

图像压缩与编码习题

1. 设某一幅图像共有 8 个灰度级，各灰度级出现的概率分别为

P1=0.50 P2=0.01 P3=0.03 P4=0.05

P5=0.05 P6=0.07 P7=0.19 P8=0.10

试对此图像进行 Huffman 编码和费诺编码。并比较两种编码方式的效率

解：1) Huffman 编码

灰度级	概率	第一步	第二步	第三步	第四步	第五步	第六步
P1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50 0
P7	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.31 0	0.50 1
P8	0.10	0.10	0.10	0.12	0.19 0	0.19 1	
P6	0.07	0.07	0.09	0.10 0	0.12 1		
P4	0.05	0.05	0.07 0	0.09 1			
P5	0.05	0.05 0	0.05 1				
P3	0.03	0.04 0					
P2	0.01	0.04 1					

P1=0

P7=11

P8=1000

P6=1010

P4=1011

P5=10010

P3=100110

P2=100111

2) 费诺编码

输入	概率						
P1	0.50	0					
P7	0.19	1	0	0			
P8	0.10			1			
P6	0.07		1	0	0		
P4	0.05				1		
P5	0.05			1	0		
P3	0.03				1	0	
P2	0.01					1	

P1=0

P7=100

P8=101

P6=1100

P4=1101

P5=1110

P3=11110

P2=11111

3) 比较编码效率

P	Huffman 编码	码长	费曼编码	码长
0.50	0	1	0	1
0.01	100111	6	11111	5
0.03	100110	6	11110	5
0.05	10011	5	1101	4
0.05	10010	5	1110	4
0.07	1010	4	1100	4
0.19	11	2	100	3
0.10	1000	4	101	3
平均码长	2.3		2.25	

费曼编码的效率更高

2. 设有一幅 8×8 图像，其灰度分布级如图

```

4  4  4  4  4  4  4  0
4  5  5  5  5  5  4  0
4  5  6  6  6  5  4  0
4  5  6  7  6  5  4  0
4  5  6  7  6  5  4  0
4  5  5  5  5  5  4  0
4  4  4  4  4  4  4  0
4  4  4  4  4  4  4  0

```

- 1) 对该图像进行 Huffman 编码，并计算编码效率和压缩比
- 2) 对该图像的差分图像进行 Huffman 编码，并计算编码效率和压缩比
- 3) 比较 (1), (2) 的结果

解：1) 原始图像 Huffman 编码

S	0	4	5	6	7
P	1/8	31/64	1/4	7/64	1/32

$$H(s) = -\left(\frac{1}{8} \times \log_2 \frac{1}{8} + \frac{31}{64} \times \log_2 \frac{31}{64} + \frac{1}{4} \times \log_2 \frac{1}{4} + \frac{7}{64} \times \log_2 \frac{7}{64} + \frac{1}{32} \times \log_2 \frac{1}{32}\right)$$

$$H(s) = 1.887$$

S	P	第一步	第二步	第三步	编码
4	31/64	31/64	31/64	33/64	0 1
5	16/64	16/64	17/64	31/64	1 01
0	8/64	9/64	16/64		001
6	7/64	8/64			0000
7	2/64				0001

$$\bar{L} = 1 \times \frac{31}{64} + 2 \times \frac{16}{64} + 3 \times \frac{8}{64} + 4 \times \left(\frac{7}{64} + \frac{2}{64} \right) = 113/64 = 1.922 \text{ bit}$$

$$\text{编码效率 } \eta = \frac{H(s)}{\bar{L}} = \frac{1.887}{1.922} = 0.982$$

$$\text{压缩比 } C = \frac{8}{1.922} = 4.162$$

2) 差分图像 Huffman 编码

差分图像像素级分布

4	0	0	0	0	0	0	-4
4	1	1	1	1	1	-1	-4
4	1	1	0	0	-1	-1	-4
4	1	1	0	0	-1	-1	-4
4	1	1	1	-1	-1	-1	-4
4	1	0	0	0	0	-1	-4
4	0	0	0	0	0	0	-4
4	0	0	0	0	0	0	-4

S	0	1	-1	4	-4
P	26/64	13/64	9/64	8/64	8/64

$$H(s) = - \left(\frac{26}{64} \log_2 \frac{26}{64} + \frac{13}{64} \log_2 \frac{13}{64} + \frac{9}{64} \log_2 \frac{9}{64} + \frac{8}{64} \log_2 \frac{8}{64} + \frac{8}{64} \log_2 \frac{8}{64} \right) = 2.143$$

S	P	第一步	第二步	第三步	编码
0	26/64	26/64	26/64	38/64	0 1
1	13/64	13/64	25/64	26/64	1 01
-1	9/64	16/64	13/64		001
4	8/64	9/64			0000
-4	8/64				0001

$$\bar{L} = 1 \times \frac{26}{64} + 2 \times \frac{13}{64} + 3 \times \frac{9}{64} + 4 \times \left(\frac{8}{64} + \frac{8}{64} \right) = 2.234 \text{ bit}$$

$$\text{编码效率 } \eta' = \frac{2.134}{2.234} = 0.955$$

$$\text{压缩比}C' = \frac{8}{2.234} = 3.581$$

3) 比较结果

编码效率: $\eta > \eta'$

压缩比: $C > C'$