

# 北京邮电大学 2006—2007 学年第 II 学期

## 《通信原理 II》期末试题及参考答案

### 一、选择填空（每题 2 分，共 30 分）

1. 码组 {000,010,101,111} 是  
(A)循环码 (B)线性分组码 (C)RS 码 (D)格雷码
2. 已知某线性分组码的最小码距是 7，该码用于纠错时可保证纠几位错？  
(A)1 (B)2 (C)3 (D)4
3. 信息速率为 2000bit/s 的信源输出通过一个 1/2 率的卷积编码器，编码结果再用 QPSK 系统传输，QPSK 的符号速率是(波特)  
(A)1000 (B)2000 (C)4000 (D)8000
4. 将(7,4)汉明码的码字按行写入一个 8 行 7 列的存储阵列，每行一个码字，共 8 个码字。再按列读出后传输。信道中的错误是突发型的，传输这  $8 \times 7$  个比特时，会连续发生  $t$  个误码。收端解交织后再译码。此系统无误码传输可承受的  $t$  最大是  
(A)7 (B)8 (C)28 (D)14
5. 某系统中发射机的载频为 1800MHz，接收机以 90km/h 的速度运动，其移动方向和发射机所在方位之间的夹角是  $45^\circ$ ，接收机的多普勒频移是多少 Hz？  
(A)106 (B)150 (C)206 (D)53
6. 正交码的重要应用之一是用于  
(A)CDMA (B)TDMA (C)FDMA (D)TCM
7. 有两个特征多项式不相同但周期同为 7 的 m 序列构成了优选对，由此优选对构成的 Gold 码族中码的个数是  
(A)7 (B)9 (C) $2^7-1$  (D) $2^7+1$
8. 某系统发送端采用了直接序列扩频，接收端采用了 RAKE 接收，其目的是为了对抗信道中的  
(A)多径传播问题 (B)加性高斯白噪声问题  
(C)多普勒频移问题 (D)非线性失真问题

9. 下列当中，哪一个不是 4 阶 Walsh 码中的一个？
- (A)+1+1+1+1                      (B)+1+1+1-1  
(C)+1+1-1-1                      (D)+1-1+1-1
10. 将一个  $m$  序列  $M_p$  与其移位序列  $M_r$  模 2 加后得到的序列是
- (A) $m$  序列                      (B)Gold 序列  
(C)Walsh 序列                      (D)随机序列
11. 设  $X$ 、 $Y$  是任意两个不同分布的离散随机变量，下列表达式中哪一个是正确的？
- (A) $H(X) \leq H(Y)$                       (B) $H(X, Y) \leq H(Y)$   
(C) $H(X|Y) \leq H(Y)$                       (D) $H(Y|X) \leq H(Y)$
12. 模拟基带信号  $x(t)$  经模数变换后转换为数字信号，采样率为 33 千样值/s，每样值用 10 比特表示。假设该数字信号经压缩编码后经一限带、限功率的高斯噪声信道传输，信道中的信噪比是 33.11dB。另据统计，该信源的  $H_\infty(x)/H_0(x) = 0.1$ ，则对该数字信号压缩后再传输时，理论上需要的最小信道带宽是
- (A)1kHz                      (B)2kHz                      (C)3kHz                      (D)4kHz
13. 二进制信源的熵为 1bit/符号，该信源中“1”出现的概率是
- (A)1                      (B)1/2                      (C)1/4                      (D)1/8
14. 数字通信中“信源压缩”这一单项技术直接可达到的效果是
- (A)提高系统的频谱利用率                      (B)提高发送数据的冗余度  
(C)提高抗窄带干扰的能力                      (D)提高信源的相关性
15. 预测编码的基本思想是：
- (A)降低信源的相关性                      (B)提高信源的相关性  
(C)预测信源的熵                      (D)预测信源的均方误差

