

数据通信



3-6章习题课

殷亚凤

yafeng@nju.edu.cn

<http://cs.nju.edu.cn/yafeng/>
Room 901, Building of CS





第3章 数据传输

课程习题（作业）



课本：

3. 5	3. 6	3. 12	3. 13	3. 16
3. 18	3. 20	3. 21	3. 22	

课程习题（作业）



3.5 如果图3.17中实线代表 $\sin(2\pi t)$ ，那么虚线代表什么？也就是说，虚线可以写成 $A \sin(2\pi ft + \phi)$ ，那么其中的 A 、 f 和 ϕ 分别是多少？

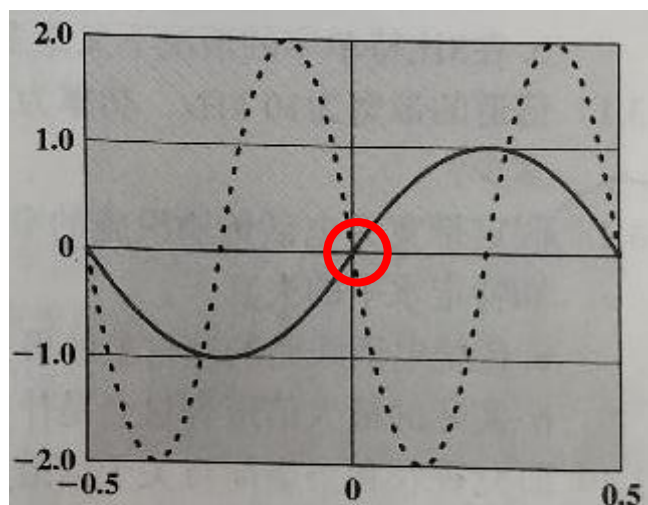


图3.17 习题3.5的图示

答案： $2 \sin(4\pi t + \pi)$; $A = 2$, $f = 2$, $\phi = \pi$

课程习题（作业）



3.6 请将信号 $(1 + 0.1 \cos 5t)\cos 100t$ 分解为正弦函数的线性组合，并指出其中每个正弦成分的振幅、频率和相位。提示：使用 $\cos a \cos b$ 的恒等变形。

答案：

$$\begin{aligned} & (1 + 0.1 \cos 5t) \cos 100t \\ &= \cos 100t + 0.1 \cos 5t \cos 100t \\ &= \cos 100t + 0.1 \left(\frac{1}{2} (\cos(5t + 100t) + \cos(5t - 100t)) \right) \\ &= \cos 100t + 0.05 \cos 105t + 0.05 \cos 95t \\ &= \sin\left(100t + \frac{\pi}{2}\right) + 0.05 \sin\left(105t + \frac{\pi}{2}\right) + 0.05 \sin\left(95t + \frac{\pi}{2}\right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= 1 \\ f_1 &= \frac{50}{\pi} \\ \varphi_1 &= \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 0.05 \\ f_2 &= \frac{105}{2\pi} \\ \varphi_2 &= \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 0.05 \\ f_3 &= \frac{95}{2\pi} \\ \varphi_3 &= \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

课程习题（作业）



认为它是如何做到这一点的？

- 3.12 通常，医学数字影像的超声波检查包含从全动态超声波检查中提取的大约25幅图像。每幅图像由 512×512 个像素组成，其中每个像素使用8比特强度信息。
- a. 这25幅图像共有多少比特？
 - b. 然而，理想情况下医生希望以30 fps（每秒帧）的速度使用 512×512 个像素，每像素8比特的帧。忽略所有可能的压缩和额外开销的因素，要维持这种全动态超声波所需的最小信道容量是多少？
 - c. 假设每次全动态检查包含25 s时长的帧，那么以未压缩形式存储一次检查需要多少字节的存储空间？

答案：

- a.** $25 \times 512 \times 512 \times 8 = 52.4 \text{ Mb}$
- b.** $30 \times 512 \times 512 \times 8 = 62.9 \text{ Mbps}$
- c.** $25 \times 30 \times 512 \times 512 = 196.6 \text{ MB}$

