

计算机网络03

数据链路层概述

封装成帧

差错检测

可靠传输

可靠传输的实现机制

停止-等待协议SW (Stop-and-Wait)

回退N帧协议GBN (Go-Back-N)

选择重传协议SR (Sekective Request)

点对点协议PPP (Point-to-Point Protocol)

媒体接入控制

媒体接入控制——静态划分信道（听听算了）

MAC地址，IP地址，ARP协议

MAC地址

IP地址

ARP协议

集线器vs交换机

以太网交换机生成树协议STP

虚拟局域网VLAN

数据链路层概述

基本定义

链路 Link 就是一个结点到相邻结点的物理线路

数据链路 Data Link 就是把实现通信协议的硬件和软件加到链路上

数据链路层以帧为单位传输和处理数据

点对点信道数据链路层的三个重要问题

封装成帧——》可以以帧为单位传输数据

差错检测——》发送方通过检错算法，将检错码放到帧尾

可靠传输——》不能完全避免误码，但若能够实现发送方发送什么，接收方就受到什么，就称为可靠传输。（要求发送方再发一遍）

使用广播信道的数据链路层

如何让非目标主机不接收信号，而目标主机收到信号？

在帧中加入目标主机的地址

多台主机同时使用主线传输信息时，如何避免传输信号产生碰撞？

以太网的媒体接入控制协议CSMA/CD

数据链路层的互联设备

网桥和交换机的工作原理

集线器与交换机的区别

封装成帧

帧

帧包含重要的控制信息

帧定界，但不是所有帧都有定界，如以太网MAC帧

为了提高帧的传输效率，应该使帧的数据部分的长度尽可能大些

为了控制差错，每一种数据链路层协议都规定了帧的数据部分的长度上限，即最大传送单元MTU
Maximum Transfer Unit

透明传输：指不管所传数据是什么样的比特组合，都应当能够在链路上传送，不会被接收方误认

面向字节的，使用字节填充实现透明传输

在帧定界/转义字符前添加转义字符



面向比特的，使用比特填充的方式实现透明传输

零比特填充法，对数据部分每5个连续的比特1后插入一个比特0，使帧定界的数据唯一。接收方接收时，将插入的0消除再解读数据



差错检测

比特差错：比特在传输过程中产生差错（1变成0，0变成1）

