•	-46	8	77	-25	-30	10	7	-5
•	-50	13	35	-15	-9	6	0	3
•	11	-8	-13	-2	-1	1	-4	1
•	-10	1	3	-3	-1	0	2	-1
•	-4	-1	2	-1	2	-3	1	-2
•	-1	-1	-1	-2	-1	-1	0	-1

16 11 10 16 24 40 51 61

12 12 14 10 26 58 60 55

Y分量的量化系数表

18 22 37 38 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

Y的量化结果

DC系数: -26

AC系数: -3, 1, -3, -2, -6, 2, -4, 1, -4, 1, 1, 5, 0, 2, 0, 0, -1, 2,
0, 0, 0, 0, 0, -1, -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, 0, 0, 0, 0, 0

AC系数: RLE编码

AC系数: -3, 1, -3, -2, -6, 2, -4, 1, -4, 1, 1, 5, 0, 2, 0, 0, -1, 2, 0, 0, 0, 0, 0, -1, -1,
0,
0,0,0,0,0,0, 0, 0

- 零游程的编码结果
- (0,-3),(0,1),(0,-3),(0,-2),(0,-6),(0,2),(0,-4),(0,1), (0,-4),(0,1),(0,1),(0,5),(1,2),(2,-1), (0,2),(5,-1), (0,-1),EOB
- (零游程长, AC值)

AC系数：熵编码

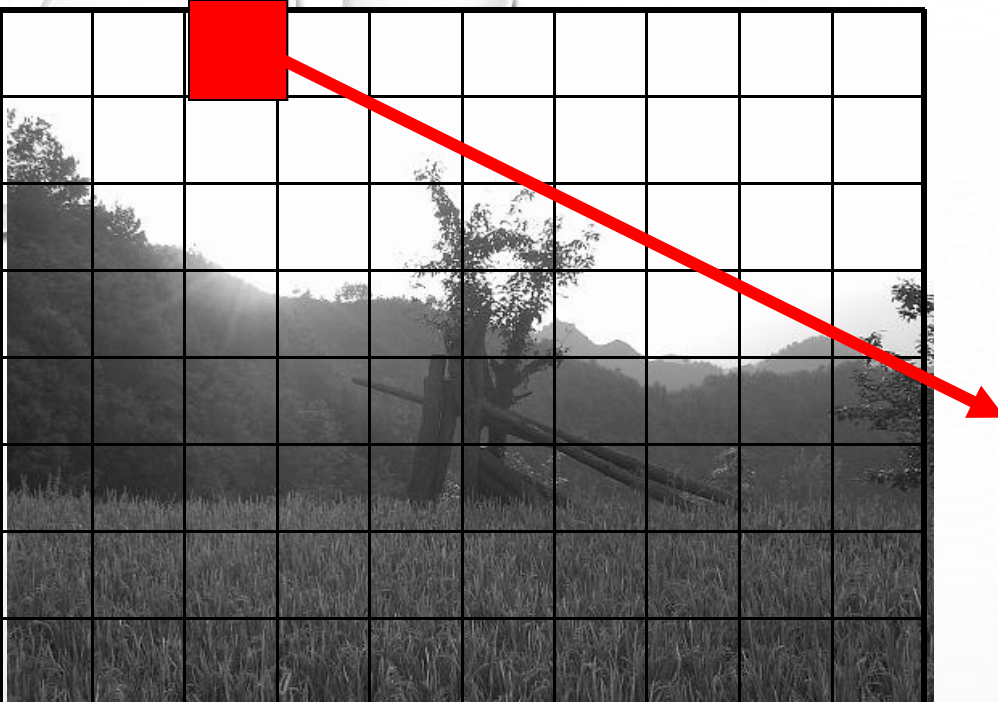
- AC系数
 - (零游程长, AC值)
 - 零游程长0 – F
 - AC值位数: 0 – 10位
- AC系数的另一种表示
 - (零游程长度, AC值的位数) + AC值尾数
 - (0, 3) \rightarrow (0, 2) + 11B
- Huffman码
 - (零游程长度, AC值的位数)
 - 码表长度 $16 * 10 + 1(\text{EOB}) + 1$

