

单元二习题

姓名：蔡与望

学号：2020010801024

3.19

研究香农和奈奎斯特关于信道容量的理论，两者从不同的角度出发为信道的比特率设置了上限。它们两者之间的关系是什么？

- 相同：都描述了最高码元传输速率（信道容量）及它的制约因素。
- 不同：奈奎斯特定理只描述了理想信道中的信道容量；而香农定理在此基础上，考虑了噪声的影响。

3.20

假设一个信道的容量为1MHz，SNR为63。

a. 该信道的数据率上限是多少？

b. (a)问题得到的是一个上限。但实际上，较低的数据率可以得到较好的差错表现。假设我们选择的数据率为最高理论上限的 $\frac{2}{3}$ 。要达到这个数据率需要有几个电平的信号？

a. $C = B \log_2 (1 + SNR) = 6MHz$

b. $6MHz \times \frac{2}{3} = 2B \log_2 M \Rightarrow M = 4$

4.1

假设数据被存储在容量为8.54GB的单面双层DVD中，每张DVD的质量为15g。假设一列从伦敦开往巴黎的欧洲之星列车上装载了 10^4 kg的这种DVD。行程总长度为640km，列车运行时间为2小时15分钟。这个系统的数据传输率是多少比特每秒？

$$C = \frac{8.54 \times \frac{10^4 \times 10^3}{15} \times 8 \times 1024^3}{135 \times 60} = 5623Gbps$$

4.5

请计算当传输频率增加一倍，并且发射天线和接收天线之间的距离增加一倍时的接收功率的衰减比例。

$$\begin{aligned} L_{dB} &= 10 \lg \frac{P_t}{P_r} = 20 \lg \left(\frac{4\pi fd}{c} \right) \\ &\Downarrow \\ \frac{P_t}{P_r} &= \left(\frac{4\pi fd}{c} \right)^2 \end{aligned}$$

当 d, f 都增加一倍，则 P_r 对应地下降4倍。所以衰减比例为4。

4.14

假设发送器产生的功率为50W。

- 请写出以dBm和dBW为单位的发送功率。
- 如果将发送器的功率应用到单位增益天线，且载波为900MHz，那么在自由空间距离为100m的地方接收到的功率为多少dBm？
- 如果其他条件不变，距离变为10km，那么接收到的功率又是多少dBm？
- 现在假设接收天线的增益为2，重复(c)。

a.

$$P_{dBm} = 10 \lg \frac{50 \times 10^3 mW}{1mW} = 47.0 dBm, P_{dBW} = 10 \lg \frac{50W}{1W} = 17.0 dBW$$

b.

$$P_r = \frac{P_t}{\left(\frac{4\pi fd}{c}\right)^2} = -24.53dBm$$

c. d 变为原来的100倍， P_W 变为原来的 10^{-4} 倍， P_{dBm} 下降40dBm。所以

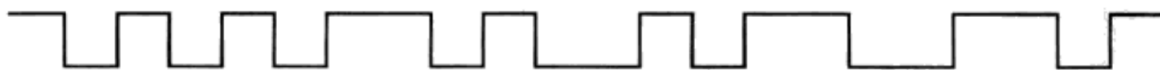
$$P_r = -64.53dBm$$

d. 由 $\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{G_r G_t \lambda^2}$ 可知， G_r 变为2时， P_r 也变为2倍，对应的 P_{dBm} 增大3dBm。所以

$$P_r = -61.52dBm$$

5.7

图中的波形图是用曼彻斯特编码后的二进制数据流。判断比特周期的起始时间和终止时间（也就是说，提取时钟信息），并写出其数据序列。



时钟信息：



根据教材定义，从高到低跳变为0，反之为1。

所以数据序列为：1110011010。

5.18

为什么在把数字数据编码成为模拟信号时，PCM要比DM更合适？

PCM的信噪比优于DM，传输质量高。

补充1

调频广播电台的频率在100MHz附近、5G移动通信的频率在3.5GHz附近、WiFi信号的频率在5.8GHz附近。收音机、手机、WiFi设备的天线长度大约是多少？WiFi的802.11n标准，工作在5GHz频率，带宽达到40MHz，数传速率如果是150Mbps，那么要达到这么大的数传速率，信道的SNR不能小于多少dB？

由 $L = \frac{c}{4f}$ ，收音机天线长度

$$L_1 = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 1 \times 10^6} = 75cm$$

手机天线长度

$$L_2 = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 3.5 \times 10^9} = 2.14cm$$

WiFi设备天线长度

$$L_3 = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 5.8 \times 10^9} = 1.29cm$$

由香农公式 $C = B \log_2 (1 + \frac{S}{N})$,

$$150Mbps = 40MHz \log_2 (1 + \frac{S}{N}) \Rightarrow \frac{S}{N} = 2^{\frac{15}{4}} - 1$$

所以

$$SNR = 10 \lg(2^{\frac{15}{4}} - 1) = 10.95dB$$

补充2

将载波信号用 $x_c(t) = A \cos(\omega_c t + \phi)$ 来表达，我们分别可以在幅度，频率和相位上调制另一路低频信号 $s(t)$ ，请分别指出这三种调制方式作用在载波信号的什么位置？如果 $s(t)$ 是一个数字方波信号，调制后的信号波形会有怎样的典型波形？

幅度：作用在载波幅度 A 。

$$f(t) = \begin{cases} [s(t) + d] \cos(\omega_c t + \phi), & s(t) = 1 \\ 0, & s(t) = 0 \end{cases}$$

频率：作用在载波频率 ω_c 。

$$f(t) = \begin{cases} A \cos[(\omega_c + f_1)t + \phi], & s(t) = 1 \\ A \cos[(\omega_c + f_2)t + \phi], & s(t) = 0 \end{cases}$$

相位：作用在载波相位 ϕ 。

$$f(t) = A \cos[\omega_c t + \phi + \theta(sk)]$$