

DIP HW7

翁正朗 PB22000246

5月26日

1

1. 请说明是否能用变长变码法压缩一幅已直方图均衡化的具有 2^n 级灰度的图?
2. 这样的图像中包含像素间冗余吗?

解:

1. 不能显著压缩

理想情况下, 直方图均衡化后每个灰度级的概率分布为均匀分布, 即 $p_i = \frac{1}{2^n}, i = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\}$

此时, 信息熵 $H = -\sum_i p_i \log p_i = n(\text{bit})$ 。采用等长 n 比特编码和最优变长编码的平均编码长度都是 n 比特, 采用变长编码无法压缩。

考虑到由于灰度级离散, 实际直方图均衡化后灰度级PDF不完全为均匀分布, 即 $p_i \approx \frac{1}{2^n}, i = \{0, 1, \dots, 2^n - 1\}$

此时, 信息熵 $H = -\sum_i p_i \log p_i \approx n(\text{bit})$ 。采用变长编码无法显著压缩图像

2. 不包含典型的像素间冗余, 原因包括:

1. 均衡化对冗余的消除:

- 直方图均衡化通过灰度级重新分配, 破坏了原始的空间相关性
- 像素值趋向于统计独立 (理想情况下)

2. 灰度级特性:

- 2^n 级灰度保证了无量化冗余
- 均衡化后相邻像素的灰度值差异增大, 降低了预测编码效率

3. 特殊情况说明:

- 若原图存在结构性纹理 (如周期性图案), 可能残留少量空间冗余
- 但严格意义上的直方图均衡化会最大限度消除这类冗余

若需进一步压缩此类图像, 应考虑:

1. **有损压缩**: 如JPEG的DCT变换
2. **空间域方法**: 基于边缘/纹理特征的编码
3. **深度学习**: Autoencoder等非线性变换方法

(注: 实际应用中, 因均衡化不完全理想, 可能仍存在微量冗余, 但理论分析通常按理想情况处理)

2

1. 对一个具有3个符号的信源, 有多少唯一的Huffman码?
2. 构造这些码

解:

设信源有3个符号 A, B, C , 不妨设 $P(A) \leq P(B) \leq P(C)$

显然首先将 A, B 作为左右子树合成新节点。

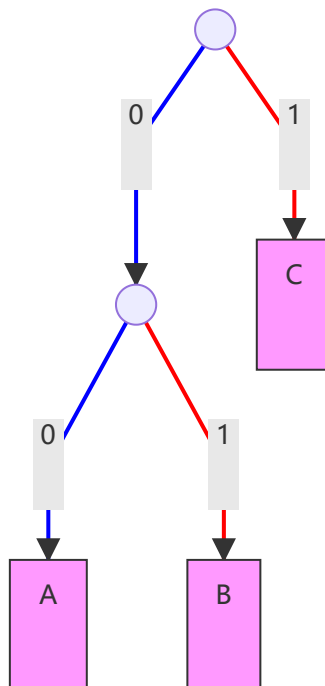
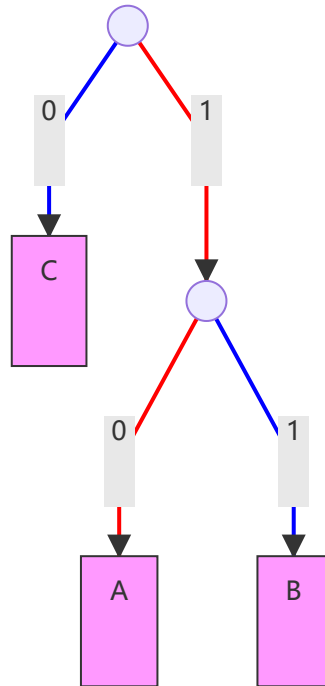
接下来分两种情况：

1. $P(A) + P(B) \geq P(C)$

- 则 C 作为根节点左子树，合成节点作为右子树，如图1
- A, B, C 编码为10, 11, 0

2. $P(A) + P(B) \leq P(C)$

- 则 C 作为根节点右子树，合成节点作为左子树，如图2
- A, B, C 编码为00, 01, 1



3

已知符号a,e,i,o,u,?的出现概率分别是0.2, 0.3, 0.1, 0.2, 0.1, 0.1, 对0.23355进行解码, 解码长度为6。

解: 进行算术编码解码:

Symbol	Step 0 (初始)	Step 1 (e)	Step 2 (a)	Step 3 (i)	Step 4 (i)	Step 5 (?)	Step 6 (a)
?	1.0	0.5	0.26	0.2360	0.2336	0.2336	
u	0.9	0.47	0.254	0.2354	0.23354	0.233594	
o	0.8	0.44	0.248	0.2348	0.23348	0.233588	
i	0.6	0.38	0.236	0.2336	0.23336	0.233576	
e	0.5	0.32	0.230	0.2330	0.23330	0.233570	
a	0.2	0.26	0.212	0.2312	0.23312	0.233552	
	0.0	0.2	0.2	0.230	0.2330	0.23354	

其中每个符号右边的分割值为该符号对应区间的上限

解码结果为: **eaii?a**