课程习题（作业）



- 3.13 a. 假设数字化电视画面从源点发送时使用的是 480×500 的像素矩阵。其中每个像素可携带32种强度值中的一种。假设每秒发送30幅画面（此数字源大致相当于广播电视已采纳的标准），计算源点的数据率 R （单位为bps）。
- b. 假设该画面通过带宽为4.5 MHz，信噪比为35 dB的信道传输。计算这个信道容量（单位为bps）。
- ~~c. 假设(a)题中的每个像素从10个强度值中选一种，并且可以是三种颜色之一（红、绿、蓝）。请说明这种修改对传输的数字化图像属性会带来什么影响，图像传输速率是多少？~~

答案：

$$a. R = (30 \text{ pictures/s})(480 * 500 \text{ pixels/picture})(\log_2 32 \text{ bits/pixel}) = 36 \text{ Mbps}$$

$$\begin{aligned} b. C &= B \log_2(1 + \text{SNR}) \\ \text{SNR}_{db} &= 35 = 10 \log_{10} \text{SNR} \rightarrow \text{SNR} = 10^{3.5} \\ &= 4 * 10^6 \log_2(1 + 10^{3.5}) \\ &= 52.335 * 10^6 \text{ bps} \end{aligned}$$

c. 对于每个像素，有 $10 * 3 = 30$ 种取值

课程习题（作业）



- 3.16 一个数字信号发送系统要求工作在9600 bps。
- a. 如果一个信号单元可对一个4比特单字编码，那么所需要的最小信道带宽为多少？
 - b. 在8比特单字的情况下又是多少？

答案：

$$a. \quad C = 2B \log_2 M \quad 9600 = 2B * 4 \quad B = 1200Hz$$

$$b. \quad C = 2B \log_2 M \quad 9600 = 2B * 8 \quad B = 600Hz$$

课程习题（作业）



- 多少？
- 3.18 假定带宽为电话传输设施的窄带（可用）音频带宽，标称的SNR值为56 dB（400 000）和特定水平的失真。
- a. 传统电话线路的理论上的最大信道容量（kbps）是多少？
- b. 实际的最大信道容量会是什么样的呢？
- 3KHz**

答案：

a. $C = B \log_2(1 + SNR) = 3000 \log_2(1 + 400000) = 56 \text{ kbps}$

b. 香农公式显示出理论上可达到的最大值，实际应用中能够达到的速率到低得多。

课程习题（作业）



带宽

3.20 假设一个信道的容量为1 MHz，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2/3。若要达到这个数据率，需要有几个电平的信号？

