

第六节 数据链路层三个基本问题和 PPP 协议

一、课程目标

3.1 和 3.2 需要全部掌握。

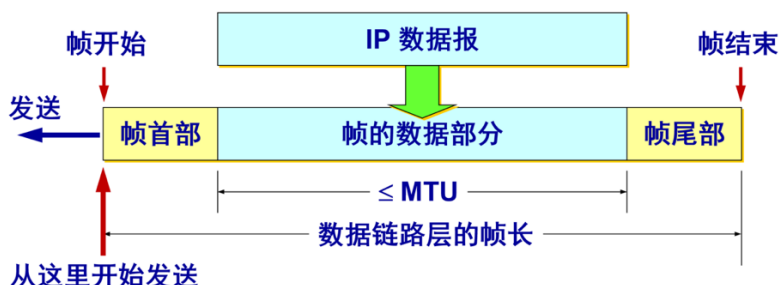
二、课程内容

1、数据链路 = 链路（物理链路）+ 协议

2、数据链路层根据使用的信道可以划分为两类：**点对点通信**和**广播通信**。

点对点通信	广播通信
使用一对一的点对点的通信方式。	使用一对多的广播通信方式，过程复杂，必须使用专用的共享信道协议来协调这些主机的数据发送。
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 封装成帧：将网络层交付到数据链路层的数据单元，添加数据链路层首尾控制信息后，以帧为数据传输单元继续传输数据。（详细介绍见 3.3 小节） ◆ 透明传输：数据链路层对于要传输的数据而言是透明的(不存在的)，即无论什么比特组合的数据都可以放在帧中完整无差错的通过数据链路层。（详细介绍见 3.4 小节） ◆ 差错检测：在数据的传输过程中，可能由于外界的影响，导致比特 0 变成了比特 1，从而出现了比特差错，数据链路层为了检测数据传输过程中是否出现了上述问题，采用了循环冗余检验(CRC)技术进行差错检测。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 识别主机：在广播信道中，多个主机共用同一个信道进行数据传输，因此，每个主机都可能收到不是发送给自己的数据，这个时候，常常会将“目的主机的 MAC 地址”附带在数据帧中进行传输，以便于信道中的各个主机识别该数据是否是传输给自己的。如果收到不是传送给自己的数据，一般会直接丢掉该数据帧。 ◆ 处理数据碰撞：在广播信道中，由于多个主机共用同一个信道传输数据，因此，就会出现同一时间多个主机发送数据的情况，这时就会导致数据碰撞，导致各个主机无法收到正确的数据帧。对于这种情况，有许多种处理的方法，常见的就是 CSMA/CD 控制协议。

2、**封装成帧**是数据链路层提供的最基本的服务，在数据链路层的发送端，会将接收到的网络层交付的数据报，添加首部和尾部，组成一个帧，将该帧交付给物理层，帧头和帧尾用于帧定界(确定帧的界限)以及添加必要的控制信息。

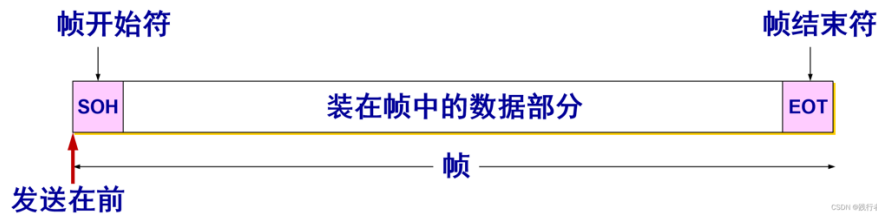


用帧首部和帧尾部封装成帧

最大传送单元(MTU)：链路层协议规定的所能传送的帧的数据部分长度上限。

3、透明传输中的帧定界（了解）：当数据链路层要传输的数据是由可打印(可

由键盘输入的)的 ASCII 码组成的文本时, 帧定界可以用特殊的帧定界符。
 (ASCII 码是 7 位编码, 一共可以组成 128 个不同的 ASCII 码, 其中可以打印出来的有 95 个, 而不可打印的控制字符有 33 个, 因此, 可以使用这 33 个不可打印的控制字符作为帧定界符进行帧定界。)



控制字符 SOH 放在帧的最前面, 表示帧的开始, EOT 放在帧的最后面, 表示帧的结束。它们的十六进制编码是 01 和 04。

当数据中出现 EOT 和 SOH 时, 通过字节填充或者字符填充解决, 即在 EOT 和 SOH 前插入转义字符 ESC (十六进制编码为 1B, 二进制编码为 00011011)。若转义字符 ESC 也在数据中出现, 则在 ESC 前再插入一个 ESC。接收端识别并剔除 ESC。

4、差错控制 (掌握)

比特差错: 传输过程中 1 变 0, 0 变 1。

误码率 BER (Bit Error Rate): 一段时间内, 传输错误的比特占比特总数的比率。

问: 某信道误码率为 10^{-5} , 每帧长度为 10kbit, 那么:

- (1) 若差错都是单个错, 则在该信道上发送的帧的平均出错率是多少?
- (2) 若差错大多为突发错, 平均突发长度为 100bit, 则在该信道上发送的帧的平均出错率是多少?

答: (1)

$$10^{-5} = \frac{1\text{bit}}{100000\text{bit}} = \frac{1\text{帧}}{10\text{帧}} = 10\%$$

(2)

$$10^{-5} = \frac{1\text{bit}}{100000\text{bit}} = \frac{100\text{bit}}{10000000\text{bit}} = \frac{1-2\text{帧}}{1000\text{帧}}$$

数据链路层广泛使用**循环冗余校验 CRC (Cyclic Redundancy Check)** 进行差错控制。

基本流程: 发送端在待传送的数据 $M=101001$ ($k=6$) 后添加供差错检测用的 n 位**冗余码**, 组成新帧发送出去 (一共发送 $k+n$ 位)。冗余码采用二进制模 2 运算计算获得 (发送方接收方约定除数 $P=1101$), ... 得到 n 位余数 $R=001$ 。发送端将 **101001001** 发送, 接收端对 **101001001** 进行模 2 运算得到余数 $R=0$, 接受该帧。

*注意: $R=0$ 不代表该帧绝对无误码; 但 $R \neq 0$ 代表帧一定有差错, 无法定位错误位置。

模 2 运算

模 2 运算是一种二进制运算。它有模 2 加法、模 2 减法、模 2 乘法和模 2 除法。但与普通的二进制四则运算不同的是, 它不用考虑进位与借位 (某一位的结果只与它对应的输入位上的值有关)。

模 2 加: $0+0=0, 0+1=1, 1+0=1, 1+1=0$; e.g., $1010 + 1111 = 0101$

