

南昌航空大学 2010 — 2011 学年第二学期期末考试

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 | 八 | 合计 |
| 满分 | 24 | 10 | 8 | 10 | 14 | 10 | 14 | 10 | 100 |
| 实得分 | | | | | | | | | |

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

一、选择题（每题 3 分，共 24 分）

1. 以下关于平稳离散信源的说法不正确的是 (B)
 - A. 平稳信源发出的符号序列的概率分布与时间起点无关。
 - B. 平均符号熵随着码长的增大而减小。
 - C. 对于平稳信源一般情况下，齐次包括平稳，平稳不包括齐次。
 - D. 平稳信源的概率分布特性具有时间推移不变性。

2. 下列关于信源编码和信道编码的说法中错误的是 (B)
 - A. 信源编码是减少冗余度，信道编码是有意的增加冗余度。
 - B. 信源编码提高了可靠性，降低了有效性。
 - C. 首先对信源进行编码，到信道的输入端再对其进行信道编码。
 - D. 信道编码提高了可靠性，降低了有效性。

3. 关于线性分组码，下列说法正确的是 (B)
 - A. 卷积码是线性分组码的一种。
 - B. 最小码距是除全零码外的码的最小重量。
 - C. 具有封闭性，码字的组合未必是码字。
 - D. 不具有封闭性，码字的组合是码字。

4. 对于 (n, k) 线性分组码，设 d 为最小汉明距离，则以下正确的是 (C)
 - A. 这组码能纠正 n 个错误的必要条件是 $d=2n+1$;

重修标记

 姓名

 学号

 班级

- B. 具有检测 k 个错误的必要条件是 $d=k+1$;
 C. 具有能纠正 t 个错, 同时又能发现 k ($k>t$) 个错的充分条件是 $d=t+k+1$;
 D. 以上结论都正确。
5. 下列何种编码方式概率匹配最佳的是 (C)
 A. 哈夫曼码 B. 费诺码 C. 算术码 D. 游程编码
6. 下列码中, 既是唯一可译码, 又是即时码的是 (B)
 A. {1, 100, 1000, 10000} B. {1, 01, 001, 0001}
 C. {1, 110, 1110, 11110} D. {11, 10, 001, 110}
7. 下列信道的分类中, 属于按输入端与输出端关系分的是 (A)
 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。
8. 纠错码按照码元与原始信息位的关系分 (C)
 A. 检错码与纠错码 B. 分组码与卷积码
 C. 线性码与非线性码 D. 代数码、几何码与算术码

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

二、简答题 (每题 5 分, 共 10 分)

1. 什么是马尔可夫信源, 齐次马尔可夫信源与平稳马尔可夫信源的区别与联系是什么?

答: 当信源的记忆长度为 $m+1$ 时, 该时刻发出的符号与前 m 个符号有关联性, 而与更前面的符号无关, 这种信源称为马尔可夫信源。(2 分) 齐次马尔可夫信源的转移概率具有时间推移不变性。(3 分) 平稳信源的概率分布具有时间推移不变性。(4 分) 平稳马尔可夫信源是齐次马尔可夫信源的一种特例。
(5 分)

2. 简要叙述前向纠错差错控制方法的原理和主要优缺点。

答: 发送端信息经纠错编码进行传送, 而接收端通过纠错译码自动纠正传递过程中的差错, 这样的纠错控制方法称为前向纠错。(3 分) 优点是无需反向信道, 时延小, 实时性好。(4 分) 缺点是译码设备比较复杂, 选用的纠错码必须与信道特性相匹配, 码率偏低。(5 分)

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

三、(8 分) 在对肝癌的体检中。已有的调查数据表明：人群中患此病的比例为 0.004%，患肝癌的人某指标阳性的比例为 70%。正常人此指标阳性的比例 0.1%。为求已知某人此指标阳性时患肝癌的条件自信息（不便计算的写出表达式）。