答案：

$$a. \quad C = B \log_2(1 + SNR) = 10^6 \log_2(1 + 63) = 6\text{MHz}$$

$$b. \quad C = \frac{2}{3} * 6\text{MHz} = 4\text{MHz}$$

$$C = 2B \log_2 M$$

$$4 * 10^6 = 2 * 10^6 \log_2 M \quad \longrightarrow \quad M = 4$$

课程习题（作业）



3.21 假设信道所要达到的容量为20 Mbps，信道的带宽为3 MHz，且噪声为白（热）噪声，为了达到这一信道容量，要求信噪比为多少？

答案： $C = B \log_2 (1 + \text{SNR})$

$$20 \times 10^6 = 3 \times 10^6 \times \log_2(1 + \text{SNR})$$

$$\log_2(1 + \text{SNR}) = 6.67$$

$$1 + \text{SNR} = 102$$

$$\text{SNR} = 101$$

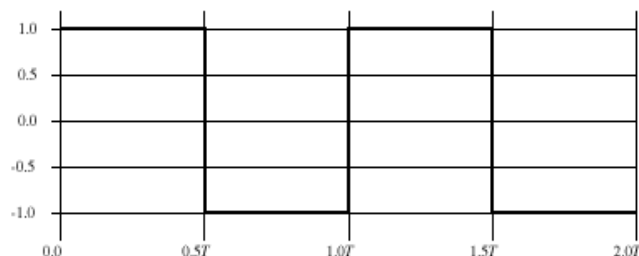
课程习题（作业）



3.22 图3.7(c)中的方波周期为 $T = 1 \text{ ms}$ ，经过了一个允许8 kHz以下的频率无衰减通过的低通滤波器。

a. 计算输出波形的功率。

b. 假设这个滤波器的输入中有热噪声电压，且其 $N_0 = 0.1 \text{ } \mu\text{W/Hz}$ ，计算以分贝为单位的输出信噪比。



(c) $(4/\pi) \sum (1/k) \sin(2\pi(kf)t)$, for k odd

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T |x(t)|^2 dt$$

答案：

$$a. \quad s(t) = \frac{4}{\pi} (\sin 2\pi f t + \frac{1}{3} \sin 2\pi(3f)t + \frac{1}{5} \sin 2\pi(5f)t + \frac{1}{7} \sin 2\pi(7f)t)$$

$$p(t) = \left(\frac{4}{\pi}\right)^2 \left(\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{25} + \frac{1}{49}\right)\right) = 0.95W$$

$$b. \quad N = BN_0 = 8\text{KHz} * \frac{0.1\mu\text{W}}{\text{Hz}} = 0.8\text{mW}$$

$$SNR_{db} = 10\log_{10}\left(\frac{0.95W}{0.8 * 10^{-3}W}\right) = 30.75\text{dB}$$



第4章 传输媒体

课程习题（作业）



课本：

4.1; 4.2; 4.14; 4.15; 4.17

课程习题（作业）



4.1 假设数据被存储在容量为8.54 GB的单面双层DVD中，每张DVD的质量为15 g。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640 km，列车运行时间为2小时15分钟。这个系统的数据传输速率是多少比特每秒。

答案：

$$\text{时间: } 2 * 60 * 60 + 15 * 60 = 8100s$$

$$\text{数据: } (8.54 * 10^9) * \frac{10^7}{15} = 5.693 * 10^{15} \text{ bits}$$

$$\text{数据率: } \frac{5.693 * 10^{15}}{8100} = 703 \text{ Gbps}$$

课程习题（作业）



4.2 已知某电话线具有20 dB的损耗。测得输入信号功率为0.5 W，同时测得输出噪声功率为4.5 μW。利用这些数值计算以分贝为单位的输出信噪比。

答案：

$$\text{损耗: } 10 \log_{10} \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right) = 20dB$$

$$\text{输出功率: } P_{out} = 0.01 * P_{in} = 0.005W$$

$$\text{输出信噪比: } SNR = \frac{P_{out}}{N} = \frac{0.005}{4.5 * 10^{-6}} = 1.11 * 10^3$$

$$\text{输出信噪比: } SNR_{db} = 10 \log_{10} 1.11 * 10^3 = 30dB$$

课程习题（作业）



4.14 假设发送器产生的功率为50 W。

- 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900 MHz，那么在自由空间距离为100 m 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10 km，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)。

答案：（Page97）

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2} = \frac{(4\pi f d)^2}{c^2}$$

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi)^2 (d)^2}{G_r G_t \lambda^2}$$

(a) 发生器的发送功率为 $17\text{dBW} = 47\text{dBm}$

(b) $L = 10 \lg\left(\frac{4\pi d f}{c}\right)^2 = 71.5\text{dBW}$, $P = \underline{17 - 71.5 + 30} = \underline{-24.5\text{dBm}}$

(c) $L = 10 \lg\left(\frac{4\pi d f}{c}\right)^2 = 111.5\text{dBW}$, $P = -64.5\text{dBm}$

(d) $L = 10 \lg\left(\frac{4\pi d f}{\sqrt{2}c}\right)^2 = 108.5\text{dBW}$, $P = -61.5\text{dBm}$

