

# 概述和物理层

- ▶ 1.1 假设你已经将你的狗Bernie训练成可以携带一箱3盒8mm的磁带。每盒磁带的容量为7GB字节；狗跑向你的速度是18km/h。请问，在什么距离范围内Bernie的数据速率会超过一条数据速率为150Mbps（不算额外开销）的传输线？

- ▶ 正确解法：

传输速率=数据量/时间=数据量\*速度/距离

所以,距离=数据量\*速度/传输速率= 5.6km

答案： < 5.6km

- ▶ 注意：

- ▶ 单位不要写错： km/h和m/s， bit和Byte， k、M和G
- ▶ 网络带宽、硬盘容量中的M一般是按照 $10^6$ 说的(见教材1.7节)

# 概述和物理层

▶ 1.4除了带宽和延迟以外，针对数字化的语音流量，要想让网络提供很好的服务质量，还需要哪个参数？

▶ 正确答案：

延迟变化（延迟的抖动、方差、稳定性等都对）

▶ 注意：

▶ “采样率”、“误码率”不属于网络的问题；回答“时隙”、“时槽”则是对“jitter”的理解有误。

# 概述和物理层

- ▶ 1.9 在一个集中式二叉树上，有 $2^n-1$ 个路由器相互连接起来；每个树节点上都有一个路由器。路由器 $i$ 为了与路由器 $j$ 进行通信，它要给树的根发送一条消息。然后树根将消息送下来给 $j$ 。假设所有的路由器对都是等概率出现的，请推导出当 $n$ 很大时每条消息的平均跳数的一个近似表达式。

- ▶ 正确解法一：

- ▶ 第 $i$ 层有 $2^i$ 个节点 ( $i=0,1,2,\dots,n-1$ )，每个节点与其他 $2^n-2$ 个节点通信时都要先发消息到根节点，这一部分路径的总长度相当于根到所有节点的平均路径长度 $l$ ；同样，每个节点接收其他节点发来的消息时，要接收从根节点发来的消息，这一部分总路径长度也是 $l$ 。

$$l = \frac{1}{2^n - 1} \sum_{i=0}^{n-1} i * 2^i = \frac{(n-2) * 2^n + 2}{2^n - 1}$$

- ▶ 所以当 $n$ 很大时 $l \approx n-2$ ， $2l=2n-4$

# 概述和物理层

## ▶ 正确解法二：

▶ 第 $n$ 层有 $2^{n-1}$ 个节点，近似是一半，它们需要的跳数是 $n-1$ ，由此类推得

▶ 当 $n$ 很大时 $l=n-2$ ， $2l=2n-4$

▶ 说明：

▶ (1) 有的同学没有求出 $l$ 化简以后的表达式

▶ (2) 很多同学所参考的答案是有错误的，原因是它将 $l$ 的表达式写成了

$$l = \sum_{i=1}^{\infty} n0.5^i - \sum_{i=1}^{\infty} i0.5^i$$

▶ 其中的无限求和是没有道理的，因为 $n-i$ 表示树中节点的深度， $i$ 最大只能到 $n$ 。只要写出这个式子就不给分。

# 概述和物理层

- ▶ 1.10广播式子网的一个缺点是，当多台主机同时企图访问信道的时候会造成信道浪费。作为一个简单的例子，假设时间被分成了离散的时槽，在每个时槽内， $n$ 台主机中每台主机企图使用信道的概率为 $p$ 。请问由于碰撞而被浪费的时槽所占的百分比。

- ▶ 正确解法：

在一个时槽内，只有一台主机使用信道的概率：

$$np(1-p)^{n-1}$$

没有主机使用信道的概率：

$$(1-p)^n$$

所以碰撞的概率： $1 - np(1-p)^{n-1} - (1-p)^n$

# 概述和物理层

- ▶ 1.35请试着用一下ping程序，看一下从你所在的位置到几个已知的地点需要多长时间。利用这些数据，绘出在Internet上的单向传输时间与距离的函数关系。
- ▶ 要点：传输时间与距离有一定的关系，但更重要的是网络上的“距离”，包括经过路由器的个数、每一台路由器的处理延迟、链路传输延迟等参数，仅得出“传输时间与距离成正比”是有问题的，因为有可能地理上距离较近的两个节点在通信时“绕路”了。
- ▶ Ping不通可能有多种原因，包括学校不能访问国外、站点失效、DNS失效、路由失效等等。
- ▶ TTL值——不同的操作系统可能设置为不同的值：  
32,64,128,255

