2023《信息论与编码》项目研讨答卷

成员 1：姓名 连宇昊 学号 2020210140 具体贡献 (1)lena图像信息熵Matlab编程计算 (2)题目二的计算(实现思路)

成员 2：姓名 邓鑫龙 学号 2020210142 具体贡献 (1)误比特率matlab编程计算 (2)题目三的验算(不同思路、方法)

成员 3：姓名 张翔 学号 2020210181 具体贡献 (1)误比特率python编程验算 (2)题目二的计算(检查思路、结果)

1.解：图片压缩 ⟷ 256个灰度像素符号信源编码

∵不考虑各像素间的相关性

且根据伯努利大数定理 利用频率近似代替各个像素点出现的概率

即利用频率分布直方图通过Matlab编程得到每个符号的概率(见附录)

∵像素点间概率的不均匀性

∴采用Huffman编码(最优码)对图像进行信源编码 从而完成图像压缩

2.解：已知 $[L_t]=100dB$，$P_t=2.52W$，$n=8$，$N_0=2\times10^{-16}W/Hz$，$B=10^6Hz$，又通过Matlab得 $H(S)\approx7.234bit/$符号

令信源每秒发送1张图片

$\therefore S=P_t\times10^{-10}=2.52\times10^{-10}W$ $N=N_0B=2\times10^{-10}W$

$\therefore SNR=\frac{S}{N}=1.26\Rightarrow C=B\log_2(1+SNR)\approx1.176\times10^6bit/s$

∴每秒种发送信息量 $I=\frac{H(S)\times512\times512}{8}\approx2.37\times10^5bit$

$\therefore R_b=2.37\times10^5bit/s$

$\because R_b=2.37\times10^5bit/s<C=1.176\times10^6bit/s$

根据香农第二定理

在 $R_b<C$ 的条件下，总可以找到一种编码方式实现可靠传输.

3.解：在信道编码前后满足功率P不变

假设无信道编码 则 $P_r=E_bR_b$

由<2>可得 $R_b=2.37\times10^5bit/s$

$P_r=2.52\times10^{-10}W$

$\therefore E_b\approx1.06\times10^{-15}J$

∵采用BPSK进行调制

$P_b=Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right)=Q\left(\sqrt{\frac{1.06\times10^{-15}}{10^{-16}}}\right)$

$\approx Q(3.256)\rightarrow$ 利用编程计算

$\approx5.6497\times10^{-4}$

4.解：采用(7,4)汉明码 $\Rightarrow n=7$，$k=4$

$\therefore R_c=\frac{n}{k}R_b=\frac{7}{4}R_b=4.148\times10^5bit/s$

由功率P不变性 $\Rightarrow E_c=\frac{k}{n}E_b=\frac{4}{7}E_b\approx0.606\times10^{-15}J$

$\therefore P_c=Q\left(\sqrt{\frac{2E_c}{N_0}}\right)\approx Q(2.462)\approx6.9\times10^{-3}$

且(7,4)汉明码的 $d_{min}=3$ 即纠错能力 $t=1$

$\therefore P_b=\frac{1}{n}\sum_{j=2}^{n}jC_n^jP_c^j(1-P_c)^{n-j}$

$=\frac{1}{7}\sum_{j=2}^{7}jC_7^j(6.9\times10^{-3})^j(1-6.9\times10^{-3})^{7-j}$

$\approx2.8078\times10^{-4}$

∴(7,4)汉明码编码后的数据误比特率为 2.8078×10^{-4}

5.解：若采用(7,1)重复码时 $n=7$，$k=1$

与4同理(由功率不变性)

$\therefore E_c=\frac{1}{7}E_b=0.151\times10^{-15}J$

$\therefore P_c=Q\left(\sqrt{\frac{2E_c}{N_0}}\right)\approx Q(1.23)\approx0.1093$

且(7,1)重复码 $\Rightarrow d_{min}=7\Rightarrow$ 纠错能力 $t=3$

$\therefore P_b=\frac{1}{n}\sum_{j=t}^{n}jC_n^jP_c^j(1-P_c)^{n-j}$

$=\frac{1}{7}\sum_{j=3}^{7}jC_7^j0.1093^j(1-0.1093)^{7-j}$

$\approx2.2\times10^{-3}$

∴(7,1)重复码编码后数据误比特率为 2.2×10^{-3}

6.解：通过对比4、5的结果，并非选择纠错能力强的信道编码就一定会降低误比特率

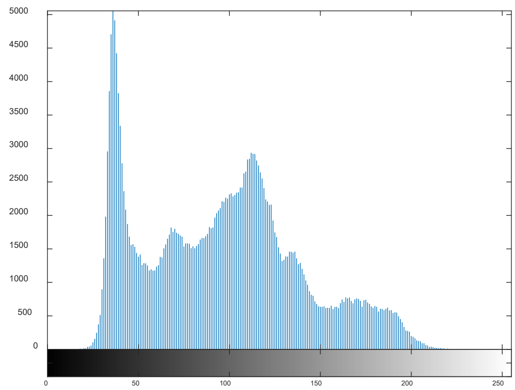
分析：使用纠错能力强的(7,1)重复码相比(7,4)汉明码时，其 E_c 变大而 N_0 不变导致输入接收机的归一化信噪比减小从而导致解调的误比特率增加，从而导致了最终误比特率上升

从中，可以得出影响数字通信误比特率的主要因素：

① 输入接收机的信噪比

② 信道编码的纠错能力

附录




```
clc;
clear;

lena_img = imread('lena.bmp');
figure();
imshow(lena_img);

figure();
imhist(lena_img);
count = imhist(lena_img);

p = count/sum(count);

h = -p.*log2(p);
h(find(isnan(h)==1)) = 0;

HH = sum(h);
H = entropy(lena_img);
```

```
a = qfunc(1.23)
Pc=0.1093
Px=1-Pc
Pb=(1/7)*(4*nchoosek(7,4)*Pc^4*Px^3+5*nchoosek(7,5)*Pc^5*Px^2+6*nchoosek(7,6)*Pc^6+7*nchoosek(7,7)*Pc^7)
```

```
Pc=0.0069
Px=1-Pc
Pb=(1/7)*(2*nchoosek(7,2)*Pc^2*Px^5+3*nchoosek(7,3)*Pc^3*Px^4+4*nchoosek(7,4)*Pc^4*Px^3+5*nchoosek(7,5)*Pc^5*Px^2+6*nchoosek(7,6)*Pc^6+7*nchoosek(7,7)*Pc^7)
```