游程长,位数	码字
0,0	1010(EOB)
0,1	00
0,2	01
...	...
0,A	101
1,1	1100
1,2	11011
1,3	1111001
...	...
1,A	1001
2,1	11100
...	...
F,A	1111111111111110

• AC系数Huffman码表(Y分量)

(0,3),(0,1),(0,3),(0,-2),(0,-6),(0,2),
(0,4),(0,1),(0,-4),(0,1),(0,1),(0,5),
(1,2),(2,-1), (0,2),(5,-1),(0,-1),EOB

- (0,3) ->(游程长,位数)+尾数 = (0,2)+3
 - Huffman码: 01
 - 尾数3: 11
 - 编码: 0111
- (2,-1)->(游程长,位数)+尾数 = (2,1)+ -1
 - H: 11100
 - 尾数-1: 1 -> 0
 - 编码: 111000
- EOB: 1010

[illegible]

AC系数

-26

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

-24

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

-25

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

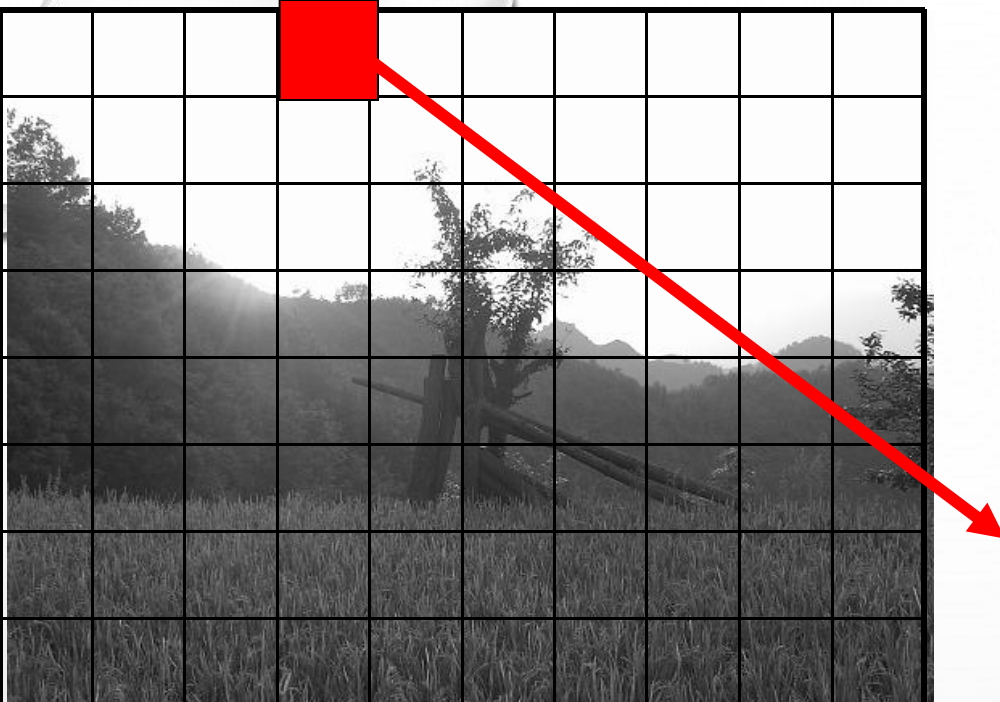
■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■



DC系数	AC系数
-26
-24
-25
-27
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DC系数	-26	-24	-25	-27
差分		2	-1	-2

DC系数：熵编码

- DC系数
 - 位数的范围0-11位
 - 位数 + 尾数
 - 位数 -> HUFFMAN码
 - HUFFMAN码 + 尾数
- DC = -26
 - 位数5位: 11010 (26)
 - HUFFMAN码:
 - 尾数: 11010 求反: 00101
- 最终编码
 - 110 + 00101 -> 11000101
- 同理
 - 2: 10010
 - -1: 0110
 - -2: 10001

Huffman码表	
DC位数	码字
0	010
1	011
2	100
3	00
4	101
5	110
6	1110
7	11110
8	111110
9	1111110
A	11111110
B	111111110



