

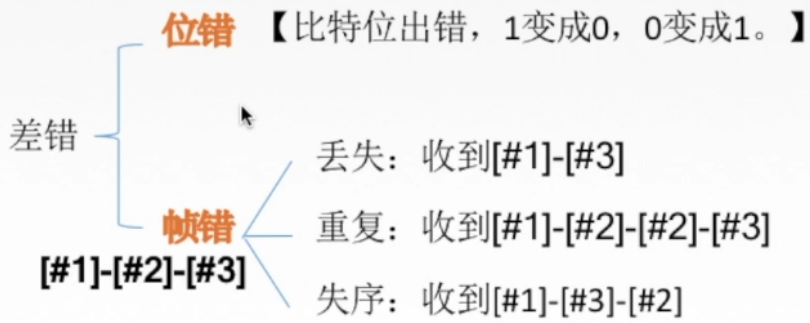
一、差错来源

概括来说，传输中的差错都是由于噪声引起的。

- 全局性

1.由于线路本身电气特性所产生的**随机噪声**(热噪声)，是信道固有的，随机存在的。
解决办法：提高信噪比来减少或避免干扰。(对传感器下手)
- 局部性

2.外界特定的短暂原因所造成的**冲击噪声**，是产生差错的主要原因。
解决办法：通常利用编码技术来解决。



链路层为网络层提供服务：

无确认无连接服务

有确认无连接服务

有确认面向连接服务。

通信质量好

通信质量差的无线传输链路

有线传输链路

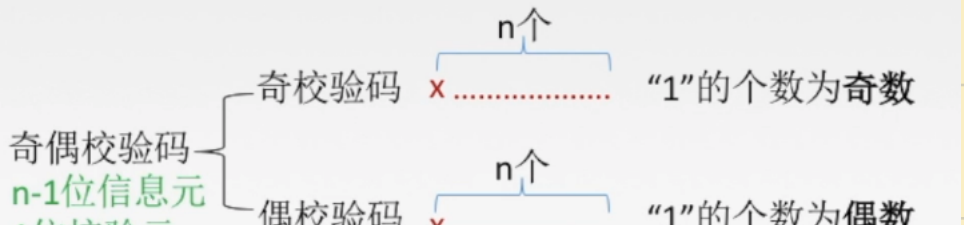
二、差错控制



编码 VS 编码

数据链路层编码和物理层的数据编码与调制**不同**。物理层编码针对的是**单个比特**，解决传输过程中比特的同步等问题，如曼彻斯特编码。而数据链路层的编码针对的是一组**比特**，它通过冗余码的技术实现一组二进制比特串在传输过程是否出现了差错。

三、奇偶校验码



如果有两个0同时变为1或两个1同时
变成0, 奇偶校验码无法查出.

奇偶校验码特点:

只能检查出奇数个比特错误, 检错能力为50%。

四. CRC循环冗余码.

发送数据 . 生成多项式 FCS/冗余码
13 ÷ 3 = 4 ... 1

$$13 - 1 = 12$$

$$12 ÷ 3 = 4 ... 0$$

通过检测余数是否为0来判断是否被修^改

例: 要发送的数据是1101 0110 11, 采用CRC校验, 生成多项式是10011, 那么最终发送的数据应该是?

对于二进制数, 为确保得到商和余数, 应当

① 对数据进行补0 (生成多项式的位数减1个0)

不包括最前面的0

如 001101 视作 1101

则补 $4 - 1 = 3$ 位0.

这里应补4个0为 1101 0110 1100 00.

② 进行除法运算

一般由题目给出

将二进制数据除以二进制生成多项式

这里使用的是模2除法

即加不进位，减不借位

看起来就像异或：同0异1

$$\begin{array}{r} \overline{) 11010110110000} \\ \underline{10011} \\ 10011 \\ \underline{10011} \\ 000010110 \\ \underline{10011} \\ 010100 \\ \underline{10011} \\ 1110 \end{array}$$

余数 - FCS

如果补0为n位，那么余数也应是n位

(如果不是n则前面用0补足)

③ 拼接

将原数据末尾添上FCS

1101011011110 (最终发送数据)

接收端检错过程

把收到的每一个帧都除以同样的除数，然后检查得到的余数R。

1. 余数为0，判定这个帧没有差错，**接受**。
2. 余数不为0，判定这个帧有差错（无法确定到位），**丢弃**。

FCS的生成以及接收端CRC检验都是由硬件实现，处理很迅速，因此不会延误数据的传输。

注意，CRC有纠错的能力，但是数据链路层为了方便实现等原因只使用了其检错能力。

在数据链路层仅仅使用循环冗余检验CRC差错检测技术，只能做到对帧的无差错接收，即“凡是接收端数据链路层接受的帧，我们都能以非常接近于1的概率认为这些帧在传输过程中没有产生差错”。接收端丢弃的帧虽然曾收到了，但是最终还是因为有差错被丢弃。“凡是接收端数据链路层接收的帧均无差错”。

“可靠传输”：数据链路层发送端发送什么，接收端就收到什么。

链路层使用CRC检验，能够实现无比特差错的传输，但这还不是可靠传输。