答案：

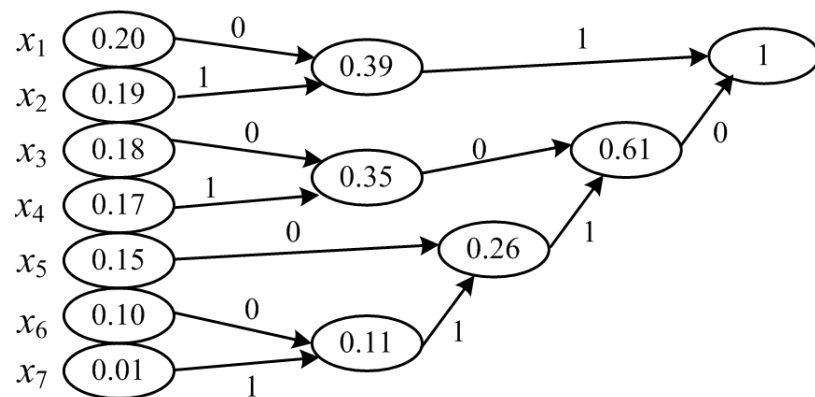
1	2	3	4	5	6	7	8
B	C	B	B	A	A	B	A
9	10	11	12	13	14	15	
B	A	D	C	B	A	A	

二. (10 分) 设有一离散信源如下：

$$\begin{pmatrix} X \\ P(X=x_i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 \\ 0.20 & 0.19 & 0.18 & 0.17 & 0.15 & 0.10 & 0.01 \end{pmatrix}$$

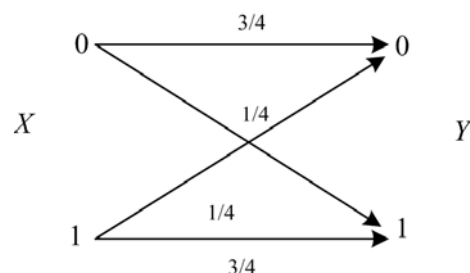
试对它进行 Huffman 编码。

答：编码过程如下图所示



从图中读出结果为 10, 11, 000, 001, 010, 0110, 0111。

三. (10 分) 某无记忆二元对称信道的转移概率如下图所示：



(1) 若  $P(X=0) = \frac{1}{3}$ ，求  $Y$  的概率分布；

(2) 在(1)的条件下求互信息  $I(X;Y)$ ；

答：(1)  $P(Y=0) = \frac{5}{12}$ ， $P(Y=1) = \frac{7}{12}$ 。

(2)  $I(X;Y) = H(Y) - H(Y|X)$

$$H(Y) = 0.9799。H(Y|X=0) = -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} = 0.8113，$$

$$H(Y|X=1) = -\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} - \frac{3}{4} \log_2 \frac{3}{4} = 0.8113，因此 H(Y|X) = 0.8113。$$

因此  $I(X;Y) = 0.1686 \text{ bit/symbol}$

四. (10 分) 某限带加性白高斯噪声信道的带宽为 20kHz, 噪声的单边功率谱密度为 1W/Hz。欲传输的信息速率为 10kbps, 那么平均每比特至少需要花费的能量是多少焦耳?

答:  $C = B \log_2 \left( 1 + \frac{P}{N_0 B} \right)$ ,  $P = E_b C$ ,  $\frac{C}{B} = \log_2 \left( 1 + \frac{E_b C}{N_0 B} \right)$ 。今  $\frac{C}{B} = \frac{1}{2}$ ,  $N_0 = 1$ , 故此  $\frac{1}{2} = \log_2 \left( 1 + \frac{E_b}{2} \right)$ ,  $E_b = 2(\sqrt{2} - 1) = 0.8284 \text{ J}$ 。

五. (10 分) 已知(7,3)循环码的生成多项式是  $g(x) = x^4 + x^3 + x^2 + 1$

(1)写出所有码字。

(2)若接收结果是  $y=(1010111)$ , 最可能的发送码字是什么?

(3)若接收结果是  $y=(1001111)$ , 按  $s(x) = y(x)_{\text{mod } g(x)}$  求伴随式  $s(x)$ 。

(4)写出系统码形式的生成矩阵(信息位在左)和相应的校验矩阵。

答: (1)全部码字有 8 个, 如下所列:

0000000 1110100 0111010 0011101,  
1001110 0100111 1101001 1010011.