解：设 A 表示某人患有肝癌，B 表示某指标阳性。(1 分) 据已知条件，有

$$P(A) = 4 \times 10^{-5} \quad p(B/A) = 0.7 \quad p(B/\bar{A}) = 0.001 \quad (3 \text{ 分})$$

$$P(B) = p(A)p(B/A) + p(\bar{A})p(B/\bar{A}) = 0.001038 \quad (5 \text{ 分})$$

$$p(A/B) = p(AB) / p(B) = 0.027 \quad (6 \text{ 分})$$

$$I(A/B) = -\log p(A/B) = -\log 0.027 \quad (8 \text{ 分})$$

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

四、(10 分) 已知一信源包含 8 个符号，其出现的概率为 $p(x) = \{0.1, 0.18, 0.4, 0.05, 0.06, 0.1, 0.07, 0.04\}$ 。对这 8 个符号作哈夫曼编码，写出相应码字。

解：列表如下：

| 概率 | 码 | 概率 | 码 | 概率 | 码 | 概率 | 码 |
|------|-------|------|------|------|------|------|-----|
| 0.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.4 | 1 |
| 0.18 | 001 | 0.18 | 001 | 0.18 | 001 | 0.19 | 000 |
| 0.1 | 011 | 0.1 | 011 | 0.13 | 010 | 0.18 | 001 |
| 0.1 | 0000 | 0.1 | 0000 | 0.1 | 011 | 0.13 | 010 |
| 0.07 | 0100 | 0.09 | 0001 | 0.1 | 0000 | 0.1 | 011 |
| 0.06 | 0101 | 0.07 | 0100 | 0.09 | 0001 | | |
| 0.05 | 00010 | 0.06 | 0101 | | | | |
| 0.04 | 00011 | | | | | | |

| 概率 | 码 | 概率 | 码 | 概率 | 码 |
|----|---|----|---|----|---|
|----|---|----|---|----|---|

| | | | | | |
|------|-----|------|----|-----|---|
| 0.4 | 1 | 0.4 | 1 | 0.6 | 0 |
| 0.23 | 01 | 0.37 | 00 | 0.4 | 1 |
| 0.19 | 000 | 0.23 | 01 | | |
| 0.18 | 001 | | | | |

(8分) 因此所求哈夫曼码为

0.4—1, 0.18—001, 0.1—011, 0.1—0000, 0.07—0100, 0.06—0101
0.05—00010, 0.04—00011. (10分)

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

五、(14分) 俩信道转移概率阵分别为 $\begin{pmatrix} 0.9 & 0.1 \\ 0.1 & 0.9 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0.8 & 0.1 & 0.1 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 \end{pmatrix}$, 1)

分别求其信道容量。2) 将俩信道串联成一个信道, 求其转移概率阵。

解: 1) 第一个信道是对称信道 (2分), 信道容量为

$$C = \log_2 - H(0.9, 0.1) = 1 - (\log_2 0.9 + 0.1 \log_2 0.1) = 0.532 \quad (4分)$$

第二个信道是准对称信道 (6分), 转移概率阵可以分解成

$$\begin{pmatrix} 0.8 & 0.1 \\ 0.1 & 0.8 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.1 \end{pmatrix} \quad (8分)$$

据公式, 得其信道容量为

$$C = \log_2 - H(0.8, 0.1, 0.1) = -0.9 \log_2 0.9 - 0.1 \log_2 0.2 = 0.438 \quad (10分)$$

2) 串联后的转移概率阵变为

$$\begin{pmatrix} 0.73 & 0.17 & 0.1 \\ 0.17 & 0.73 & 0.1 \end{pmatrix} \quad (14分)$$

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

六、(10分)由符号集{0, 1}组成的二阶马氏链, 转移概率为 $p(0/00)=0.8$, $p(0/11)=0.7$, $p(1/00)=0.2$, $p(1/11)=0.3$, $p(0/01)=0.5$, $p(0/10)=0.4$, $p(1/01)=0.5$, $p(1/10)=0.6$ 画出状态图, 并求其稳态分布。

