

第三次作业

BobAnkh

December 2020

1. 总结人眼视网膜上的两类感光细胞的特点、作用以及它们对于视觉特征（如视觉锐度、彩色视野、眼适应性）的影响。

- 锥状细胞。

特点：数量为 650-700 万个，形状短粗，视色素是紫蓝质素（视黄醛 + 视蛋白），视蛋白不同产生吸收峰值波长在 400-450nm, 530-540nm, 560-575nm 的三种类型的锥状细胞。

作用：是明视觉感受器，感受颜色。

对于视觉特征的影响：中央凹的锥状细胞密度最大，在明亮时，视网膜中心部分视觉锐度最高；只有锥状细胞有色感，在同样光度照射下，不同颜色的视野范围不同；从暗转到亮视觉时，1-2 分钟稳定。瞳孔 3-4 秒缩小，由杆状细胞（光化学反应饱和）转到锥体细胞作用。

- 杆状细胞。

特点：数量为 1 亿-1 亿 3 千万个，形状细长，只有亮度感，感光灵敏度是锥状细胞的 100-1000 倍，对红光无反应。视色素是紫红质素。

作用：是暗视觉感受器，只有亮度感，对弱光敏感。

对于视觉特征的影响：杆状细胞在较暗时活动，有较高的光敏度，但不能做精细的空间分辨，且没有色感；暗适应时，瞳孔会放大，需要将褪色的紫红质素在维生素 A 参与下再合成，即视黄醛与视蛋白再结合，故大约 30-40 分钟稳定。

2. 下图中的入左右眼是同色的还是异色的？试解释这一视错觉现象。



通过使用“画图工具”将下图中人左右两眼的像素点抠出比较，我发现人的左右两眼实际上是同色的，但是直接看上去确实是异色的。这一视觉错觉现象是一种同时对比现象，即是刺激收到周边对比效应的影响而看到的现象。视觉系统认为左半侧有一个红色的叠加，所以在认知颜色的时候会将红色减去，因而就使得原先灰色的部分看起来像是靛青色的感觉。

3. 简述视听信号编码中采用的预测编码、变换编码和熵编码的基本原理。

- 预测编码技术：从已接收到的符号（相邻像素，如左邻、上邻、左上邻等）来预测即将接收到的符号（当前像素）最可能值；将预测值与实际值之间的差（通常接近零）进行编码，常采用线性预测函数；一个典型的代表就是差分脉冲编码调制（DPCM）。理想的预测函数通常要知道信号的统计特性，故实际应用中，常使用更简单的线性预测函数。
- 变换编码技术：对图像数据做正交变换（DCT、DFT）去除图像数据中相关性，使得变换后系数在某些区域（低频区域）聚集，从而便于采用统计编码技术加以压缩（利用人的视觉分辨能力再时间空间上的限制，对于高频部分的系数进行高度压缩甚至丢弃）。
- 统计编码（熵编码）技术：针对图像信号幅值分布不均匀性，采用变长编码（variable length coding, VLC）以降低码率，用较短码字表示出现概率高的符号，较长码字表示出现概率低的符号，从而使平均码长尽量逼近信息熵；针对图像中经常存在连续相同像素的情况，采用行程编码（run length coding, RLC）等。

4. 已知某线性分组码的生成矩阵为：

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

- 1) 确定该分组码的格式 (n,k) ，并计算其校验矩阵 H ;
- 2) 写出该分组码可能产生的全部正确码字;

3) 线性分组码中, 两个码字对应位上数字不同的位数称为码间距 (哈明距离)。确定该分组码的最小码间距并分析其检错、纠错能力。

(1) 该分组码的格式为 (6,3)。

将 G 变换成典型形式 $[I Q] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

则可知, $Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$, 由此得到校验矩阵 $H = [Q^T I] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(2) 该分组码可能产生的全部码字为: 000000, 100101, 010110, 001011, 110011, 101110, 011101, 111000

(3) 最小码距为 $d_0 = 3$

检错能力 e 应满足 $d_0 \geq e + 1$, 由此解得检错能力 e 为 2

纠错能力 t 应满足 $d_0 \geq 2t + 1$, 由此解得纠错能力 t 为 1

5. 某 16:9 的 LCD 数字电视显示屏垂直高度为 54 厘米, 视力为 1.0 的用户最远可以在离屏幕 3.438 米处分辨出屏幕上距离为两行高度的两根水平条纹。

