南昌航空大学 2008 —2009 学年第一学期期末考试

课程名称: 信息论与编码　　　闭卷　　　A 卷　　120　分钟

题号	一	二	三	四	五	六	七	合计
满分	30	10	10	15	15	15	5	100
实得分								

评阅人	得分

一、 选择题（每题 3 分，共 30 分）

1. 关于信源的分类，正确的是 (D)

(A)连续信源也称为波形信源　　(B)马尔可夫信源是无记忆信源

(C)离散信源必为无记忆信源　　（D）存在非离散非连续的信源

2．下面哪一组量全都不是信息量（ B ）

（A）自信息，码率，平均失真　（B）码率，平均失真，冗余度

(C) 码率，自信息，冗余度　　（D）码率，信息率，冗余度

3．下列哪部分不是通信系统必需的 (D)

(A)信源　　（B）信宿　　(C) 信道　　(D)交错

4．设码字集为 $C = \{01,101,1000,10010,100001\}$，则它是（ C ）

(A)即时码　　(B)唯一可译码

(C)非唯一可译码　　(D) 以上都不对

5．信道编码的目的是（ B ）

(A) 在无失真的情况下尽可能压缩信息率　(B)在无失真的情况下尽可能多地传信息

(C)在限失真的情况下尽可能压缩信息率　（D）在限失真的情况下尽可能多地传信息

6.Q 进制（N,K）分组码中，下列哪中方法可以减小码率（ C ）

(A)Q,N 不变增大 K　（B）Q,K 不变减小 N

（C）Q,K 不变增大 N　(D)Q,N 增大同样的倍数。

重修标记 □

姓名------------

学号------------

班级------------

7. 关于冗余度，下列说法不正确的是（　B　）

(A) 信源符号分布越均匀，编码时越有利于降低冗余度

(B) 信源符号间的相关性越大，编码时越有利于降低冗余度

(C) 对信源的概率特性越明确，编码时越有利于降低冗余度

（D）信道编码需要加入一定的冗余信息以增加冗余度

8．对码集的纠错能力有直接影响的是（ C ）

(A)码集的“体积”　(B) 码重　(C) 码距　　(D)码长

9. 下列码中哪一个是信源码（ A ）

(A)算术码　　　(B)BCH 码　　(C)汉明码　　(D) 卷积码

10. 信息率失真函数 R(D) 的性质正确的是（　A ）

(A) R(D)是连续下凸的严格减函数　(B) R(D)是连续上凸的严格减函数

(C) R(D)是连续下凸的严格增函数　(D) R(D)是非连续下凸的严格减函数

评阅人	得分

二、简答题（10 分，每题 5 分）

1. 简单叙述一下无失真信源编码与限失真信源编码的应用范围（至少各举两例）。

答：无失真编码一般用于对信号保真要求比较高的方面，如：汉字编码，程序编码等。

限失真编码一般用于对信号的保真要求相对低一些的方面，如：视频编码，音频编码，图象编码等。

2. 简要说明分组码与非分组码的优缺点。

答：分组码的优点是编译简单易实现，错误不易扩散；缺点是概率匹配一般。非分组码的优点是概率匹配相当好，但是编译复杂，且错误易扩散。

评阅人	得分

三.（10 分）设有一非均匀骰子，若其任一面出现的概率与该面上的点数成正比，试求各点出现时所给出的信息量，并求扔一次平均得到的信息量。

解：据已知，得扔一非均匀骰子形成得信源 X

$$\begin{bmatrix} X \\ P(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1, & 2, & 3, & 4, & 5, & 6 \\ \frac{1}{21}, & \frac{2}{21}, & \frac{3}{21}, & \frac{4}{21}, & \frac{5}{21}, & \frac{6}{21} \end{bmatrix} \qquad \sum_{i=1}^{6} P(x) = 1$$（2 分）

得各点出现时所给出的信息量为

$I(x=1) = -\log\frac{1}{21} \approx 4.39$ 比特 $I(x=2) = -\log\frac{2}{21} \approx 3.39$ 比特 （4 分）

$I(x=3) = -\log\frac{3}{21} \approx 2.81$ 比特 $I(x=4) = -\log\frac{4}{21} \approx 2.39$ 比特 （6 分）

$I(x=5) = -\log\frac{5}{21} \approx 2.07$ 比特 $I(x=6) = -\log\frac{6}{21} \approx 1.81$ 比特 （8 分）

而扔一次平均得到得信息量为

$$H(X) = E[I(x)] = \sum_{i=1}^{6} P(x)I(x) = -\sum_{i=1}^{6} P(x)\log P(x)$$

≈ 2.40 比特/符号 （10 分）

评阅人	得分

四、（15 分）已知一个信源包含八个符号消息，它们的概率分布如下表

A	B	C	D	E	F	G	H
0. 1	0. 18	0. 4	0. 05	0. 06	0. 1	0. 07	0. 04

对八个符号作二进制码元的霍夫曼编码，写出各代码组，并求出平均码长。

解：霍夫曼编码码表如下

概率	码	概率	码	概率	码	概率	码	概率	码
C :0.4	0	0.4	0	0.4	0	0.4	0	0.4	0
B:0.18	110	0.18	110	0.18	110	0.19	111	0.23	10
A:0.1	100	0.1	100	0.13	101	0.18	110	0.19	111
F:0.1	1111	0.1	1111	0.1	100	0.13	101	0.18	110
G:0.07	1011	0.09	1110	0.1	1111	0.1	100		