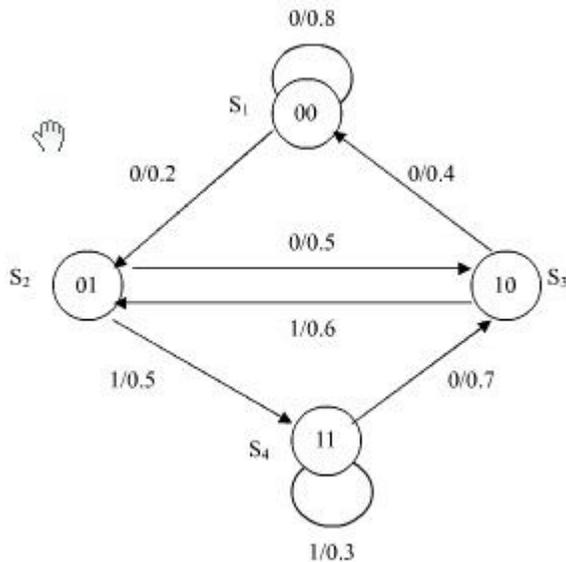
解: 符号条件概率图与状态转移概率图:

| 起始状态 | 符号 | |
|------|-----|-----|
| | 0 | 1 |
| 00 | 0.8 | 0.2 |
| 01 | 0.5 | 0.5 |
| 10 | 0.4 | 0.6 |
| 11 | 0.7 | 0.3 |

| 起始状态 | 终止状态 | | | |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | $s_1(00)$ | $s_2(01)$ | $s_3(10)$ | $s_4(11)$ |
| 00 | 0.8 | 0.2 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 0 | 0.5 | 0.5 |
| 10 | 0.4 | 0.6 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0.7 | 0.3 |

(3分)

状态图:



(6分)

利用 $\sum_i W_i P_{ij} = W_j$, (8分) 可得:

$$\begin{cases} W_1 = 0.8W_1 + 0.4W_3 \\ W_2 = 0.2W_1 + 0.6W_3 \\ W_3 = 0.5W_2 + 0.7W_4 \\ W_4 = 0.5W_2 + 0.3W_4 \\ W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1 \end{cases} \text{ 解得平稳概率分布:}$$

$$\begin{cases} W_1 = 14/33 \\ W_2 = 7/33 \\ W_3 = 7/33 \\ W_4 = 5/33 \end{cases} \text{。 (10 分)}$$

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

七. (14 分) 设某线性分组码的生成阵为

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

接收的符号列为 000110。将其用伴随式译码法译出它（要求列出全部伴随式表）。由伴随式表，可以判断出此码的纠错能力吗？说明理由。

解：原生成阵为系统生成阵，则其校验阵为

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

伴随式表：

| 陪集头 | 伴随式 |
|--------|-----|
| 000000 | 000 |
| 100000 | 101 |
| 010000 | 110 |
| 001000 | 011 |
| 000100 | 100 |
| 000010 | 010 |
| 000001 | 001 |
| 100010 | 111 |

(6 分)

000110 对应的伴随式为 110，(8 分) 对应陪集头 010000，(9 分) 翻译成 010110。
(10 分)

由伴随式表可见，若凡是发生一个码元符号的错误，对应陪集头为重量为 1 的字。而所有重量为 1 的字均为陪集头。且此时陪集头即为差错图案。因此此码能纠出 1 个错。（12 分）另外，若发生两个错，其陪集头或者重量为 1，或者出现非一一对应：如 100010 与 010001 对应的伴随式均 111。因此不能纠所有两个错。（13 分）综上，其纠错能力为 1。（14 分）

| | |
|-----|----|
| 评阅人 | 得分 |
| | |

八、（10 分）已知 $g_1(x) = x^3 + x^2 + 1, g_2(x) = x^3 + x + 1, g_3(x) = x + 1$ ，试分别讨论：

$$1. g(x) = g_3(x)g_2(x), \quad 2. g(x) = g_1(x)g_2(x)$$

两种情况下，由 $g(x)$ 生成的 7 位循环码的检错与纠错能力。

解：在第一种情形， $g(x) = x^4 + x^3 + x^2 + 1$ 对应的生成阵为

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

校验阵：

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (4 \text{ 分})$$

由于校验阵中任意三列线性无关，而第 1, 2, 3, 5 列线性相关，因此此码码距为 4，检错能力为 3，纠错能力为 1。（6 分）

在第二种情形， $g(x) = x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$ 对应的生成阵为

$$(1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)$$

码距：7，检错能力：6，纠错能力：3。（10 分）

编辑：邹群

(<http://hanhai.org>)

地 址 : 瀚 海 网

邮箱: jxzouq@126.com

2013. 9. 20