

南昌航空大学 2012 —2013 学年第二学期期末考试

课程名称：信息论与编码

闭卷

A 卷（答案） 120 分钟

题号	一	二	三	四	五	六	七	合计
满分	24	10	10	10	10	20	16	100
实得分								

评阅人	得分

一、（每空 3 分，共 24 分）选择题

1. 关于连续信源的熵，下列说法不正确的是 (C)
 (A) 连续信源的熵为无穷大；(B) 连续信源的相对熵为有限；
 (C) 限峰功率连续信源当正态分布时达到最大熵；
 (D) 限平均功率连续信源当正态分布时达到最大熵。
2. 下列矩阵可表示对称信道转移概率的是 (C)
 (A) $\begin{pmatrix} 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$ ； (B) $\begin{pmatrix} 0.9 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.9 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.9 \end{pmatrix}$ ；
 (C) $\begin{pmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.2 & 0.3 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 \end{pmatrix}$ ； (D) $\begin{pmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.5 \\ 0.5 & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$ 。
3. 下列信道的分类中，属于按照输入输出符号的特点分的是 (D)
 (A) 无反馈信道与反馈信道； (B) 固定参数信道与时变参数信道；
 (C) 随机差错信道与突发差错信道； (D) 离散信道与连续信道。
4. 信息率失真函数与信道容量的相同之处是 (C)
 (A) 研究的对象相同； (B) 给定的条件相同；
 (C) 都是研究互信息 $I(X;Y)$ ； (D) 都是求最大值。
5. 下列失真函数必须是针对离散信源的是 (D)
 (A) 均方失真； (B) 绝对失真； (C) 相对失真； (D) 误码失真。
6. 信源符号为 $\{a,b,c,d\}$ ，对应的概率分别为（二进制）
 0.011,0.011,0.001,0.001。
 若算术码码字为 110010110001，则译码的第二个符号为 (A)
 (A) a ； (B) b ； (C) c ； (D) d 。
7. 下列几种信源变长码中，一般概率匹配最差的是 (B)
 (A) 算术码； (B) 香农码； (C) 费诺码； (D) 哈夫曼码。
8. 关于二元汉明码，错误的说法是 (D)
 (A) 纠错能力为 1； (B) 是线性码； (C) 是完备码； (D) 是系统码。

重修标记

姓名

学号

班级

评阅人	得分

二、(每题 5 分, 共 10 分) 简答题

1、信息的主要特征有哪些?

答: 信息的主要特征有:

- (1) 信息是新知识、新内容。(1 分)
- (2) 信息是能使认识主体对某一事物的未知性或不确定性减少的有用知识;(2 分)
- (3) 信息可以产生, 也可以消失, 同时可以被携带、贮存及处理;(3 分)
- (4) 信息是可以量度的。(5 分)

2、说明什么是完备码? 试举出一个例子。

答: q 元码的汉明界为 $M\{C_n^0 + C_n^1(q-1) + \dots + C_n^t(q-1)^t\} \leq q^n$ 。(2 分, 写出二元码的汉明界亦算正确) 若码的汉明界中的等号成立, 则此码为完备码(4 分)。二元汉明码即为完备码。(5 分)

评阅人	得分

三、(10 分) 一副不含大小王的充分洗乱了的牌(52 张), 试问:

- (1) 任一特定排列所给出的信息量是多少?
- (2) 任意抓一张牌, 分别求得到的关于花色与关于点数的平均信息量。

解: (1) 某一特定的排列的概率为

$$p = \frac{1}{52!} \quad (2 \text{ 分})$$

因此任一特定排列给出的信息量为

$$I = -\log p = \log 52! \quad (5 \text{ 分})$$

(2) 由于一副牌中有 4 种花色, 每种花色的数目相等, 因此得到的关于花色的平均信息量为

$$H_1 = \log 4 = 2 \quad (7 \text{ 分})$$

由于一副牌中有 13 种点数, 每种点数数目相等, 因此关于点数的平均信息量为

$$H_2 = \log 13 \quad (10 \text{ 分})$$

评阅人	得分

四、(10 分) 设信源分布为

$$\begin{pmatrix} X \\ P(X) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 & a_6 & a_7 \\ 0.3 & 0.2 & 0.16 & 0.14 & 0.1 & 0.05 & 0.05 \end{pmatrix}$$