课程习题（作业）



- 4.15 某微波发送器的输出功率为0.1 W，频率为2 GHz。假设这个发送器用于某微波通信系统中，在这个系统中发送天线和接收天线都是抛物面反射天线，直径为1.2 m。
- 两个天线的增益分别是多少dB？
 - 考虑到天线增益，发送信号的有效发射功率是多少？
 - 如果接收天线的位置在距发送天线24 km处，且通过自由空间传输，那么在接收天线周围的有效信号功率是多少dBm？

答案：(Page 90)

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} = \frac{4\pi f^2 A_e}{c^2}$$

有效面积为0.56A

$$A = \pi r^2$$

$$(a) G = \frac{4\pi \cdot 0.56 \cdot 0.6^2 \pi f^2}{c^2} = 353.3, G_{dB} = 10 \lg G = 25.5 \text{ dB}$$

$$(b) P = 0.1 \text{ W} = -10 \text{ dBW}, P_{eff} = -10 \text{ dBW} + 25.5 \text{ dBW} = 15.5 \text{ dBW}$$

$$(c) L = -20 \lg(f) + 20 \lg(d) - 10 \lg(A_1 A_2) + 169.54 \text{ dB} = 75.1 \text{ dB}. P = -10 - 75.1 = -85.1 \text{ dBW} = -55.1 \text{ dBm} \quad (\text{Page 98})$$

$$\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi)^2 (d)^2}{G_r G_t \lambda^2}$$

课程习题（作业）



4.17 已知某电视台需要向80 km以外的观众发送信号，判断其天线高度。

答案：

$$d = 3.57\sqrt{Kh}, \text{ with } K = 4/3 \quad h = 376.62m$$



第5章 信号编码技术

课程习题（作业）



课本：

5.5; 5.7; 5.9;

5.12; 5.16; 5.17; 5.21; 5.23(a) (b) (c); 5.25

课程习题（作业）



5.5 考虑下面的信号编码技术，输入的数据为二进制数据 a_m ，其中 $m = 1, 2, 3, \dots$ 。处理过程分两步，首先产生一个新的二进制数

$$b_0 = 0$$
$$b_m = (a_m + b_{m-1}) \bmod 2$$

然后对它进行编码

$$c_m = (b_m - b_{m-1})$$

在接收端，原数据由以下算法恢复

$$a_m = c_m \bmod 2$$

- 证明接收到的 a_m 与被传输的 a_m 相等。
- 这是一种什么类型的编码。

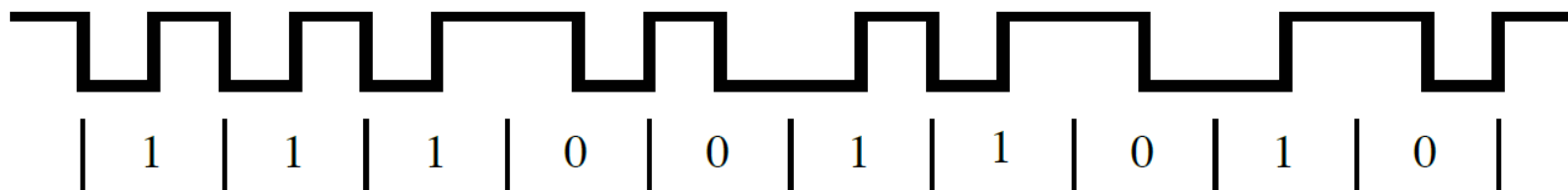
答案：

a. $c_m = b_m - b_{m-1} = (a_m + b_{m-1}) - b_{m-1} = a_m$

b. 双极性 -AMI

图5.23 曼彻斯特码流

答案：



课程习题（作业）



b. 双极性AMI

c. 伪三进制编码

5.9

代表二进制序列0100101011的双极性AMI波形经过一个噪声较大的信道传输。接收到的波形如图5.24所示。该波形中有一处出现了差错。指出差错出现的位置并解释原因。

