

Chapter 3+：介质访问控制子层

1. 三种链路

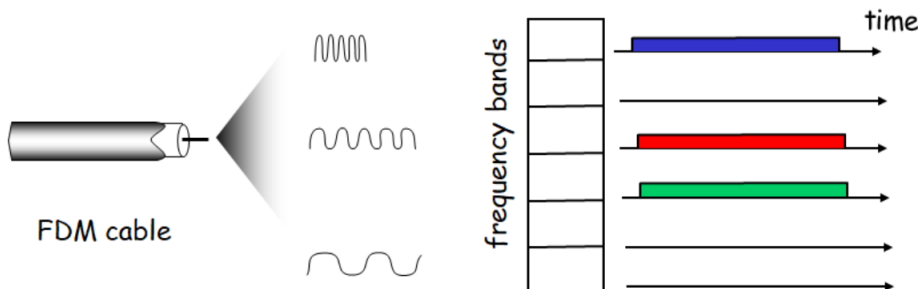
- 1 点对点：单个发送端+单个接收端+二者间的链路，有PPP/HDLC协议
- 2 广播链路：多个发送端+多个接收端+单一共享的广播信道，一个发送端→所有接收端，如无线局域网
- 3 交换式链路：通过交换设备连接多个网络节点，旨在解决碰撞，如以太网

2. 介质访问控制协议

2.1. 信道划分协议

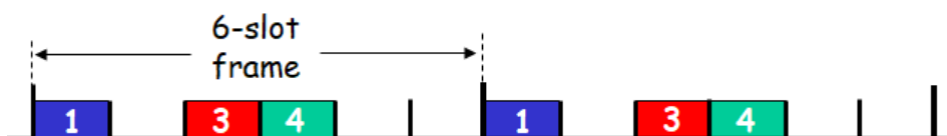
0 多路复用：多个信号在一条物理信道上传输

1 时分多路复用FDMA：信道划分为不同频段，每个信道带宽不同(但总和有限)，相邻信道有保护频带



2 时分多路复用TDMA：

1. 类似于操作系统中的分时操作系统，但是注意有间隙
2. 异步改良：如果轮到A用信道，A不用，则直接跳过A(不干等了)



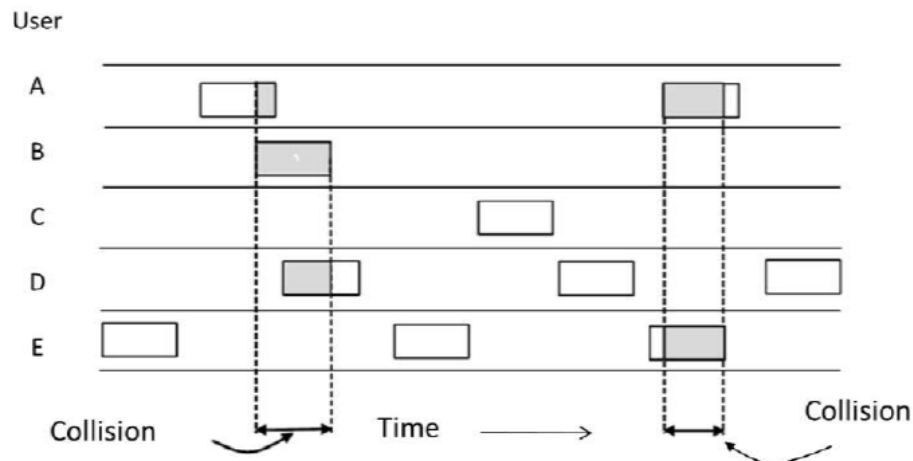
3 码分多路复用CDMAL：不考<https://blog.csdn.net/YCCNUST/article/details/123589294>

2.2. 随机接入协议：用户想发就发

2.2.1. ALOHA协议

1 纯ALOHA协议

1. 任一结点想发数据就发
2. 数据碰撞了，则直接被销毁(传输失败)
3. 传输失败后再发，直至发送成功为止



2 时分 ALOHA:

1. 把时间切片，每片相等
2. 规定每个时间片的开始，才能发数据

2.2.2. CSMA协议：ALOHA+载波侦听信道是否空闲

1 三种策略：见2.2.3.中的小结

2 缺点：还是有可能冲突，比如两个结点同时监听到空闲，然后发信然后冲突

2.2.3. CSMA/CD协议：CSMA+碰撞检测

1 三个时期

1. 传输期：传送上一帧
2. 竞争期：上一帧传完了，其他帧争相强占信道，发送碰撞后就回到竞争槽去再等待随机时间
3. 空闲期：信道中无数据传送

2 伪代码

```

1  A: 感知信道
2      if(信道空闲)
3      {
4          传输数据，监听信道；
5          if(检测到另一个传输)//发生碰撞，信道电平会升高
6          {
7              中止传输并发送堵塞信号；
8              更新碰撞次数，碰撞次数+1；
9              //选择延时时长的方法
10             //第i次碰撞就从{0,1,...,2^i-1}中选一个数K
11             //延时K*512时间
12             根据指数性规避算法进行延时；
13             goto A;
14         }else{
15             将帧发送完；
16             将碰撞次数设置为0；
17         }
18     }else{
19         等待正在进行的传输结束；
20         goto A;
    
```

