

第一章

1-3 某信号源符号集由字母 A 、 B 、 C 、 D 组成，若传输的每一个字母用二进制码元编码，“00”代替 A ，“01”代替 B ，“10”代替 C ，“11”代替 D ，每个二进制码元宽度为 5ms 。

(1) 不同的字母是等可能出现时，试计算传输的平均信息速率；

(2) 若每个字母出现的可能性分别为

$$P_A = \frac{1}{5}, P_B = \frac{1}{4}, P_C = \frac{1}{4}, P_D = \frac{3}{10}$$

试计算传输的平均信息速率。

1-3 解：

(1) 1bit二进制码元宽5ms，则一个字母符号宽度10ms，即： $T = 10ms$

$$R_B = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} = 100baud$$

(2)

$$R_b = R_B \cdot \log_2 M = 100 \log_2 4 = 200bps$$

信源的熵 $H = P_A I_A + P_B I_B + P_C I_C + P_D I_D$

$$= -\frac{1}{5} \times \log_2 \frac{1}{5} - \frac{1}{4} \times \log_2 \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \times \log_2 \frac{1}{4} - \frac{3}{10} \times \log_2 \frac{3}{10}$$

$$= 1.985(b/\text{符号})$$

信息速率 $R_b = 100 \times 1.985 = 198.5(b/s)$

第一章

1-6 设二进制数字传输系统每隔 0.4ms 发送一个码元。试求：

- (1) 该系统的信息速率；
- (2) 若改为传送十六进制信号码元，发送码元间隔不变，则系统的信息速率变为多少（设各码元独立等概出现）？

1-6 解:

(1) 已知码元宽度 $T_B = 0.4ms$, 则码元速率:

$$R_B = \frac{1}{T_B} = 2500 \text{ Baud}$$

二进制时, 信息速率等于码元速率, 即:

$$R_b = R_B = 2500(b/s)$$

(2) 若码元间隔(码元宽度)不变, 则码元速率也不变, 仍为 2500 Baud , 故十六进制时, 信息速率为

$$R_b = R_B \log_2 16 = 2500 \times 4 = 10000(b/s)$$

码元速率仅与码元宽度有关!

码元速率一定时, 通过增加进制数 M , 可提升信息速率

第一章

1-7 某信源符号集由 A , B , C , D 和 E 组成, 设每一符号独立出现, 其出现概率分别为 $1/4$, $1/8$, $1/8$, $3/16$ 和 $5/16$, 每秒传送1000个符号。试求:

- (1) 该信息源符号的平均信息量;
- (2) $1h$ 内传送的平均信息量;
- (3) 若信源等概率发送每个符号, 求 $1h$ 传送的信息量

1-7 解：

(1) 平均信息量（熵）

$$\begin{aligned} H(x) &= -\sum_{i=1}^M P(x_i) \log_2 P(x_i) \\ &= -\left(\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} + \frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8} + \frac{3}{16} \log_2 \frac{3}{16} + \frac{5}{16} \log_2 \frac{5}{16} \right) \\ &= 2.23(\text{bit}/\text{符号}) \end{aligned}$$

(2) 平均信息速率

$$R_b = R_B \times H = 1000 \times 2.23 = 2.23 \times 10^3 (b/s)$$

所以，1h传送的平均信息量

$$I = R_b \times t = 2.23 \times 10^3 \times 3600 = 8.028 \times 10^6 (bit)$$

(3) 等概时的信源熵 $H_{max} = \log_2 M = 2.33 b/\text{符号}$ ，
此时平均信息速率最大，此时1h传送的信息量

$$I = R_{bmax} \times t = (R_B \times H_{max}) \times t = 8.352 \times 10^6 (bit)$$

等概率时，信源有最大熵，信息速率最大

第一章

1-8. 已知某四进制数字传输系统的信息速率为 $2400b/s$ ，接收端在 $0.5h$ 内共收到 216 个错误码元，试计算该系统的误码率 P_e 。

1-8 解:

码元速率为

$$R_B = \frac{R_b}{\log_2 M} = \frac{2400}{\log_2 4} = 1200(baud)$$

0.5h内传送的码元个数为

$$N = R_B \times t = 1200 \times 1800 = 2.16 \times 10^6(\text{个})$$

误码率为

$$P_e = \frac{N_e}{N} = \frac{216}{2.16 \times 10^6} = 10^{-4} = 0.01\%$$