

差错控制（检错编码）

差错从何而来？

概括来说，传输中的差错都是由于噪声引起的。

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。

差错

位错

【比特位出错，1变成0，0变成1。】

帧错

【#1]-[#2]-[#3]

丢失：收到[#1]-[#3]

重复：收到[#1]-[#2]-[#2]-[#3]

失序：收到[#1]-[#3]-[#2]

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

数据链路层的差错控制

差错控制
(比特错)

检错编码

奇偶校验码

循环冗余码CRC

纠错编码

海明码

冗余编码

在数据发送之前，先按某种关系附加上一定的**冗余位**，构成一个符合某一规则的码字后再发送。当要发送的有效数据变化时，相应的冗余位也随之变化，使码字遵从不变的规则。接收端根据收到码字是否仍符合原规则，从而判断是否出错。

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。



偶数块肉！

奇偶校验码

奇偶校验码

n-1位信息元

1位校验元

奇校验码

x x

n个

“1”的个数为奇数

偶校验码

x x

n个

“1”的个数为偶数

如果一个字符S的ASCII编码从低到高依次为**1100101**，采用奇校验，在下述收到的传输后字符中，哪种错误不能检测？

A. 11000011 B. 11001010 C. 11001100 D.11010011

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%。

CRC循环冗余码



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?

最终发送的数据:
要发送的数据+帧检验序列FCS

计算冗余码:

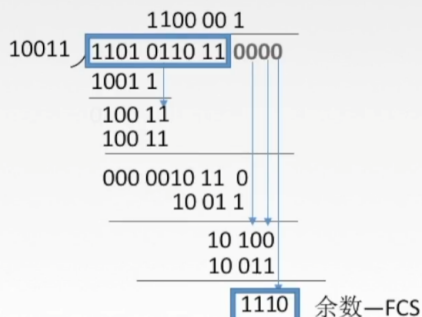
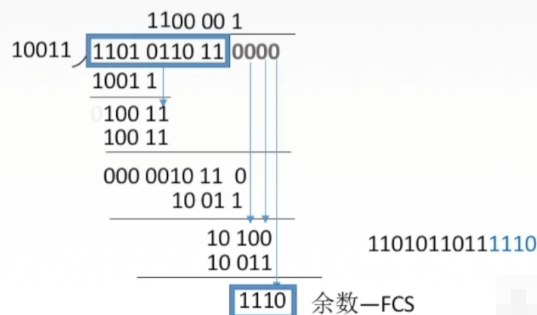
- (1) 加0 假设生成多项式 $G(x)$ 的阶为 r , 则加 r 个0。
- (2) 模2除法 数据加0后除以多项式, 余数为冗余码/FCS/
CRC检验码的比特序列。

10011表示成多项式为 $X^4+X^3+X^0$
 $=X^4+X^3+1$
阶为4

异或: 同0异1

1 0 0 1 1

TIPS: 多项式 N 位, 阶为 $N-1$ 。



最终发送的数据: 11010110111110

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。



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。