计算机网络

第三讲　包传输与局域网技术(上)

申丽萍

电子邮件：shen-lp@cs.sjtu.edu.cn

第六章 包、帧与差错检测

- 数据链路层的设计问题
- 包和物理帧
- 差错控制
- 奇偶校验
- 校验和
- 循环冗余校验和
- 差错检测方法的近似性

数据链路层的设计问题(1)

- 物理层只传输比特流，而并不考虑信息的意义和结构，不能解决数据传输和控制。数据链路层协议是建立在物理层基础上的，通过一些数据链路层协议，在不太可靠的物理链路上实现可靠的数据传输，为网络层提供服务。

数据链路层的设计问题(2)

- 为网络层提供的服务
  - 无确认的无连接服务
  - 有确认的无连接服务
  - 有确认的面向连接服务
- 数据链路层的主要功能
  - 帧同步
  - 链路管理
  - 差错控制、流量控制
  - 媒体访问控制（MAC）

包(1)

- 包：网络系统通常把数据分成小块单独传送，这种小块称为包。
- 采用包技术的原因：
  - 发送方与接收方需要协调传输
  - 为了确保所有的计算机能公平、迅速地共享通信设备
  - 结合时分复用技术，把数据分成包保证了所有主机能得到迅速及时的服务。

包(2)

- 包是一般概念，是信息传送的基本单位。
- 每一协议层包的定义不一样。

报文	应用层
	表示层
	会话层
	传输层
报文或报文分组	网络层
帧	数据链路层
比特流	物理层

帧(1)

- 不同的网络，帧格式不同。
- 不同的网络可以选用两个不同的值来标记每帧的开始与结束。
- 面向字符的帧格式

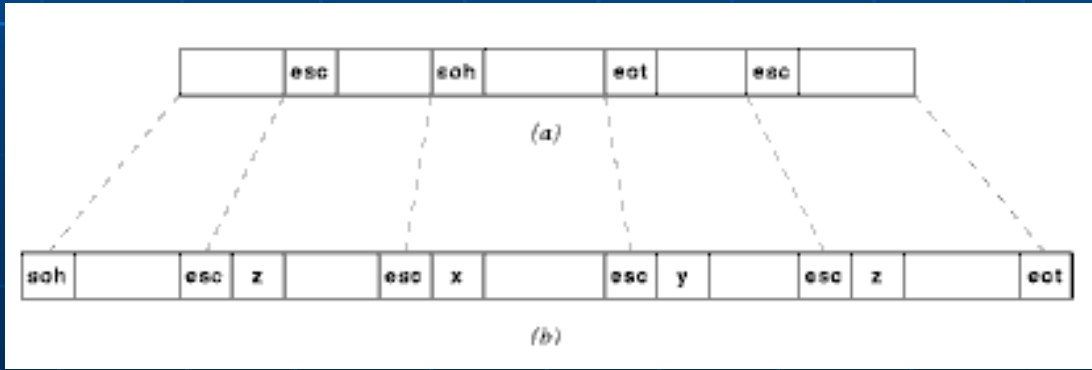
- 面向位的帧格式

01111110	地址	控制	数据	校验和	01111110
8	8	8	> = 0	16	8

帧(2)

- 数据填充：当数据中包含帧标记时，为了区分数据与控制信息，系统通常插入其它多余的位或字符来修改传输的数据。数据填充分字节填充和位填充。

Character In Data	Characters sent
soh	esc x
eot	esc y
esc	esc z



差错控制(1)

- 传输差错：数字传输系统很容易受到干扰，这些干扰能引起随机数据的出现或传输数据的丢失或改变 。
- 差错控制：在数据通信过程中，发现、检测差错，对差错进行纠正，从而把差错限制在数据传输所允许的尽可能范围内的技术和方法。

差错控制(2)