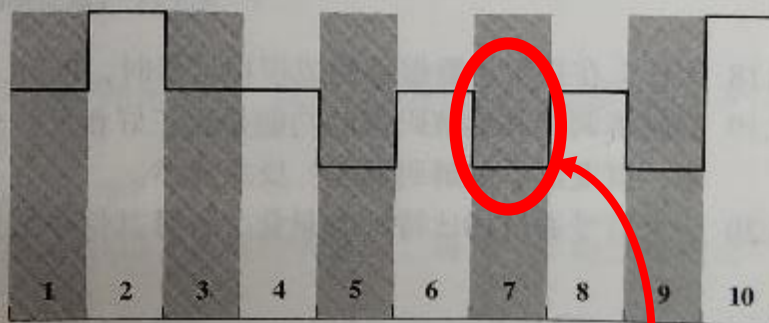


图5.24 接收到的双极性AMI波形

答案：

课程习题（作业）



5.12 一个正弦波用于两种不同的信号传输机制：(a) PSK；(b) QPSK。信号元素的持续时间为 10^{-5} s。如果接收到信号形式如下：

$$s(t) = 0.0025 \sin(2\pi 10^6 t + \theta) \text{ V}$$

并且假设在接收器处测得噪声功率为 2.5×10^{-8} W，分别计算这两种情况下的 E_b/N_0 (dB)。

答案：

T_s = 信号元素时间， T_b = 比特时间， $A = 0.0025$ (振幅)

a. $T_s = T_b = 10^{-5} \text{ sec}$

$$P = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} s^2(t) dt = \frac{A^2}{2}$$

$$E_b = P \times T_b = P \times T_s = \frac{A^2}{2} \times T_s; \quad N_0 = 2.5 \times 10^{-8} \times T_s$$

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{(A^2/2) \times T_s}{2.5 \times 10^{-8} \times T_s} = 125; \quad (E_b/N_0)_{\text{dB}} = 10 \log 125 = 20.97 \text{ dB}$$

b.

$$T_b = \frac{T_s}{2}; \quad E_b = P \times \frac{T_s}{2}; \quad N_0 = 2.5 \times 10^{-8} \times T_s$$

$$(E_b/N_0) = 62.5 \quad (E_b/N_0)_{\text{dB}} = 10 \log 62.5 = 17.96 \text{ dB}$$

课程习题（作业）



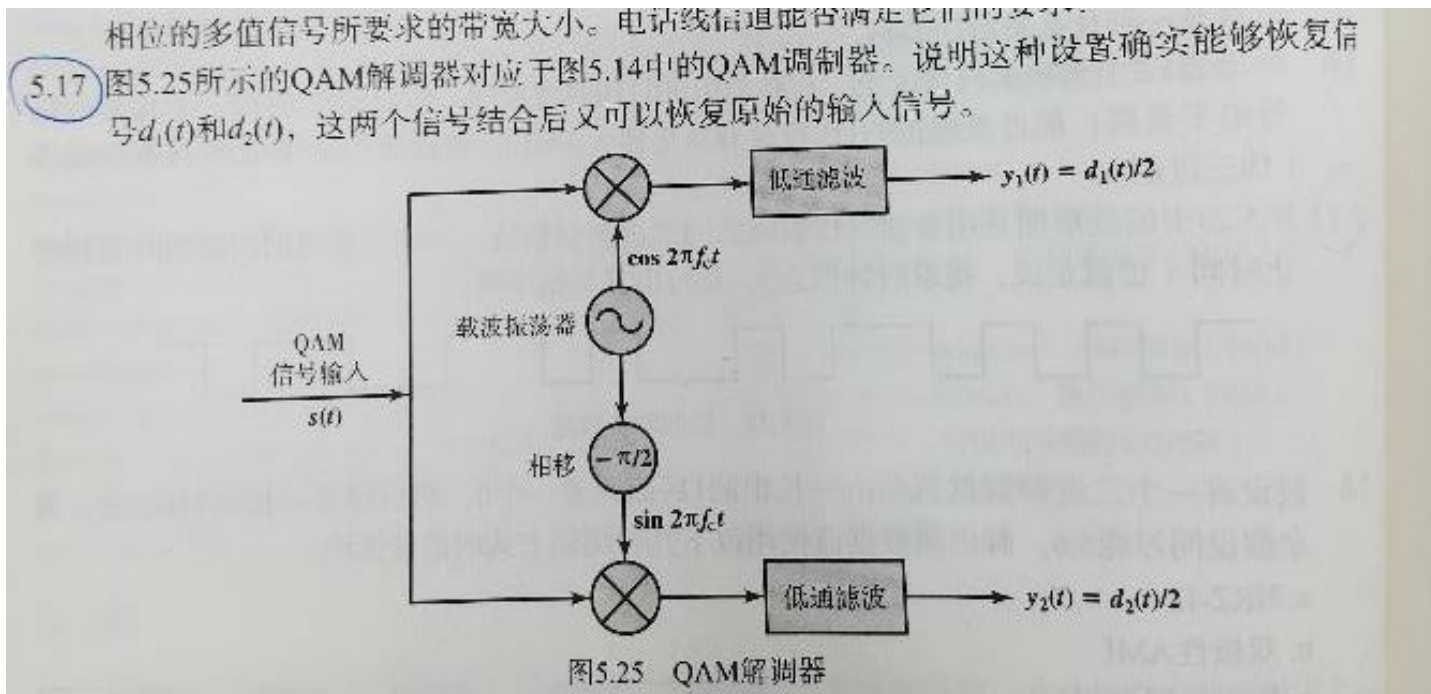
分别计算在ASK和FSK情况下的带宽。假设FSK使用的两个频率在600 ~ 3000 Hz的频率范围内传输。有效的假设电话线路信道经过均衡后允许带通数据在600 ~ 3000 Hz的频率范围内传输。有效的带宽为2400 Hz。当 $r = 1$ 时，分别计算数据率为2400 bps的QPSK和数据率为4800 bps的8相位的多值信号所要求的带宽大小。电话线信道能否满足它们的要求？