在一段时间内，传输错误的比特/所传输的比特总数 = 误码率BER Bit Error Rate

帧中的**差错检测码**可以检测数据在传输过程中是否产生了比特差错。

奇偶校验

在数据后添加一位奇偶校验位，使整个数据（包括所添加的校验位）中的“1”的个数为奇数或偶数

数据中有奇数个误码——》可以检测

数据中有偶数个误码——》可能漏检

——》奇偶校验误差较大，一般不用

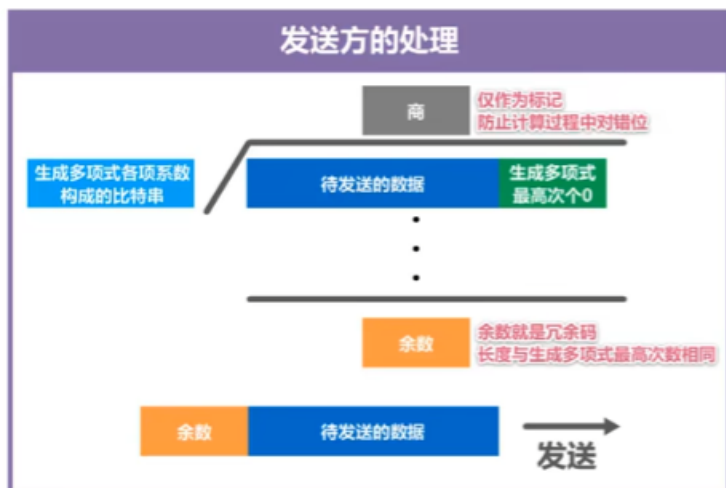
循环冗余校验CRC Cyclic Redundancy Check

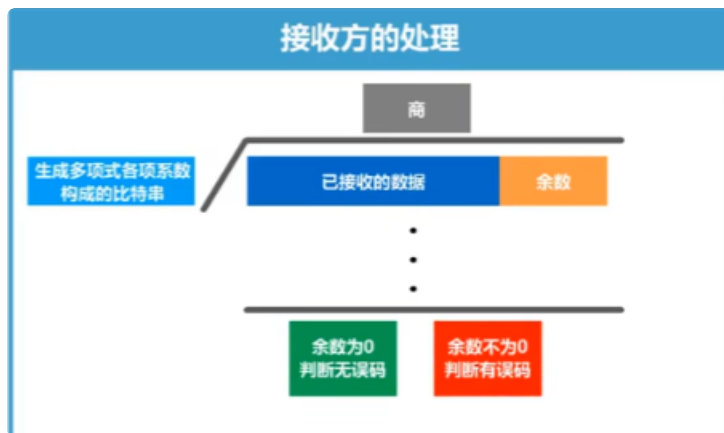
收发双方约定好一个生成多项式

发送方基于数据和生成多项式计算出差错检测码（冗余码），将其添加到数据后一起传输

接收方通过多项式来计算收到的数据是否产生了误码

漏检率极低





可靠传输

有线链路误码率较低——》减少开销，数据链路层不提供可靠传输服务

无线链路误码率较高——》链路层必须提供可靠传输服务

可靠传输服务不仅局限于数据链路层，其他层也可以选择实现可靠传输

可靠传输的实现较复杂，开销较大，是否使用可靠传输取决于应用需求

可靠传输的实现机制

可靠传输实现机制的基本原理并不局限于数据链路层，而是可以应用到计算机网络体系结构的各层协议

停止-等待协议SW (Stop-and-Wait)

发送方每发送完一个分组，就等待来自接收方的【确认分组】或【否认分组】

确认分组ACK——》继续发送下一个分组

否认分组NAK——》重新发送该分组

超时重传

为了避免分组发送中途丢失的情况

在发送方设置了一个【超时计时器】，计时器时间略大于“从发送方到接收方的平均往返时间”

分组重复

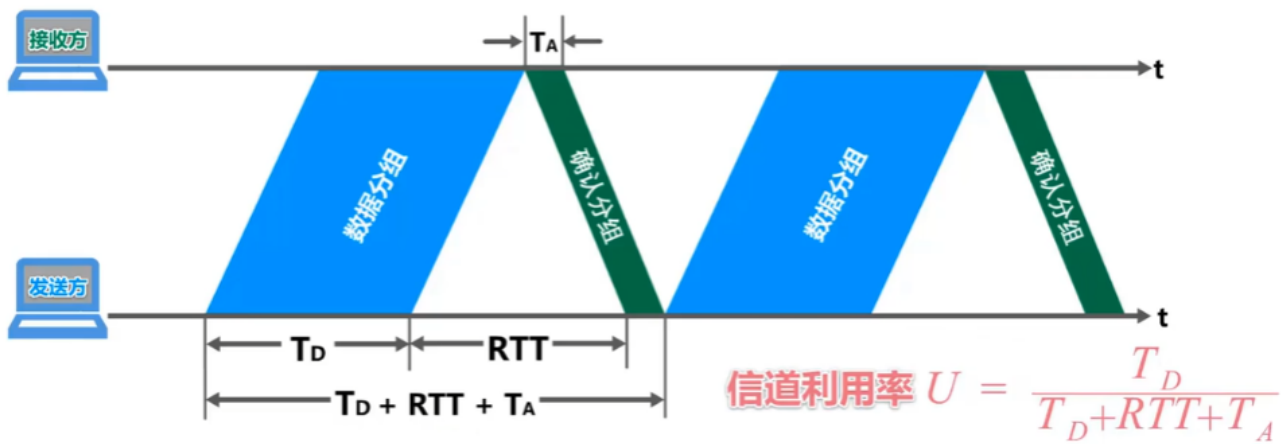
接收方的确认分组在途中丢失，导致发送方超时重传了一个一样的分组，为了区分重复的分组，必须给每个分组带上序号

只需要相邻分组的序号不同——》用一个比特来编号就够了

确认分组也可能重复——》确认分组也需要编号

SW协议的信道利用率

停止-等待协议的信道利用率



当往返时延RTT远大于数据帧发送时延 T_D 时（如，使用卫星链路），信道利用率非常低——》克服利用率低的缺点，产生了另外的协议

回退N帧协议GBN (Go-Back-N)

