



计算机网络 第2次作业

P147: 2, 8, 18, 28, 32, 38, 46

1951112 林日中

2. 每1毫秒对一条无噪声4kHz信道采样一次。试问最大数据传输率是多少？如果信道上存在噪声，且信噪比是30dB，试问最大数据速率将如何变化？

装 答：(1) 对于一个无噪音的信道，无论它的采样频率如何，它都可以携带任意大的信息量，只要每次采样发送大量的数据即可。

订 由尼奎斯特的定理，最大数据速率 $= 2B \log_2 V$ (bps)，即每秒可进行 $2B$ 次采样，每次采样包含 $\log_2 V$ bit 的数据。代入题设数据，

线 该无噪声4kHz信道每秒可做8000次采样；当每次采样为16bit时，最大数据传输率是128kbps，当每次采样为1024bit时，最大数据传输率是8.2Mbps。

(2) 对于一个信噪比为30dB的4kHz信道，由 $30\text{dB} = 10 \log_{10} S/N$ ，有 $S/N = 1000$ 。由香农极限，有最大比特率 $= B \log_2 (1 + S/N)$ ，代入数据得 $4\text{k} \cdot \log_2 (1 + 1000) \approx 39.86\text{ kbps}$ ，即最大数据速率约为39.86 kbps。



8. 现在需要在一条光纤上发送一系列的计算机屏幕图像。屏幕的分辨率为 2560×1600 像素, 每个像素 24 比特。每秒钟产生 60 幅屏幕图像。试问需要多少带宽? 在 1.30 微米波段需要多少微米的波长?

答: 需要带宽 $2560 \times 1600 \times 24 \times 60 \text{ bps} = 5898.24 \text{ Mbps}$

(2) 由波长与频率关系 $\lambda f = c$, 有 $f = \frac{c}{\lambda}$.

对 λ 取微分, 有 $\frac{df}{d\lambda} = -\frac{c}{\lambda^2}$, 用有限微分代替, 得 $\Delta f = -\frac{c \Delta \lambda}{\lambda^2}$.

又已知 $\Delta f = 5898.24 \text{ Mbps}$, $\lambda = 1.30 \mu\text{m}$, 代入上式有

$$\Delta \lambda = \frac{\Delta f \cdot \lambda^2}{c} = \frac{5898.24 \times 10^9 \times (1.3 \times 10^{-6})^2}{3 \times 10^8} \text{ m} = 3.32 \times 10^{-11} \text{ m} = 3.32 \times 10^{-5} \mu\text{m}$$

即在 1.30 微米波段需要 $3.32 \times 10^{-5} \mu\text{m}$ 的波长.



18. 一个简单的电话系统包括两个端局和一个长途局，每个端局通过一条 1 MHz 的全双工中继线连接到长途局。在每 8 小时的工作中，平均每部电话发出 4 次呼叫，每次呼叫平均持续 6 分钟，并且 10% 的呼叫是长途（即要通过长途局）。试问端局最多能支持多少部电话（假设每条电路为 4 kHz）？请解释为什么电话公司决定支持的电话数要少于端局的最大电话数？

装 答：(1) 平均每部电话每小时呼叫持续时间为 $4 \div 8 \times 6 = 3 \text{ min}$ 。
由只有 10% 的呼叫是长途，有每条电话线最多可支持 $20 \div 10\% = 200$
订 部电话。而一共有 $1 \text{ MHz} \div 4 \text{ kHz} = 250$ 条电话线，即端局最
多能支持 $200 \times 250 = 50000$ 部电话。

线 (2) 若支持这么多的电话，将会导致相当长的等待时间。例如，
若 5000 名用户（50000 的 10%）在同一时间打长途电话，每个电话持续
3 分钟，那么最坏情况下的等待时间是 $(5000 \div 250 - 1) \times 3 = 57 \text{ min}$ ，
这会导致客户满意度的下降。



28. 若将无噪声的 4 kHz 信道用于下面的用途, 请比较它们的最大数据传输率:

(a) 每个样值 2 比特的模拟编码 (比如 QPSK).

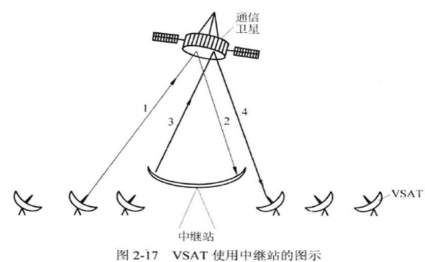
(b) T1 PCM 系统.

答: 由尼奎斯特的定理, 最大数据速率 $= 2B \log_2 V$ (bps). 对于无噪声的 4 kHz 信道, 最多每秒钟采样 8000 次.

装 (a) 最大数据传输率 $= 8000 \times 2 \text{ bps} = 16 \text{ kbps}$

订 (b) T1 PCM 系统每周期传输的数据为 7 bits, 故最大数据传输率 $= 8000 \times 7 = 56 \text{ kbps}$.

