# 南昌航空工业学院 2005－2006 学年第一学期期终考试

## 课程名称：信息论　　　　　A卷　答案

| 题号 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 | 八 | 九 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 满分 | 30 | 10 | 8 | 8 | 8 | 8 | 10 | 10 | 8 | 100 |
| 实得分 | | | | | | | | | | |

## 一．选择题 （每小题 3 分,共 30 分）

1．根据信道编码定理，在二进制有扰离散信道中，若信道容量为 3bit/符号，则传输的码率为 2.5 时，有：　(A　)

(A)差错概率可能趋于零　(B)差错概率不可能趋于零

(C) 差错概率必趋于零　(D)以上说法都不对

2．信息率失真函数的值域为　( C　)

( A ) [0,H(x))　( B)(0,H(x))　( C )[0,H(x))　( D )　(0,H(x)]

3．以下措施会增大信道的差错概率　( C　)

( A)增大信道容量

(B) 保持信道容量和码率不变,增大码长

(C) 增大码率

(D) 信源在无失真的情况下尽可能压缩后再传送.

4.数据经过处理以后，信息量会　(A　)

(A)可能增加　(B)可能减少　(C)一定增加　(D)一定减少

5．下列码集是即时码的是　( D　)

(A)C={1,10,100,1000,10000}

(B)C={0,01,001,0001,00001}

(C)C={01,100,011,1100,11001}

(D)C={1，01，001，0001，00001}

6．设信道输入为 X 输出为 Y.下列特殊的信道中，必有 H(X)=H(Y)的是( A　)

(A)无噪无损信道 (B)无噪有信道 (C)有噪有损信道 (D)上述均错

7．关于冗余度，下列说法不正确的是　( C　)

(A)信息效率越高，冗余度越小

(B)冗余度的取值范围是[0，1]

(C)信道编码增加校验位不会增加冗余度

(D)冗余度可由信源符号存在统计不均匀性与相关性造成

8．关于连续单符号加性信道,下列说法正确的是　( B　)

(A)增大噪声功率可以增加信道容量

(B)增大信噪比可以增加信道容量

(C)功率限制值越小,信道容量越大.

(D)同平均功率受限下,高斯型信道的容量大于非高斯型信道.

9．若某线性码的最小距离为 3，则：　　　　　　　　　　　　　　(A　 )

(A)此码的检错能力为 2，纠错能力为 1

(B)此码的检错能力为 1，纠错能力为 2

(C)此码的检错能力与纠错能力均为 2

(D)此码的检错能力与纠错能力均为 1

10．下列四种码中，是线性码的是　　　　　　　　　　　　　　　(A　 )

(A)循环码　(B)算术码　(C)哈夫曼码　(D)费诺码

**二．（10 分）设箱子中个有 10 个球：2 个白球，3 个红球，5 个黑球。从箱子中取两只球。**

**(1)求取第一个球的熵；**

**(2)当第一次取到红球时，求取第二个球的熵。**

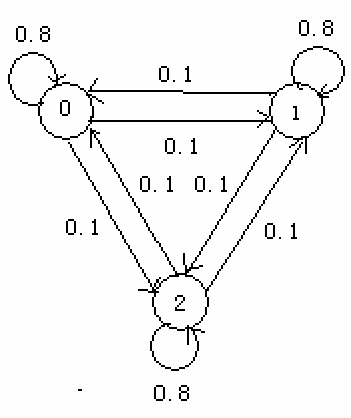
解:（1）取第一个球时，取得白球的概率为 0.2,取得红球的概率为 0.3,取得黑球的概率为 0.5.（2 分）因此取第一个球的熵为

0.2log5+0.3log(10/3)+0.5log2=0.8+0.5log5-0.3log3（3 分）

（2）当第一次取到红球时，箱子中还有 9 个球：2 个白球，2 个红球，5 个黑球。（2 分）取第二个球的熵为：

2/9log(9/2)+2/9log(9/2)+5/9log(9/5)=log9-5/9log5-4/9（3 分）

**三．(8 分)一阶马尔可夫信源的状态图如下：**




**(1)求状态转移概率阵　(2)求平稳后的概率分布**

解：（1）状态转移概率阵为：

$$P=\begin{pmatrix}0.8 & 0.1 & 0.1\\ 0.1 & 0.8 & 0.1\\ 0.1 & 0.1 & 0.8\end{pmatrix}$$（3 分）