在SW协议的基础上，在收到确认分组之前，发送方连续发送多个分组，以此提高信道利用率

序号落在发送窗口内的数据分组可被连续发送，发送窗口尺寸为 W_T



接收窗口的尺寸 W_R 只能为1，每按序接收一个分组，接收窗口就向前滑动再继续接收



一个分组的错误可能导致所有分组得重传——》在通信线路质量不好时，GBN不一定比SW信道利用率高
累计确认

接收方可以不用对每个分组发送确认，只用对按序到达的最后一个数据分组发送确认ACKn（序号为n及以前的所有数据分组都已正确接收）

出现差错——》发送方发送重复的确认——》接收方明白出现错误，立刻重传。

发送窗口不能超过其上限

若超过其上限，若接收方的确认分组丢失，会导致发送方的超时重复分组被接收方误认为新的分组。

选择重传协议SR (Selective Request)

为进一步提高性能，可设法只重传出现误码的数据分组。因此，接收窗口 W_R 不应只等于1，而应该大于1，以便接收方先收下失序到达但无误码并且序号落在接收窗口内的那些数据分组，等到所缺分组收齐后再一并交送上层

——》也导致不能再使用累计确认，而是每个数据都要发送确认分组

窗口尺寸限制

发送窗口和接收窗口的尺寸都不能超过 $2^{(n-1)}$ ，否则就会造成接收方不确定分组新旧的问题

点对点协议PPP (Point-to-Point Protocol)