# 概述和物理层

- ▶ 2.4如果在一条3kHz的信道上发送一个二进制信号，该信道的信噪比为20dB，则最大可达到的数据传输率为多少？

- ▶ 正确解法：

- ▶ 信噪比为20dB意味着 $S/N=100$ ，根据香农定律

$$H \log_2(1 + S/N) = 3000 * \log_2 101 = 19.97 \text{ kbps}$$

- ▶ 然而根据Nyquist定律

$$2H \log_2 V = 2 * 3000 * \log_2 2 = 6 \text{ kbps}$$

- ▶ 最终答案为6kbps。

- ▶ 注意：

- ▶ 一：不能直接把20当成S/N。

- ▶ 二：需要同时考虑两个定律的限制并比较出较小的一个，只计算出19.97，或即使计算出了6而没有与19.97比较也不算全对。

# 概述和物理层?

- ▶ 2.42请比较一下在一个电路交换网络中和在一个（负载较轻的）分组交换网络中，沿着 $k$ 跳的路径发送一个 $x$ 位消息的延迟情况。电路建立的时间为 $s$ 秒，每一跳的传播延迟为 $d$ 秒，分组的大小为 $p$ 位，数据传输率为 $b$  bps。在什么条件下分组网络的延迟比较短？
- ▶ 正确解法：
- ▶ 电路交换中，开始建连到消息发送完成的时间为 $s+x/b+kd$
- ▶ 分组交换中，发送时间 $x/b$ ，最后一个分组在中间路由器的发送时间 $(k-1)p/b$ ，最后一个分组的传播延迟 $kd$ ，所以总的延迟为 $x/b+(k-1)p/b+kd$
- ▶ 要使 $s+x/b+kd > x/b+(k-1)p/b+kd$ ，只要 $s > (k-1)p/b$

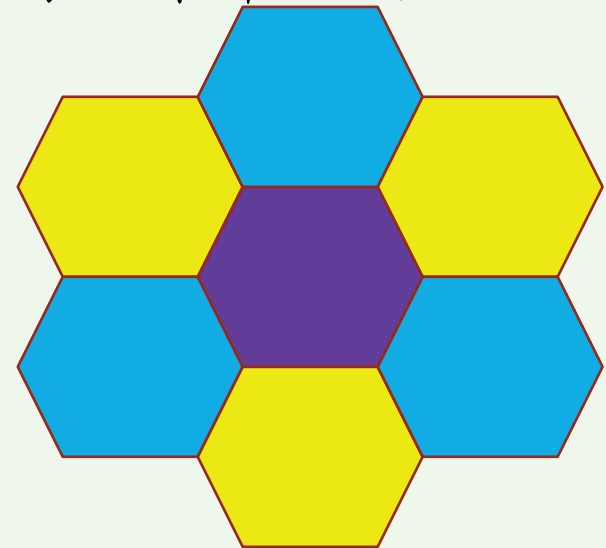


# 概述和物理层?

- ▶ 2.43 假定  $x$  位用户数据将以一系列分组的形式，在一个分组交换网络中沿着一条共有  $k$  跳的路径向前传输，每个分组包含  $p$  位数据和  $h$  位的头，这里  $x \gg p+h$ 。线路的传输率为  $b$  bps，传播延迟忽略不计。请问，什么样的  $p$  值使总延迟最小？
  - ▶ 正确解法：
    - ▶ 分组个数为  $x/p$ ，总大小为  $(p+h)x/p$ ，发送时间为  $(p+h)x/pb$ ，最后一个分组在中间路由器的发送时间为  $(k-1)(p+h)/b$ ，所以总时间为  $(p+h)x/pb + (k-1)(p+h)/b$
    - ▶ 容易求得总延迟取最小值时的  $p$  值为  $\sqrt{\frac{hx}{k-1}}$
  - ▶ 说明：
    - ▶ 基本分析方法与上一题类似，一定要熟练掌握此类方法。

# 概述和物理层

- ▶ 2.44 在一个典型的移动  系统中，蜂窝单元为六角形，在相邻的单元内禁止重新使用频段。如果总共有 840 个频率可以使用的话，则任何一个给定的单元内可以使用多少个频率？
- ▶ 六角形的蜂窝网结构中，只要将频率分成三个集合即可保证相邻单元没有相同频率，所以每一个单元内可用的频率数为  $840/3 = 280$



# 数据链路层

- ▶ 3.1 一个上层的分组被切成10帧，每一帧有80%的机会可以无损坏的到达。如果，数据链路协议没有提供错误控制的话，请问，该报文平均需要发送多少次才能完整的到达接收方？