- Y分量
 - 所有 8×8 块的DC系数
 - 一个块的AC系数
- 继续处理其他块的AC系数

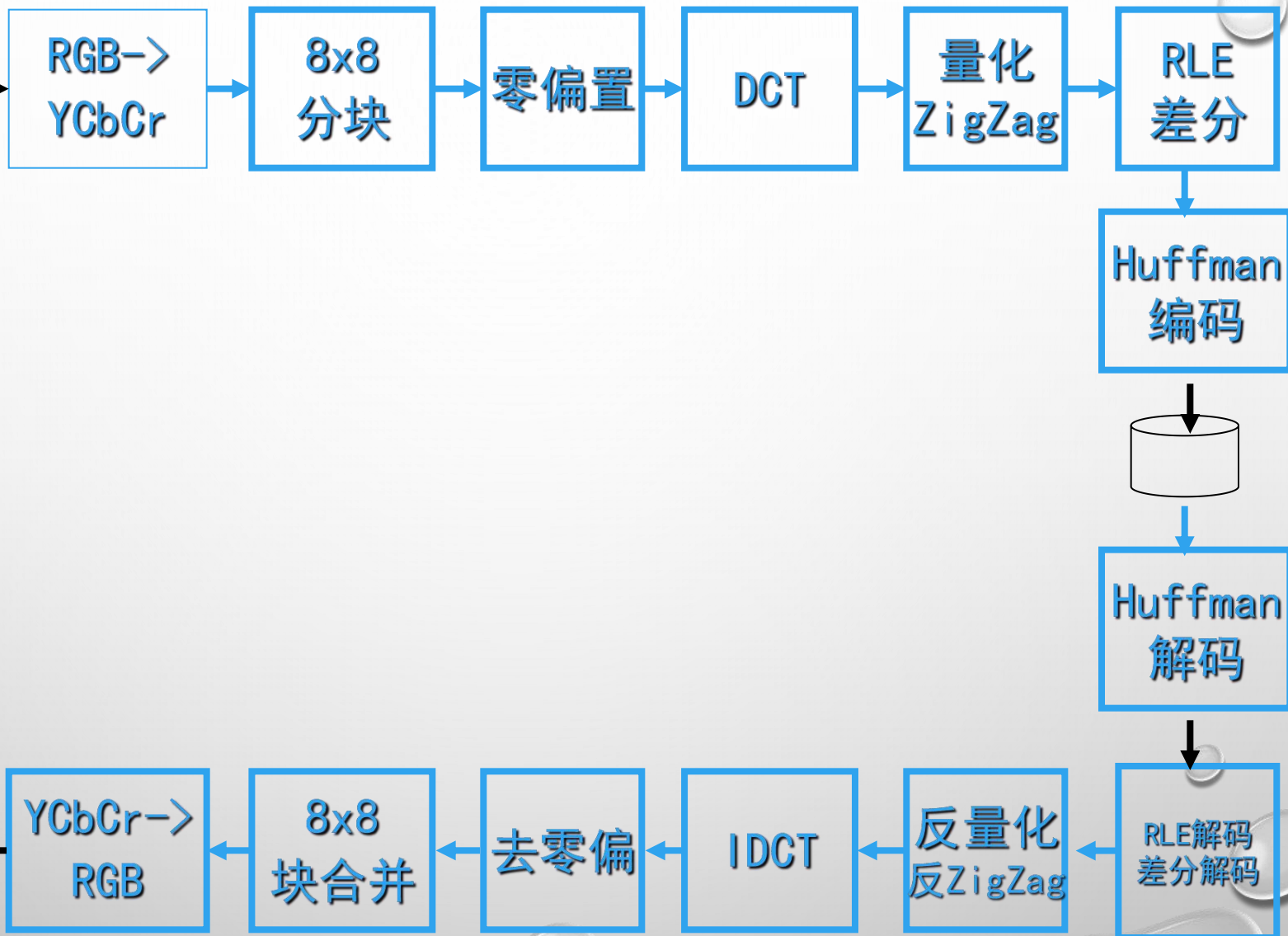


- Cb Cr分量
 - 与Y分量的处理过程相同
 - 量化表、huffman表不同

基于DCT压缩编码流程（JPEG）



输入图像



解码图像