对其编二进制香农码，并求其平均码长。

解：列表：

符号	概率	积累概率	自信息 I 范围	码长	码
a_1	0.3	0	$1 < I < 2$	2	00
a_2	0.2	0.3	$2 < I < 3$	3	010
a_3	0.16	0.5	$2 < I < 3$	3	100
a_4	0.14	0.66	$2 < I < 3$	3	101
a_5	0.1	0.8	$3 < I < 4$	4	1100
a_6	0.05	0.9	$4 < I < 5$	5	11100
a_7	0.05	0.95	$4 < I < 5$	5	11110

(2分)

(4分)

(6分)

(8分)

平均码长为 $0.3 \times 2 + (0.2 + 0.16 + 0.14) \times 3 + 0.1 \times 4 + (0.05 + 0.05) \times 5 = 3$ (10分)

评阅人	得分

五. (10分) 设某离散无记忆信道的转移概率阵为 $\begin{pmatrix} 0.8 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 \\ 0.1 & 0.1 & 0.8 \end{pmatrix}$ ，试求其信道容

量；若它与另一个转移概率阵同上的离散无记忆信道并联，且输入符号独立，求并联后的信道的信道容量。

解：此信道为对称信道 (2分)，其信道容量为

$$C = 1.0 \log_3 H \quad (0.8, 0.1 \text{ 分}) = 1.4 + \log_3 - \log_5. \quad (8分)$$

并联后的信道容量为 $2C = 2.8 + 2\log_3 - 2\log_5$ (10分)。

评阅人	得分

六. (20分) 设某二元线性码的校验矩阵为

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

(1) 此线性码的生成矩阵；(2) 用伴随式译码翻译输出的字 110001。

(3) 对 H 加一列，使其成为汉明码的校验阵，比较改变后码的性能变化情况。

解：(1) 由于 H 为系统形式，则线性码的生成阵为

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (5分)$$

(2) 此线性码的伴随式表为

陪集头	伴随式
000000	000
000001	111
000010	011
000100	101
001000	001
010000	010
100000	100
110000	110

(10分)

对于输出的字 110001，其伴随式为 $S(110001) = 001$ (12分)

从伴随式表可见对应此伴随式的陪集头为 001000，因此 110001 译为 111001。(13分)

(3) H 加一列成为 $H_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ 后， H_1 即为汉明码的校验阵。(18分)

改变后，码率由原来的 $\frac{K}{N} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$ 变为 $\frac{K_1}{N_1} = \frac{4}{7}$ ，纠错能力始终为 1，可见在纠错性能不变的情况下，提高了传输效率。(20分)

评阅人	得分

七、(16分) 设(7,4)循环码的生成多项式 $g(x) = x^3 + x + 1$ ，

求：(1) 该循环码的生成矩阵 G 与校验多项式；

(2) 对于信息组 $\bar{m} = (1011)$ ，分别用生成多项式与生成阵编写其码字；

(3) 若循环冗余校验码的生成多项式仍为 $g(x)$ ，则对信息组 $\bar{m} = (1011)$ 编写的循环冗余校验码的码字是什么？

答：(1) 该循环码的生成矩阵为

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

因为 $x^7 - 1 = (x+1)(x^3 + x + 1)(x^3 + x^2 + 1) = (x^3 + x + 1)(x^4 + x^2 + x + 1)$ ，所以校验多项式

为 $h(x) = x^4 + x^2 + x + 1$ (6分)

(2) 用生成多项式编写码字，则信息组 \bar{m} 对应的生成多项式为

$$m(x) = x^3 + x + 1$$

其码多项式为 $c(x) = m(x)g(x) = (x^3 + x + 1)(x^3 + x + 1) = x^6 + x^2 + 1$ (9分)

用生成阵编写码字，则

$$\bar{c} = \bar{m}G = (1 \ 0 \ 1 \ 1) \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} = (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1) \text{ (12分)}$$

(3) 循环冗余校验码的码字为 $c_1(x) = m(x)x^3 + r(x)$ ($r(x)$ 为 $m(x)x^3$ 用 $g(x)$ 除所得余项)，

(14分)。易见 $r(x) = 0$ ，因此 $c_1(x) = m(x)x^3 = x^6 + x^4 + x^3$ (16分)

编辑：邹群

地址：瀚海网 (<http://hanhai.org>)

邮箱：jxzouq@126.com

2013. 9. 20