答案：Page (118)

QPSK: $B_T = R(1+r) / \log_2 L = 2400 \times (1+1) / \log_2 4 = 2400 \text{ Hz}$
能满足传输要求。

如果是 8PSK: $B_T = R(1+r) / \log_2 L = 4800 \times (1+1) / \log_2 8 = 3200 \text{ Hz}$
不能满足传输要求。

课程习题（作业）



答案：

$$s(t) = d_1(t)\cos w_c t + d_2(t)\sin w_c t$$

$$\begin{aligned} s(t) \cos w_c t &= d_1(t)\cos^2 w_c t + d_2(t)\sin w_c t \cos w_c t \\ &= \underline{(1/2)d_1(t)} + (1/2)d_1(t) \cos 2w_c t + (1/2)d_2(t) \sin 2w_c t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s(t) \sin w_c t &= d_1(t) \cos w_c t \sin w_c t + d_2(t)\sin^2 w_c t \\ &= (1/2)d_1(t) \sin 2w_c t + \underline{(1/2)d_2(t)} - (1/2)d_2(t) \cos 2w_c t \end{aligned}$$

$$\underline{y_1(t) = (1/2)d_1(t)}; \quad \underline{y_2(t) = (1/2)d_2(t)}$$

课程习题（作业）



- 5.21 考虑这样一个声音信号，它的频谱成分在300 ~ 3000 Hz之间。假设使用每秒7000个样本的采样速率来生成PCM信号。
- a. 当 $SNR = 30 \text{ dB}$ 时，需要多少个单位量化值？
- b. 所要求的数据率是多少？

答案：(Page 122)

$$a. SNR_{dB} = 20 \lg 2^n + 1.76 \text{ dB} = 6.02n + 1.76 \text{ dB}$$

$$SNR_{dB} = 30 \text{ dB} \longrightarrow n = 5$$

$$2^5 = 32$$

$$b. 7000 * 5 = 35 \text{ kbps}$$

课程习题（作业）



5.23 一个PCM编码器接收到的信号具有10 V的满标（full-scale）电压，并且使用均匀量化生成8比特编码。最大归一量化电压为 $1-2^{-8}$ 。试求：a. 归一步长值；b. 实际步长值（V）；c. 实际最大量化电平（V）；~~d. 归一化的分辨率；e. 实际分辨率；f. 百分比分辨率。~~