（2）设平稳后的概率分布为：（p(0),p(1),p(2)）.则有：

$$(p(0),p(1),p(2))\begin{pmatrix}0.8 & 0.1 & 0.1\\ 0.1 & 0.8 & 0.1\\ 0.1 & 0.1 & 0.8\end{pmatrix}=(p(0),p(1),p(2))$$（3 分）

由此得：

$$\begin{cases}p(0)=0.8p(0)+0.1p(1)+0.1p(2)\\ p(1)=0.1p(0)+0.8p(1)+0.1p(2)\\ p(2)=0.1p(0)+0.1p(1)+0.8p(2)\\ p(0)+p(1)+p(2)=1\end{cases}$$

解得稳态分布：p(0)= 1/3,p(1)=1/3,p(2)=1/3. （2 分）

四．**(8 分)**信源由四个符号 **a,b,c,d** 构成，各符号及其对应概率如下表

| 符号 | 符号概率 | 符号累积概率 |
|---|---|---|
| **a** | **0.011(3/8)** | **0.000** |
| **b** | **0.010(1/4)** | **0.011** |
| **c** | **0.010(1/4)** | **0.101** |
| **d** | **0.001(1/8)** | **0.111** |

试对 **S=(acbd)**进行编码。

解： $C(\varnothing)=0, A(\varnothing)=1$（1 分）

$$\begin{cases}C(\varnothing a)=C(\varnothing)+A(\varnothing)P_a=0\\ A(\varnothing a)=p_a=0.011\end{cases}\quad \begin{cases}C(ac)=C(a)+A(a)P_c=0.011\times 0.101=0.001111\\ A(ac)=A(a)p_c=0.011\times 0.01=0.00011\end{cases}$$（2

分）

$$\begin{cases} C(acb)=C(ac)+A(ac)P_b=0.001111+0.00011\times0.011=0.01000101 \\ A(acb)=A(ac)p_b=0.00011\times0.01=0.0000011 \end{cases}$$ （2 分）

$$\begin{cases} C(acbd)=C(acb)+A(acb)P_d=0.01000101+0.0000011\times0.111=0.0100101001 \\ A(acbd)=A(acb)p_d=0.0000011\times0.001=0.0000000011 \end{cases}$$ （2

分）

所以 acbd 编成的码为：0101100101（1 分）

五．(8 分)给定信源的分布 $\overline{p}$ ={0.3, 0.3,0.2, 0.1,0.05,0.05 }，求其二元霍夫曼编码，并求其平均码长。

解：哈夫曼码表为：

| 概率　　码 | 概率　　码 | 概率　　码 | 概率　　码 | 概率　　码 |
|---|---|---|---|---|
| 0.3<br>00<br>0.3<br>01<br>0.2<br>11<br>0.1<br>101<br>0.05<br>1000<br>0.05<br>1001 | 0.3　　00<br>0.3　　01<br>0.2　　11<br>0.1<br>100<br>0.1<br>101 | 0.3<br>00<br>0.3<br>01<br>0.2<br>10<br>0.2<br>11 | 0.4　　1<br>0.3<br>00<br>0.3<br>01 | 0.6　　0<br>0.4　　1 |

平均码长为：$0.3\times2+0.3\times2+0.2\times2+0.1\times3+0.05\times4+0.05\times4=2.3$

（表 6 分，每错一个码扣 1 分，求平均码长 2 分）

六. (8 分)设某离散无记忆信道中，输入字母表与输出字母表均为{0,1,2}.

码字集为 C={01,02,11,12}.码字分布为均匀分布。

译码函数为

g(00)=g(01)=01,　　g(02)=g(22)=02,　　g(11)=g(21)=11, g(12)=g(20)=g(10)=12,

信道的转移概率矩阵为$\begin{pmatrix} 0.8 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.8 \end{pmatrix}$.求平均误差概率。

解：在码字 01 下的误差概率为：

$$P_e(01) = (1 - p(00) - p(01)) = (1 - 0.8 \times 0.1 - 0.8 \times 0.8) = 0.28$$ （1.5 分）