- ▶ 正确解法：

发送一次该报文完整到达的概率为： $p=0.8^{10}=0.107$

那么成功发送该报文需要的次数期望为：

$$E = \sum_{i=1}^{\infty} ip(1-p)^{i-1} = p \sum_{i=1}^{\infty} i(1-p)^{i-1}$$

期望为 $1/p$ 。

# 数据链路层?

- ▶ 3.2数据链路中使用了下面的字符编码:
- ▶ A: 01000111; B: 11100011; FLAG: 01111110; ESC: 11100000
- ▶ 为了传输一个包含4个字符的帧: A B ESC FLAG, 请给出当使用下面的成帧方法的时候所对应的位序列 (用二进制表示):
- ▶ (a) 字符计数;
  - ▶ 正确解法: 5 A B ESC FLAG
  - ▶ 2 进制表示为 00000101 .....
  - ▶ 常见错误: 第一个字符很多同学计数为4
- ▶ (b) 包含字节填充的标志字节;
  - ▶ 正确解法: 对于所有标致字节需要前面加转义字符ESC, 前后有FLAG标示开头和结尾 FLAG A B ESC ESC ESC FLAG FLAG
- ▶ (c) 包含位填充的起始和结束标志。
  - ▶ 正确解法: 包含位填充的起始和结束标志: FLAG A B ESC FLAG FLAG, 其中遇到连续5个1则填充0

# 数据链路层

- ▶ 3.9 假设使用海明码来传输16位的报文，请问，需要多少检查位才能确保接收方可以检测并纠正出单个位错位？对于报文1101001100110101，请给出所传输的位模式，假设在海明码中使用了偶数位。
- ▶ 使用偶数位，2的幂次值均为校验位，即1,2,4,8,16为校验位，5位校验位。  
3,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19,20,21位为数据位

1 <sup>+</sup>	2 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	4 <sup>+</sup>	5 <sup>+</sup>	6 <sup>+</sup>	7 <sup>+</sup>	8 <sup>+</sup>	9 <sup>+</sup>	10 <sup>+</sup>	11 <sup>+</sup>	12 <sup>+</sup>	13 <sup>+</sup>	14 <sup>+</sup>	15 <sup>+</sup>	16 <sup>+</sup>	17 <sup>+</sup>	18 <sup>+</sup>	19 <sup>+</sup>	20 <sup>+</sup>	21 <sup>+</sup>
0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>	0 <sup>+</sup>	1 <sup>+</sup>

(红色位为校验位)

$$3 = 1 + 2$$

$$5 = 1 + 4$$

$$6 = 2 + 4$$

$$7 = 1 + 2 + 4$$

$$9 = 1 + 8$$

$$10 = 2 + 8$$

$$11 = 1 + 2 + 8$$

$$12 = 4 + 8$$

$$13 = 1 + 4 + 8$$

$$14 = 2 + 4 + 8$$

$$15 = 1 + 2 + 4 + 8$$

$$17 = 1 + 16$$

$$18 = 2 + 16$$

$$19 = 1 + 2 + 16$$

$$20 = 4 + 16$$

$$21 = 1 + 4 + 16$$

答案错误

1: 校验奇数位    2: 校验 3 6 7 10 11 14 15 18 19    4: 校验 5 6 7 12 13 14 15 20 21

8: 校验 9 10 11 12 13 14 15    16: 校验 17 18 19 20 21

# 数据链路层

- 3.12检测错误的一种方法是按 $n$ 行、每行 $k$ 位来传输数据，并且在每行和每列加上奇偶位。其中右下角是一个检查它所在的行和列的奇偶位。这种方案能够检测出所有的单个错吗？2位错误呢？3位错误呢？
- 正确解法：1,2位可以检测；但3位错误不一定能检测出，如下图反例。

	A				B
	C				

橙色的为校验位，右下角元校验所有行列校验位。  
如果A跟其行列校验位B、C均发生错误，反转，那么即使右下角的校验位也无法检测出错误来。

# 数据链路层

- ▶ 3.18 一条3000公里长的T1骨干线路被用来传输64字节的帧，两端使用了协议5（回退N帧协议）。如果传输速度为6us/公里，则序列号应该有多少位？
- ▶ 正确解法：
- ▶ 若要有效运行，窗口大小n应当足够大，以至于在第一个帧的确认信号回来之前可以不断的发送。在T1信道，发出去64bytes数据需花费

$$t_1 = 64 \times 8 \div (1.536 \times 10^6) = 0.33ms$$

而完全到达对方和线路上传播对方确认信号各需要

$$t_2 = 6 \times 10^{-6} \times 3000 = 18ms$$

此处对方发出去确认帧花费的时间忽略不计。因此一个确认返回之前的时间为 $T=36.33ms$ ，发送一帧需要 $0.33ms$ ，因此 $n=36.33/0.33=110$  帧。因此序列号需要7位序列号空间（ $110 < 2^7=128$ ）。