5.24 假设对图5.26所示的模拟波形进行增量调制。

答案：

$$a. \quad 2^{-8} = 0.003906$$

$$b. \quad 10 * 0.003906 = 0.03906 \text{ V}$$

$$c. \quad 10 * (1 - 2^{-8}) = 9.961 \text{ V}$$

课程习题（作业）



5.2 脉位调制（PPM）是一种通过数字输入值来确定窄脉冲的时钟相对位置的编码方案。此方法多应用于光通信系统，如光纤、红外局域网和红外遥控。这些系统对效率的要求很高，但很少或不存在外部干扰。传输采用的是强度调制机制，即信号存在则对应于二进制1，信号不存在则对应于二进制0。

a. IEEE 802.11的1 Mbps红外标准使用了16-PPM机制。其中每4个数据位视为一组，被映射成一个16-PPM符号，每个符号是一个16比特的二进制串。这个16比特二进制串由15个0和一个1组成，因此根据二进制1在串中的位置就能对0 ~ 15之间的某个值进行编码。

a1. 此传输的周期（比特与比特之间的时间）是多少？

对于相应的红外脉冲传输：

a2. 脉冲（1值）与脉冲之间的平均时间间隔是多少？~~相应的脉冲传输平均速率是多少？~~

a3. 相邻脉冲之间的最小时间间隔是多少？

a4. 脉冲与脉冲之间的最大时间间隔是多少？

b. 对2 Mbps红外标准使用的4-PPM机制重复a题。在这种机制中，每两个数据位被视为一组，映射成一个4比特的序列。

答案：

$$a1. 1Mbps \rightarrow 10^{-6} = 1\mu s$$

$$a2. 4bits \rightarrow 4\mu s$$

$$a3. 000 \dots 001 \text{ 和 } 100 \dots 000 \rightarrow \frac{4\mu s}{16} = 0.25\mu s$$

$$a4. 100 \dots 000 \text{ 和 } 000 \dots 001 \rightarrow 31 * 0.25\mu s = 7.75\mu s$$

$$b1. 2Mbps \rightarrow 1/(2 * 10^{-6}) = 0.5\mu s$$

$$b2. 2bits \rightarrow = 1\mu s$$

$$b3. 0001 \text{ 和 } 1000 \rightarrow = \frac{1\mu s}{4} = 0.25\mu s$$

$$b4. 1000 \text{ 和 } 0001 \rightarrow 7 * 0.25\mu s = 1.75\mu s$$



第6章 差错检测与纠正

课程习题（作业）



课本：

6. 6; 6. 10 (a) ; 6. 13 (b) (c) ; 6. 17

课程习题（作业）



(6.6) 为数据块 E3 4F 23 96 44 27 99 F3 计算其因特网检验和。再进行验证计算。

答案:

a. 计算：(局部和)

E34F	106E5	06E6	4BD0	E500	1AFF
------	-------	------	------	------	------

b. 校验：(局部和)

E34F	106E5	06E6	4BD0	E500	FFFF
------	-------	------	------	------	------



③ 使用长除法。

3. *Elaboration* – the process of making a concept more specific by adding details or examples. This is often done by asking questions like "What does that mean?" or "Can you give me an example?"