E:0.06 1010 D:0.05 11101 H:0.04 11100	0.07 1011 0.06 1010	0.09 1110		

（3 分） （5 分） （6 分） （7 分） （8 分）

概率	码	概率	码
0.4 0.37 0.23	0 11 10	0.6 0.4	1 0

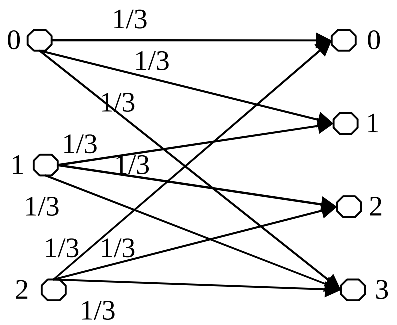
（9 分） （10 分）

各符号对应的码组如下： A－100； B－110； C－0； D－11101；E－1010； F－1111； G－1011； H－11100。（12 分）

平均码长 N ＝ $\sum P_i N_i$ ＝0.4*1 + 0.28*3 + 0.23*4 + 0.09*5 = 2.61（15 分）

评阅人	得分

五．（15 分） 求下图中 DMC 信道的信道容量。如果输入分布为{p(x=0)=1/2，p(x=1)=1/4，p(x=2)=1/4)，试求输入的信息熵和经过该信道的输入、输出间的平均互信息量。



解：由图可知，该信道的转移概率矩阵如下

$$\begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 0 & 1/3 \\ 0 & 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 0 & 1/3 & 1/3 \end{pmatrix}$$

该信道是一个准对称信道，可分解为两个对称的部分

$$\begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 0 \\ 0 & 1/3 & 1/3 \\ 1/3 & 0 & 1/3 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 1/3 \\ 1/3 \\ 1/3 \end{pmatrix} \quad (2\text{ 分})$$

则 C=log3-H(1/3,1/3,1/3)-2/3log2/3-1/3log1=-2/3log3/2bits　（4 分）

当 p(x=0) = 1/2, p(x=1) = 1/4, p(x=2) = 1/4 时:

H(X) = $-\sum_x p(x)\log_2 p(x)$ =3/2 bits　（6 分）

又因为 H(Y)= $-\sum_y p(y)\log_2 p(y)$ = 1+ 1/6log6 + 1/3log3

H(XY) = $-\sum_{xy} p(xy)\log_2 p(xy)$　（8 分）

= log6 + 1/2

所以 I(X, Y) = H(X) + H(Y) － H(XY) = 7/6 － 1/2log3 （10 分）

评阅人	得分

六.（15 分）设二元（7, 4）线性分组码的生成矩阵

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

给出该码的校验矩阵并写出所有的伴随式和与之相对应的陪集首。若接收矢量 $v=(0001011)$，试计算出其对应的伴随式 S 并按照最小距离译码准则对其译码。

解：据生成阵的形式，可得该码的校验矩阵为

$$H=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (5\text{ 分})$$

因为二元（7，4）码的纠错范围是 7 个一位错，所以各陪集首和与之相对应的 S 如下：

e = 0000001——S=101　　e = 0000010—— S =111

e = 0000100——S=011　　e = 0001000—— S =110

e = 0010000——S=001　　e = 0100000—— S =010

e = 1000000——S=100　　（12 分）

当 V＝0001011 的时候，S＝100，对照最小距离译码准则与 S 和 e 之间的关系表，可知，e＝1000000。（14 分）所以 C ＝ e ＋ V ＝ 1001011　（15 分）

七．（5 分）证明：最优译码与最大似然译码在所有码向量的输入概率相同时等价.

证明：设输入与输出符号集为{0，1，2}，且设码字集为

$$C=\{\vec{c}_1,\vec{c}_2,\ldots,,\vec{c}_n\}$$（1 分）

且码字为等概分布，故每个码字的概率为 1/n.

设收到的码字为 $\vec{r}$。因为

$$P(\vec{c}_i\mid\vec{r})=P(\vec{c}_i)P(\vec{r}\mid\vec{c}_i)/P(\vec{r})=P(\vec{r}\mid\vec{c}_i)/nP(\vec{r})$$（3 分）

此时 $nP(\vec{r})$ 为定值。故 $P(\vec{c}_i\mid\vec{r})$ 与 $P(\vec{r}\mid\vec{c}_i)$ 相差一个固定的常数。所以 $P(\vec{c}_i\mid\vec{r})$ 取得最大值当且仅当 $P(\vec{r}\mid\vec{c}_i)$ 取得最大值。（4 分）即最优译码与最大似然译码在所有码向量的输入概率相同时等价。（5 分）

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