1) 求该电视的显示分辨率;

2) 假定帧频为 30Hz, 亮度与色度信号按照 4:1:1 格式采样并 10bit 量化, 求该数字电视系统中未经压缩的图像数据的码率 (bps)。

(1) 由视力 1.0 知, $\theta = 1.0$, 从而可以计算得到屏幕上两行高度 $d = \frac{\theta \times D}{3438} = 0.001 m$, 由此可知屏幕上可以显示的行数为 $n = \frac{0.54}{0.001/2} = 1080$, 继而由 16:9 的幅型比计算出显示的列数为 1920, 从而知道分辨率为 1920×1080

(2) 根据分辨率可以知道, 这样的一幅图像的像素点数目为 $1920 \times 1080 = 2073600$, 继而由采样格式和量化比特数可知这样一幅图像的数据量为 $2073600 \times \frac{4+2}{4} \times 10 = 31104000 bit$, 最后根据帧频可知该数字电视系统中未经压缩的图像数据码率为 $31104000 \times 30 = 9.3312 \times 10^8 bps$

6. 已知 8 个符号的信源, 其符号出现的概率如下表所示:

$$\begin{bmatrix} x_i \\ p_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 & x_8 \\ 0.4 & 0.2 & 0.15 & 0.10 & 0.06 & 0.04 & 0.03 & 0.02 \end{bmatrix}$$

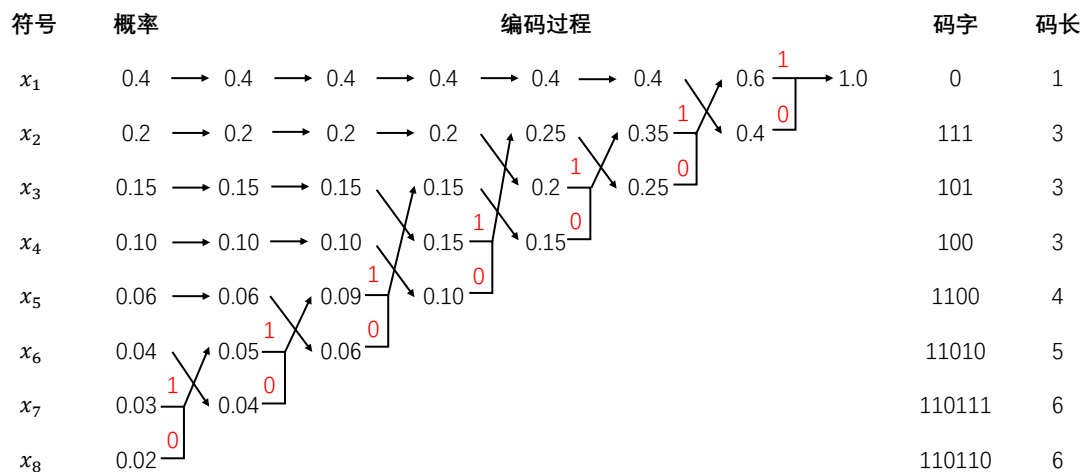
1) 求信源的熵 H;

2) 按照最小码方差原则, 对信源进行 Huffman 编码, 并求本次编码的编码效率和码方差;

3) 求符号串 $x_1 x_1 x_3 x_8 x_5 x_2 x_6$ 的算术编码数值。

(1) 信源的熵 $H = -\sum_i p_i \log_2 p_i = 2.4298 \text{ bit}$

(2) 按照最小码方差原则进行 Huffman 编码，编码如下图所示：



根据上述编码结果可求得平均码长： $\bar{L} = \sum_{n=1}^8 p_n L_n = 2.49$

从而可求得编码效率 $\eta = \frac{H}{\bar{L}} = 97.59\%$

码方差 $\sigma^2 = E((L_N - \bar{L})^2) = \sum_{n=1}^8 p_n (L_n - \bar{L})^2 = 2.0099$

(3) 计算算数编码数值：

符号	区间
x_1	$[0, 0.4)$
x_1	$[0, 0.16)$
x_3	$[0.096, 0.12)$
x_8	$[0.11952, 0.12)$
x_5	$[0.119928, 0.1199568)$
x_2	$[0.11993952, 0.11994528)$
x_6	$[0.1199447616, 0.119944992)$

因此其算术编码结果为 $[0.1199447616, 0.119944992)$ 中的任一数，如可取 0.1199448