- 差错控制方法
  - 自动检错重发法：采用具有检错能力的校验码，发现有错后控制重传。
  - 向前纠错：采用具有纠错能力的编码，在接收端不仅能检错，而且能纠错。
- 差错控制编码：为了检错纠错，通常随数据一起发送一小部分附加信息。发送计算机从数据中计算附加信息的值，接收计算机进行同样的计算来核对结果。

奇偶校验

- 奇偶校验：在每个字符后面附加一位，使得字符中包含1的个数为奇/偶数个。

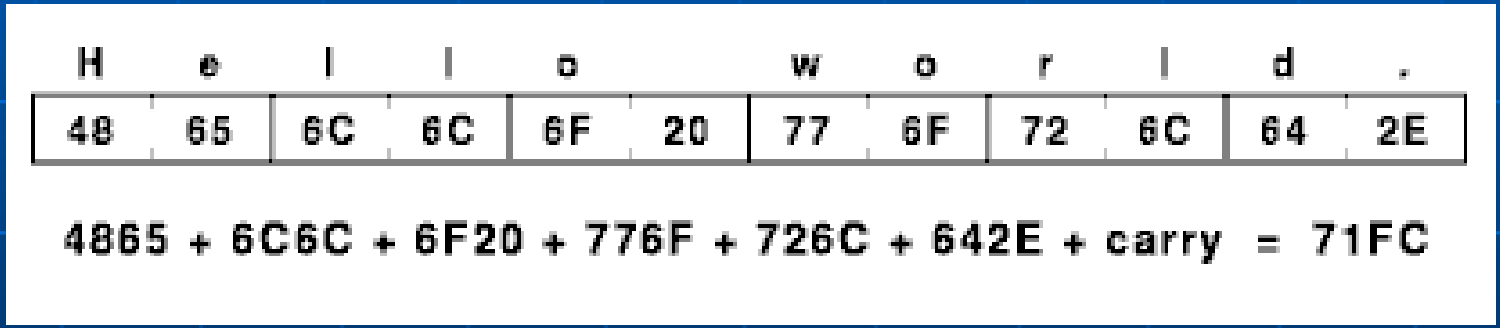
字符 / 位	0	1	2	3	4	校验位
1	0	0	1	0	1	0
2	1	0	1	1	0	1
3	0	0	0	1	0	1
4	1	1	1	0	1	0
5	0	1	0	1	1	1
6	0	0	0	1	0	1
7	0	1	1	0	1	1
校验位	0	1	0	0	0	1

水平垂直偶校验

奇偶校验只能检测到 改变奇数个位的传输差错，而且并不能判 断错在哪几位

校验和

- 校验和:把数据看成二进制整数序列并且计算他们的和。大多数网络应用16位或32位校验和。



- 优点：计算简单，校验和尺寸比较小。
- 缺点：不能检测所有常见错误。

循环冗余校验和（1）

- CRC(Cyclic Redundancy Check)原理:

若信息位为K位，其多项式为（K-1）次多项式，用一个特定的r次生成多项式G（X）去除x^rK（X）所得到的余式就是循环冗余校验和R（X），即

$$R(X) = x^rK(X) \ \text{MOD} \ G(X)$$

循环冗余校验和（2）

- CRC(Cyclic Redundancy Check)原理:

在发送端，CRC校验码通常附加到数据位序列后面，构成编码多项式F（X），然后发送传输。在接收端，接收编码多项式F（X），并按如下操作进行校验:

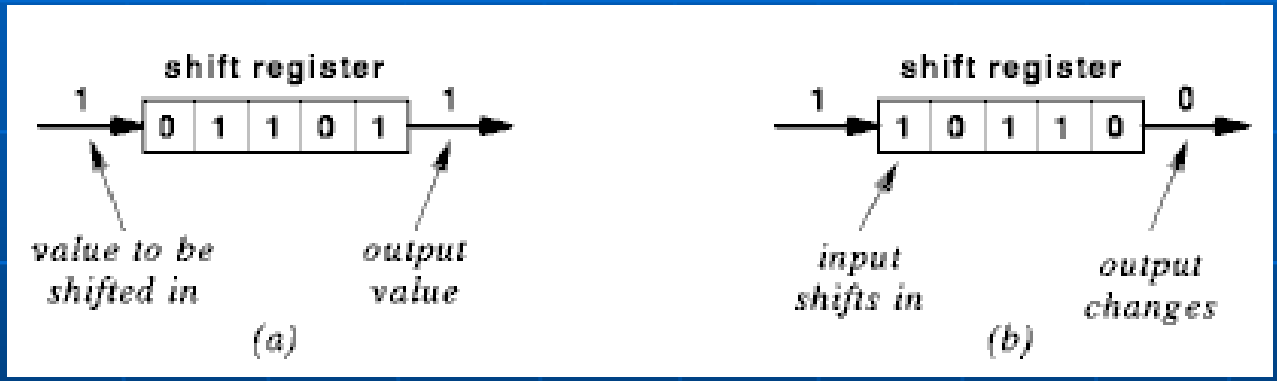
$F(X) = x^r K(X) + R(X)$

$F(X)$ MOD $G(X) = 0$ 无错

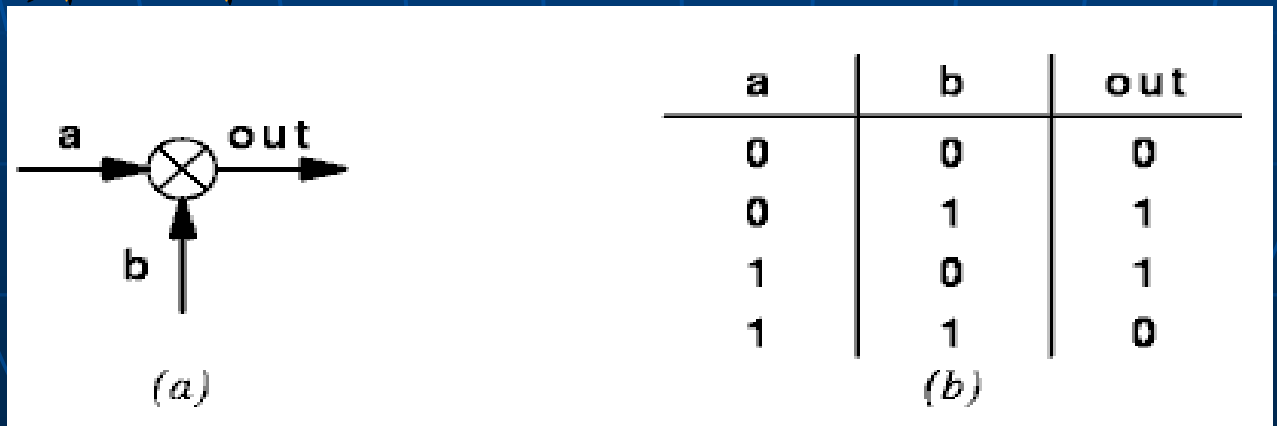
$<> 0$ 有错

循环冗余校验和（3）

- 硬件实现
  - 移位寄存器



  - 异或单元



a	b	out
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(b)

循环冗余校验和（4）

- 硬件实现
  - 模块联接：用异或单元联接若干移位寄存器。所有移位寄存器中的值都被初始化为0，消息的位串一次移入一位，直到整个消息输入结束，则移位寄存器中包含的即为CRC。 图示
  - 改变移位寄存器分配的位数和使用的初始值，可以得到不同的CRC算法。

循环冗余校验和（5）

- CRC比校验和能检测出更多的差错
  - 消息的一位能在很大程度上影响CRC。
  - 由于使用反馈技术，消息一个位的影响被循环多次。
  - CRC特别适用于检测突发性差错
- 带差错检测机制的帧格式

差错检测方法的近似性

- 差错检测的功能取决于
  - 附加信息的大小
  - 算法的复杂度
  - 能检测出的差错位的个数
- 由于在传输过程中校验位也有可能传输出错，所以所有的差错检测都是近似的，即通过合理的努力来产生接收错误数据的低概率