线 32. 使用如图 2-17 所示的采线器, 试问需要多长时间才能把一个 1 GB 的文件从一个 VSAT 发送到另一个? 假设上行链路是 1 Mbps, 下行链路是 7 Mbps, 采用电路交换技术, 电路的建立时间是 1.2 秒.



答: 上行链路速率低于下行链路速率, 故速率瓶颈即为上行链路速率, 也即 1 Mbps. 同步轨道卫星高度为 35800 km, 传播速度是光速, 故有: (1) 传播时延 $= 4 \cdot \frac{35800}{300000} \text{ ms} = 480 \text{ ms}$

$$(2) \text{ 发送时延} = \frac{1 \text{ GB}}{1 \text{ Mbps}} = 8192 \text{ s}$$

$$(3) \text{ 处理时延} = 1.2 \text{ s (已知)}$$

$$\text{故总时延} = \text{传播时延} + \text{发送时延} + \text{处理时延} = 0.480 + 8192 + 1.2 = 8193.68 \text{ s}$$



38. 比较在一个电路交换网络和一个(负载较轻的)包交换网络中, 沿着 k 跳路径发送一个 x 位长度消息的延迟。假设电路建立时间为 s 秒, 每一跳的传播延迟为 d 秒, 数据包的大小为 p 位, 数据传输率为 b bps。试问在什么条件下数据包的延迟比较短? 请解释之。

答: 在电路交换中, 在 $t=s$ 时建立电路, 在 $t=s+x/b$ 时发送最后一个比特, 在 $t=s+x/b+kd$ 时信息到达。

在数据包交换中, 最后一个比特是在 $t=x/b$ 时发送的。为了到达最终目的地, 最后一个数据包必须被中间路由器重传 $(k-1)$ 次, 每次重传需要 p/b 秒, 故总延迟为 $x/b + (k-1)p/b + kd$ 。

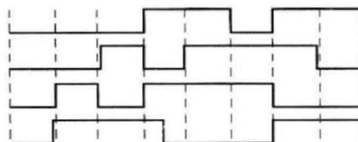
若 $s > (k-1)p/b$, 则数据包切换比较快, 即数据包的延迟较短。当需要在交换机故障的情况下进行容错传输时, 数据包交换的方法更受欢迎。



46. 一个CDMA接收器得到了下面的码片: $(-1+1-3+1-1-3+1+1)$ 。
假设码片序列如图2-28(a)所定义, 试问哪些移动站传输了数据?
每个站发送了什么比特?

$$\begin{aligned} A &= (-1-1-1+1+1-1+1) \\ B &= (-1-1+1-1+1+1-1) \\ C &= (-1+1-1+1+1-1-1) \\ D &= (-1+1-1-1-1-1-1) \end{aligned}$$

(a)



(b)

$$\begin{aligned} S_1 &= C = (-1+1-1+1+1-1-1) \\ S_2 &= B+C = (-2 \ 0 \ 0 \ 0+2+2 \ 0-2) \\ S_3 &= A+B = (0 \ 0-2+2 \ 0-2 \ 0+2) \\ S_4 &= A+B+C = (-1+1-3+3+1-1+1) \\ S_5 &= A+B+C+D = (-4 \ 0-2 \ 0+2 \ 0+2-2) \\ S_6 &= A+B+C+D = (-2-2 \ 0-2 \ 0-2+4 \ 0) \end{aligned}$$

(c)

$$\begin{aligned} S_1 \cdot C &= [1+1-1+1+1-1-1]/8=1 \\ S_2 \cdot C &= [2+0+0+0+2+2+0]/8=1 \\ S_3 \cdot C &= [0+0+2+2+0-2+0]/8=0 \\ S_4 \cdot C &= [1+1+3+3+1-1+1]/8=1 \\ S_5 \cdot C &= [4+0+2+0+2+0-2]/8=1 \\ S_6 \cdot C &= [2-2+0-2+0-2+4]/8=-1 \end{aligned}$$

(d)

图 2-28

(a) 4个站的码片序列; (b) 序列表示的信号; (c) 6个传输实例; (d) 站C信号的恢复

订 答: $S = (-1+1-3+1-1-3+1+1)$

$$S \cdot A = (-1+1-3+1-1-3+1+1) \cdot (-1-1-1+1+1-1+1) / 8 = 1$$

$$S \cdot B = (-1+1-3+1-1-3+1+1) \cdot (-1-1+1-1+1+1-1) / 8 = -1$$

$$S \cdot C = (-1+1-3+1-1-3+1+1) \cdot (-1+1-1+1+1-1-1) / 8 = 0$$

$$S \cdot D = (-1+1-3+1-1-3+1+1) \cdot (-1+1-1-1-1-1+1) / 8 = 1$$

故有 (1) 移动站 A、B、D 传输了数据, C 沉默什么也没传输;

(2) 移动站 A、D 发送了比特 1, B 发送了比特 0。