[illegible]

课程习题（作业）



146

数据与计算机通信

6.13 某CRC的结构可用于为11比特报文生成4比特的FCS。生成多项式为 $X^4 + X^3 + 1$ 。

a. ~~画出能够实现这一任务的移位寄存器电路（见图6.4）。~~

b. 用这个生成多项式将比特序列10011011100（最左边的是最低位）编码，并写出码字。

c. 现在假设在这个码字中的第7个比特（从最低位数起）有差错，请指出差错检测算法是如何检测到这个差错的。

答案：

低位

b. Data = 10011011100

$$M(X) = 1 + X^3 + X^4 + X^6 + X^7 + X^8$$

$$X^4M(X) = X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^4$$

$$\frac{X^4M(X)}{P(X)} = X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + \frac{X^2}{P(X)}$$

$$R(X) = X^2$$

$$T(X) = X^4M(X) + R(X) = X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^4 + X^2$$

$$\text{Code} = 001010011011100$$

c. Code = 001010001011100 $\frac{T(X)}{P(X)} \rightarrow$ 非零

课程习题（作业）



- 6.17 6.6节讨论了以最小距离作为选择依据的块纠错码。也就是说，假设某编码由 s 个等可能性的码字组成，每个码字的长度为 n ，那么对每个接收到的序列 \mathbf{v} ，接收器会为它选择一个码字 \mathbf{w} ，使距离 $d(\mathbf{w}, \mathbf{v})$ 最小。我们希望证明这种机制从下述角度来看是“理想”的，即当接收器收到给定 \mathbf{v} 的序列时，该序列为码字 \mathbf{w} 的概率 $p(\mathbf{w}|\mathbf{v})$ 最大。因为我们假设所有码字出现的机会是均等的，所以使 $p(\mathbf{w}|\mathbf{v})$ 最大的码字与使 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w})$ 最大的码字是一致的。
- a. 要使码字在 \mathbf{w} 接收时变成 \mathbf{v} ，必须在传输中产生恰好 $d(\mathbf{w}, \mathbf{v})$ 个差错。这些差错必须发生在 \mathbf{w} 和 \mathbf{v} 中不相同的比特上。假设 β 是特定比特在传输中出错的概率， n 是码字的长度，写出 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w})$ 作为 β ， $d(\mathbf{w}, \mathbf{v})$ 和 n 的函数表达式。提示：差错的比特数是 $d(\mathbf{w}, \mathbf{v})$ ，而没有差错的比特数是 $n - d(\mathbf{w}, \mathbf{v})$ 。
- b. 再通过计算 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_1)/p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_2)$ 比较两个不同的码字 \mathbf{w}_1 ， \mathbf{w}_2 的 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_1)$ 和 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_2)$ 。
- c. 假设 $0 < \beta < 0.5$ ，证明当且仅当 $d(\mathbf{v}, \mathbf{w}_1) < d(\mathbf{v}, \mathbf{w}_2)$ 时有 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_1) > p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_2)$ 。这就证明了使 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w})$ 最大的码字 \mathbf{w} 是距离 \mathbf{v} 最小的码字。

答案：

- a. $p(\mathbf{v}|\mathbf{w}) = \beta^{d(\mathbf{w}, \mathbf{v})} \times (1 - \beta)^{n - d(\mathbf{w}, \mathbf{v})}$ 。
- b. $\frac{p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_1)}{p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_2)} = \beta^{d(\mathbf{w}_1, \mathbf{v}) - d(\mathbf{w}_2, \mathbf{v})} \times (1 - \beta)^{d(\mathbf{w}_2, \mathbf{v}) - d(\mathbf{w}_1, \mathbf{v})} = \left(\frac{\beta}{1 - \beta}\right)^{d(\mathbf{w}_1, \mathbf{v}) - d(\mathbf{w}_2, \mathbf{v})}$ 。
- c. 由 $\beta < 0.5$ ， $\frac{\beta}{1 - \beta} < 1$ ，因此 $f(x) = \left(\frac{\beta}{1 - \beta}\right)^x$ 单调递减。
- 因此当且仅当 $d(\mathbf{w}_1, \mathbf{v}) < d(\mathbf{w}_2, \mathbf{v})$ 时，有 $\frac{p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_1)}{p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_2)} > \left(\frac{\beta}{1 - \beta}\right)^0 = 1$ ，即 $p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_1) > p(\mathbf{v}|\mathbf{w}_2)$ 。

总结



问题？

殷亚凤

yafeng@nju.edu.cn

<http://cs.nju.edu.cn/yafeng/>

Room 901, Building of CS