(2)上列码字中离 1010111 最近的是 1010011, 它就是最可能发送的码字。

(3)  $s(x) = 1$

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

六. (10 分) 已知  $g(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x + 1$

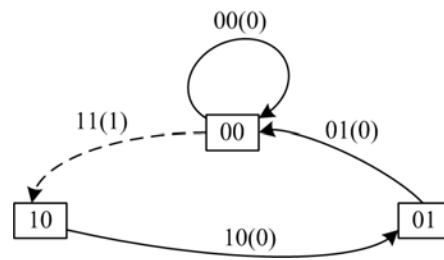
(1)由于  $g(x)$  是  $x^{17} + 1$  的因子, 故此可用其设计出一个循环码。求此循环码的码长  $n$  和编码率  $k/n$ 。

(2)对于(1)中的循环码, 若输入的信息是  $k$  个全 1: (11L 1), 系统码编码结果是什么? (要求信息位出现在左边)

答: (1)  $n=17$ ,  $k=9$ 。  $k/n=9/17$ 。

(2)通过竖式除法可求得校验比特, 最终的编码结果是 17 个全 1。

七. (10 分) 下图是某二进制(2,1,3)卷积码状态转移图的局部。方框中的字样如 00 表示状态 (从左到右表示时间从近到远), 连线旁边的字样如 “11(1)” 表示输入信息比特为 1 时的编码输出是 11。

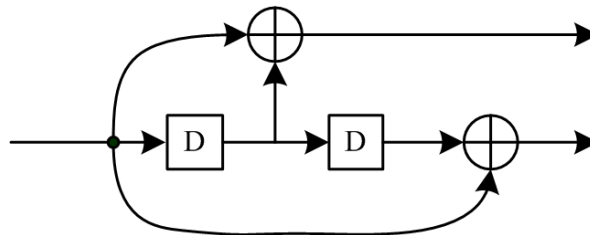


(1) 若编码器初始状态是 00, 求输入为 1000.....时的编码输出。

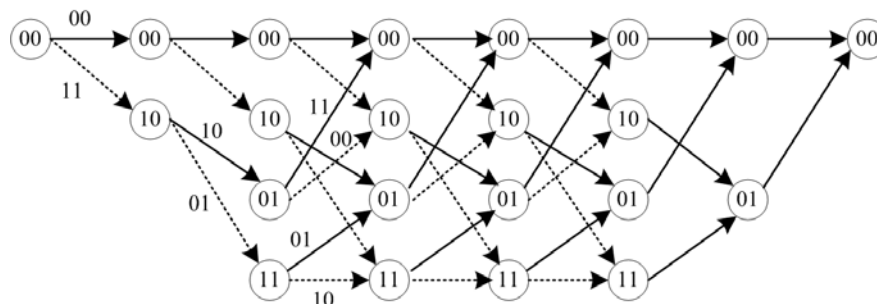
(2) 画出编码器原理框图。

答: (1) 从图中的状态 00 出发, 输入 1 将转移到状态 10, 产生输出 11; 继续输入 0 将转移到状态 01, 产生输出 10; 下一个输入 0 使状态转移到 00, 产生输出 01; 此后状态将保持在 00, 输出也一直是 00。因此所求编码输出为 11 10 01 00 .....

(2) 该卷积码的输出是两路时分复用而成的。每路输出对应的生成多项式是 110; 101, 因此编码器原理图如下:



八. (10 分) 下图是某(2,1,3)卷积码的格图, 若译码器的输入是 11 10 11 10 11 10 11, 求 Viterbi 译码结果 (应有简略过程, 但不要求非常详细)。



答: Viterbi 译码给出的是最佳结果 (距离最近的 ML 结果)。除可按 Viterbi 算法的具体步骤一步步做以外, 本题的最佳结果很容易从图中看出。首先, 对应前 3 步的最优路径必然是  $00 \rightarrow 10 \rightarrow 01 \rightarrow 00$ , 因其累积度量是 0。倒过来看, 最后三步必然是  $00 \leftarrow 01 \leftarrow 10 \leftarrow 00$ 。故此中间这一步必然是  $00 \rightarrow 00$ 。

由此得到译码结果为 11 10 11 00 11 10 11, 相应的数据是 1 0 0 0 1 0 0, 后两位可能是尾比特。