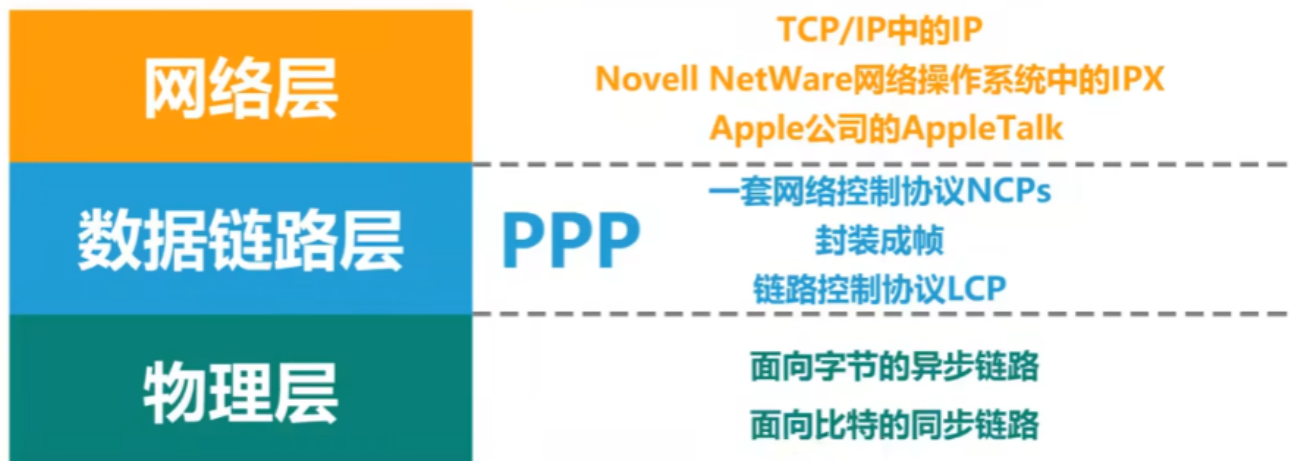
目前使用最广泛的点对点数据链路层协议

主要由三部分组成

对网络层——一套网络控制协议NCP 其中每一个协议支持不同的网络层协议

对数据链路层——对各种协议数据报的封装方法（封装成帧）

对物理层——链路控制协议LCP，用于建立、配置以及测试数据链路的链接



帧格式



首部

标志（Flag）字段：PPP帧的定界符，取值为0x7E（十六进制）

目前没什么用 地址（Address）字段和控制（Control）字段

协议（Protocol）字段：指明帧的数据部分应该交送哪个协议处理

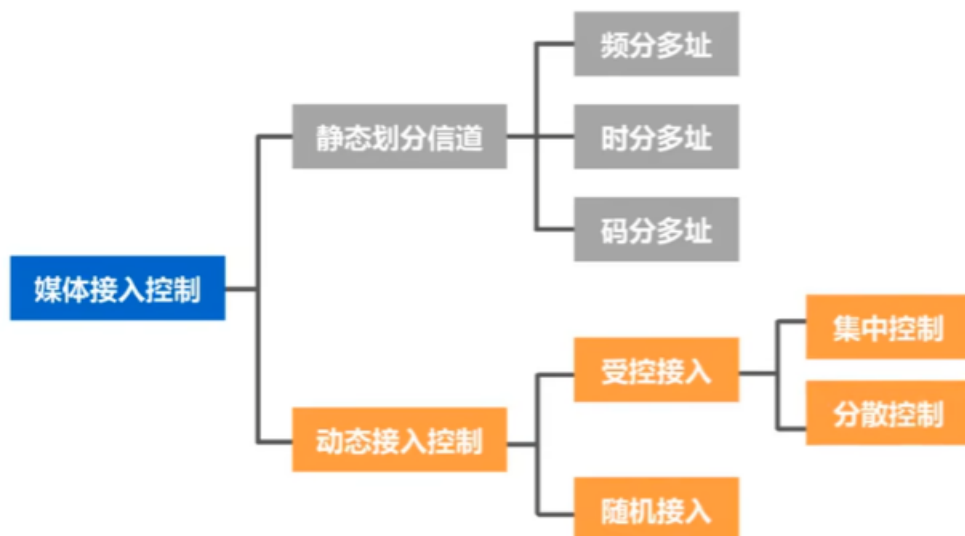
尾部

帧检验（Frame Check Sequence）字段：CRC计算的校验位

工作状态（？？？）

媒体接入控制

共享信道要着重考虑的一个问题时如何协调多个发送和接收站点对一个共享传输媒体的占用，及媒体接入控制MAC（Medium Access Control）



静态划分：很不灵活，通常在无线网络的物理层中使用，而不是数据链路层

受控接入：已被淘汰

随机接入：需要解决如何避免冲突和在冲突后如何快速恢复通信的问题

有线领域不再使用共享媒体技术，但无线局域网还有在用

媒体接入控制——静态划分信道（听听算了）

信道复用：传输容量大于多条单一信道传输的总通信量时，可利用复用技术在一条物理线路上建立多条通信信道，来充分利用传输媒体的带宽。

频分复用



时分复用



波分复用

码分复用（超复杂

mac地址

MAC地址，IP地址，ARP协议

MAC地址

当多个主机连接到同一个广播信道时，想要实现两个主机之间的通信，则每个主机都必须要有个唯一的标识，即一个数据链路层地址

发送的帧中，必须包含标识发送主机和接受主机的地址。由于该类地址时用于媒体接入控制MAC（Media Access Control），因此被成为MAC地址

MAC地址被固化在网卡等硬件，所以也被称为硬件地址