# 数据链路层

- ▶ 3.29 利用地球同步卫星在一个1Mbps的信道上发送1000位的帧，该信道离开地球的传输延迟为270ms。确认信息总是被捎带在数据帧上。头部非常短，并且使用3位序列号。在下面的协议中，最大可获得的信道利用率是多少？
  - (a) 停-等协议； $1/542$
  - (b) 协议5（回退N帧协议）； $7/542$
  - (c) 协议6（选择重传协议）。 $4/542$
  - 注意：
    - 要搞清楚各种协议中发送窗口大小应该为多少。（本题中分别为1,7,4，具体原因参见教材3.4.2，3.4.3节）

# 数据链路层

- 数据链路层采用后退N帧（GBN）协议，发送方已经发送了编号为0~7的帧。当计时器超时时，若发送方只收到0、2、3号帧的确认，则发送方需要重发的帧数是  
A.2            B.3            C.4            D.5

# 数据链路层

- 在选择重传协议中，当帧的序号字段为3比特，并且接收窗口与发送窗口尺寸相同时，接收窗口的最大尺寸为  
A. 1    B. 2    C. 4                      D. 8

选择性重传协议窗口大小为 $(\text{MaxSEQ}+1)/2$

# MAC层

- 4.16标准的10Mbps以太网的波特率是多少？
- 由于以太网采用了曼彻斯特编码方式，所以波特率为比特率的两倍，即20Mbps。
- 注意：波特率单位为“波特” Baud，本身就已经是代表每秒的调制数，不要将单位写成写“波特每秒”（ Baud per second）。

# MAC层

- ▶ 4.19 一个1km长、10Mbps的CSMA/CD LAN（不是802.3），其传播速度为200m/ $\mu$ s。在这个系统中不允许使用中继器。数据帧的长度为256位，其中包括32位的头部、校验和以及其它的开销。在一次成功的传输之后，第一个位时槽将被预留给接收方，以便它抓住信道并发送一个32位的确认帧。假定没有冲突，请问有效数据率是多少（不包括各种开销）？
- ▶ 正确解法：
  - (信道上的传播往返延时为  $2 * 1\text{km} / (200\text{m}/\mu\text{s}) = 10\mu\text{s}$ 。)
  - 发送方“捕获”信道：10 $\mu$ s
  - 发送方发送数据：256/10M = 25.6 $\mu$ s
  - 接收方接受到最后一位数据的延迟：5 $\mu$ s
  - 接收方捕获信道：10 $\mu$ s
  - 接收方发送确认帧：32/10M = 3.2 $\mu$ s
  - 发送方收到确认帧最后一位的延迟：5 $\mu$ s
  - 合计为58.8 $\mu$ s，这期间发送有效数据位为256 - 32 = 224，有效数据率为  $224/58.8\mu\text{s} = 3.8\text{Mbps}$ 。
- ▶ 注意：
  - 不要忘记计入接收方捕获信道的时间！（多长时间可以确认抓住了信道？教材4.2.2CSMA/CD，p218）

# MAC层

- 4.37 考虑图4.44中互相链接的LAN。假设主机a和b在LAN 1上，主机c在LAN 2上，主机d在LAN 8上。刚开始的时候，所有的网桥的散列表都是空的，并且使用了图4.44 (b) 中所示的生成树。在下面给出的每一个事件发生后，不同的网桥中的散列表将如何变化？
- (a) a向d发送帧；
- (b) c向a发送帧；
- (c) d向c发送帧；
- (d) d移动到LAN 6上；
- (e) d向a发送帧。

# MAC层

a,b ←

- ▶ a向d发送帧；
- ▶ 初始时，所有网桥都没有任何表项，洪泛该帧，所有网桥均学习该帧，后向学习到a来源；

↓  
d

A	a——LAN1
B	a——LAN2
C	a——LAN3
D	a——LAN2
E	a——LAN3
F	a——LAN4
H	a——LAN5
J	a——LAN6

目的**LAN**与源**LAN**相同，则丢弃帧  
 目的**LAN**与源**LAN**不同，则转发帧  
 目的**LAN**未知，则洪泛帧

# MAC层

a,b ←

- ▶ c向a发送帧；
- ▶ ABD看到该帧，后向学习到c来源；B和D丢弃帧，所以不再对外扩散该帧；

↓  
d

A	a——LAN1 c——LAN2
B	a——LAN2 c——LAN2
C	a——LAN3
D	a——LAN2 c——LAN2
E	a——LAN3
F	a——LAN4
H	a——LAN5
J	a——LAN6

目的LAN与源LAN相同，则丢弃帧

目的LAN与源LAN不同，则转发帧

目的LAN未知，则洪泛帧



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/606032134213010211>