在码字 02 下的误差概率为：

$$P_e(02) = (1 - p(02) - p(22)) = (1 - 0.8 \times 0.8 - 0.1 \times 0.8) = 0.28$$ （1.5 分）

在码字 11 下的误差概率为：

$$P_e(11) = (1 - p(11) - p(21)) = (1 - 0.8 \times 0.8 - 0.1 \times 0.8) = 0.28$$ （1.5 分）

在码字 12 下的误差概率为：

$$P_e(12) = (1 - p(12) - p(20) - p(10)) = (1 - 0.8 \times 0.8 - 0.1 \times 0.8 - 0.1 \times 0.1) = 0.27$$

（1.5 分）

总的平均误差概率：

$$\begin{aligned} P_e(C) &= 0.25P_e(00) + 0.25P_e(02) + 0.25P_e(11) + 0.25P_e(12) \\ &= 0.25(0.28 + 0.28 + 0.28 + 0.27) = 0.2775 \end{aligned}$$ （2 分）

七．(10 分)证明：设某离散无记忆信道的转移概率矩阵为$\begin{pmatrix} 0.8 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 \end{pmatrix}$，

求

(1)单个符号的信道容量；

(2)发 3 重序列的信道容量。

解：(1)因为 I(X,Y)=H(Y)-H(Y|X) （2 分）

而 H(Y|X)为$\sum_{i=1}^{2} p(x_i) H(Y \mid X = x_i)$.且

$$H(Y \mid X = x_i) = -0.8\log 0.8 - 0.1\log 0.1 - 0.1\log 0.1 = \log 5 - 1.4$$

所以 H(Y|X)=log5-1.4 （3 分）

不妨设 X 的取值范围是{0，1}， Y 的取值范围是{0，1，2}.

且设 PX=0}=p,P{X=1}=1-p.据此与转移概率阵可得：

P{Y=0}=0.8p+0.1(1-p)=0.7p+0.1

P{Y=1}=0.1p+0.8(1-p)=0.8-0.7p

P{Y=2}=0.1　　（2 分）

当 p=0.5 时，H(Y)达到最大值：

-0.9log0.45-0.1log0.1=1.9+log5-0.8log3

所以：C=3.3-1.8log3　　　（2 分）

(2)因为此信道为离散无记忆性道，所以三重序列的信道容量为

$3\times$C=9.9-5.4log3(2 分)

八．(10 分)若长为 7 的二元循环码的生成多项式为

$$f(x)=x^3+x^2+1$$

求此码的生成阵与校验阵。

解：此码的生成阵为；

$$G=\begin{pmatrix}0&0&0&1&1&0&1\\0&0&1&1&0&1&0\\0&1&1&0&1&0&0\\1&1&0&1&0&0&0\end{pmatrix}$$（4 分）

将它系统化后

$$G=\begin{pmatrix}1&0&0&0&1&1&0\\0&1&0&0&0&1&1\\0&0&1&0&1&1&1\\0&0&0&1&1&0&1\end{pmatrix}$$（3 分）

因此其校验阵为；

$$H=\begin{pmatrix}1&0&1&1&1&0&0\\1&1&1&0&0&1&0\\0&1&1&1&0&0&1\end{pmatrix}$$（3 分）

九．(8 分)设二元[6，3]线性码的生成阵为：

$$G=\begin{pmatrix}1&0&0&1&1&0\\0&1&0&0&1&1\\0&0&1&1&0&1\end{pmatrix}$$

试用标准阵列或伴随式之法求对 111100 的译码。

解：据已知，G 为系统形式的生成阵。因此校验阵为：

$$\mathrm{H}=\begin{pmatrix}1&0&1&1&0&0\\1&1&0&0&1&0\\0&1&1&0&0&1\end{pmatrix}$$ （3 分）

可据此校验阵写出陪集头与伴随式表：

| 陪集头 | 伴随式 |
|---|---|
| 000000 | 000 |
| 000001 | 001 |
| 000010 | 010 |
| 000100 | 100 |
| 001000 | 101 |
| 010000 | 011 |
| 100000 | 110 |
| 010100 | 111 |

（3 分）

因为 S(111100)=100.所以 111100 译为 111000.（2 分）

编辑：邹群
地 址 ： 瀚 海 网（http://hanhai.org）
邮箱： jxzouq@126.com
2013．9．20