也被成为物理地址——但MAC地址是属于数据链路层，而非物理层！

一般情况下，用户主机包括有线和无线的局域网适配器，上面的每一个接口都有全球独一无二的MAC地址——》主机有多个MAC地址，而接口有唯一MAC地址

IP地址

IP地址是因特网上的主机和路由器使用的地址，主要标识两部分信息

网络编号：标识因特网上数以百万计的网络

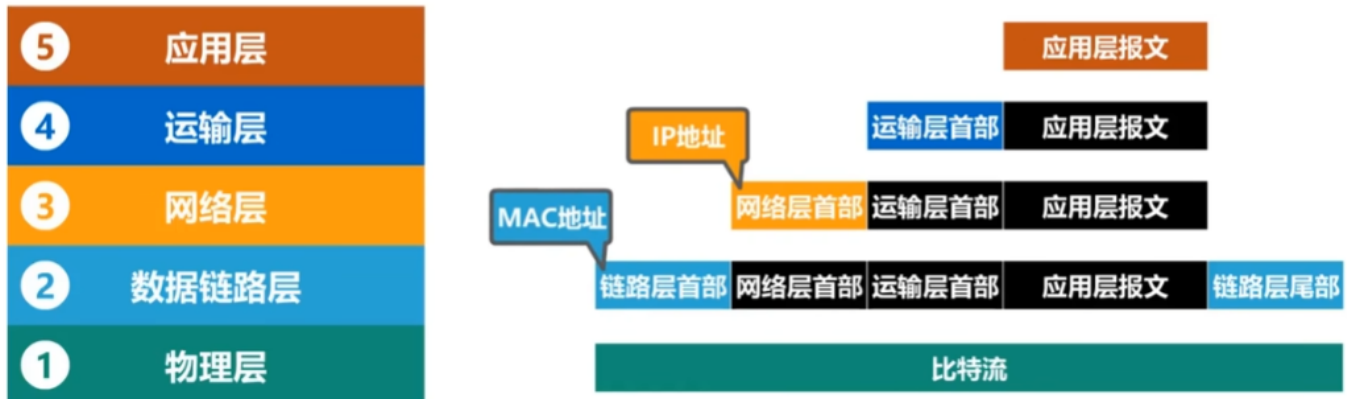
主机编号：标识同一网络上不同主机（或路由器各接口）

MAC地址不具备区分不同网络的功能——》主机在因特网上IP地址和MAC地址都需要用到

从网络体系结构上看IP地址和MAC地址

IP地址属于网络层

MAC地址属于数据链路层



数据包转发过程中IP地址和MAC地址的变化情况

IP地址：源IP地址和最终目的IP地址不变

MAC地址：在传输过程中逐个改变

ARP协议

如何通过IP地址找到相应的MAC地址——》提出ARP协议

集线器vs交换机

以太网物理发展史：总线型——》以集线器为中心的星型网络（逻辑上仍是总线型）——》交换机

集线器

只在物理层工作——》不分对象的转发

有少量的容错能力和网络管理能力

既扩大广播域，又扩大碰撞域

交换机

在数据链路层和物理层工作——》可用指定对象转发

只扩大广播域，隔离了碰撞域

以太网交换机生成树协议STP

如何提高以太网可靠性？

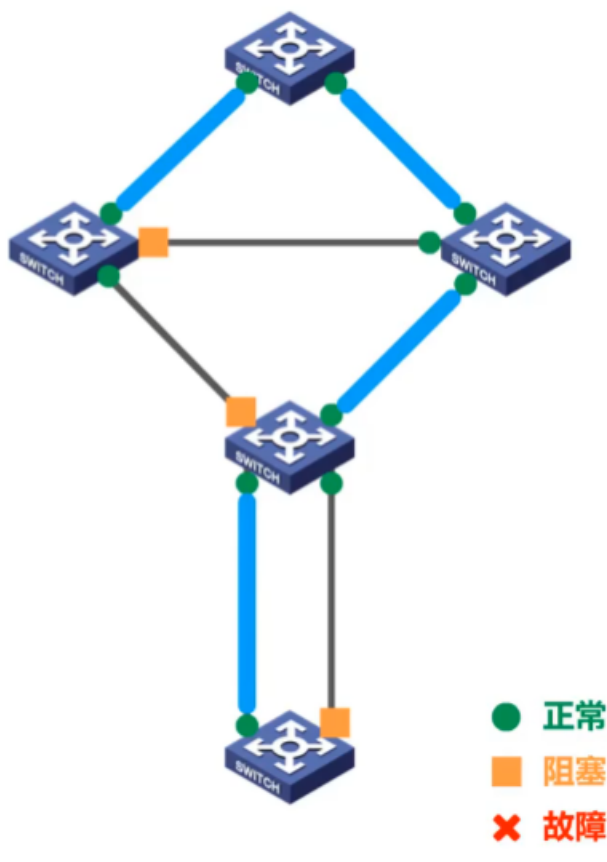
——》增加冗余链路，但也会带来负面效应

如，广播风暴

——》增加生成树协议：解决冗余电路带来的问题

无论交换机之间采用怎么样的物理连接，交换机都能够自动计算并构建一个逻辑上没有环路的网络，其逻辑拓扑结构必须是树形的（无逻辑环路）

生成树协议使交换机自行阻塞一些接口，从而使网络环路消失



虚拟局域网VLAN

如何隔离广播域，防止广播不必要的消耗太多资源？

——》1.路由器（在网络层工作，不会转发广播包

——》虚拟局域网：将局域网内的设备划分成与物理位置无关的逻辑组的技术