3 小结

协议	信道空	信道忙	发生冲突
ALOHA	发	发	任由碰撞，损坏数据也坚持发出
1-持续 CSMA	发	不发，继续监听	任由碰撞，损坏数据也坚持发出
非持续 CSMA	发	不发，等待随机事件后重启监听	任由碰撞，损坏数据也坚持发出
p-持续 CSMA	p概率发	不发，下一时间间隙重启监听	任由碰撞，损坏数据也坚持发出
CSMA/CD	发	不发，继续监听	终止发送，等随机事件后重发

2.2.4. CSMA/CA协议：CSMA+冲突避免机制

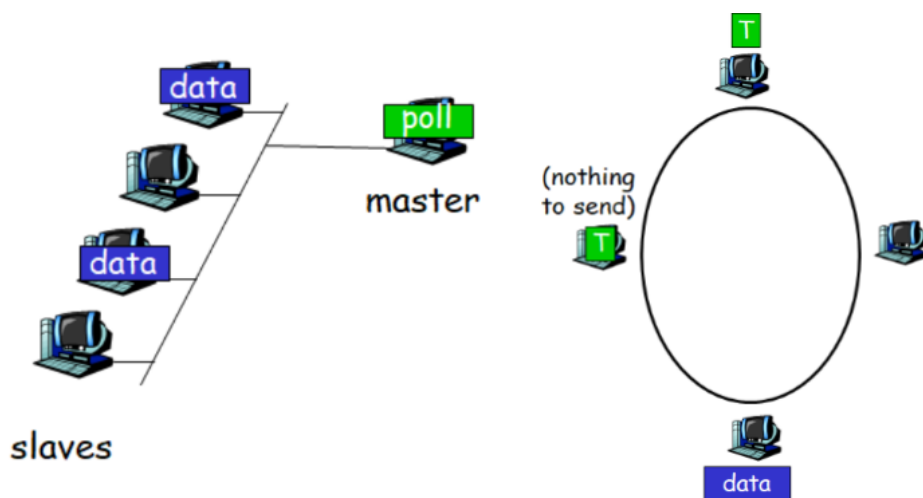
1 其他都一样，不同点是发完一帧要等待确认

2 发送端收到确认，则无冲突(否则重传)

2.3. 轮询协议

1 集中式轮询(左):

1. 主结点循环顺序询问每个结点
2. 主节点告诉当前询问结点能传输帧数最大值，然后传输完数据
3. 转去询问下一结点



2 令牌传递轮询(右)

1. Token(一个特殊帧)在结点间，按照固定次序传递
2. 一个结点，有令牌传过来&&有帧需要发，就接住令牌并发出帧(否则立马传给下一个)

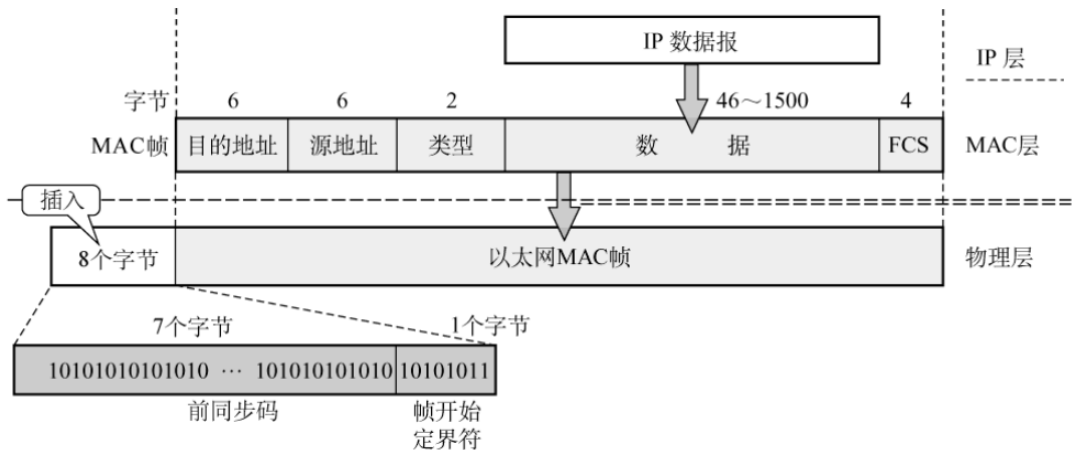
3. 局域网LAN：以太网/无线局域网为主

以太网=802.3，无线局域网=802.11

3.1. 以太网的MAC帧

1 MAC地址：物理地址/硬件地址，与网卡一一对应(刻在网卡ROM里)，长48bit(高24bit为厂家代码)

2 MAC帧格式：aka以太网帧



字段	长度	描述
前导码	8B	前同步码7B+帧开始定界符1B，用于收发端时钟同步
源/目的地址	6B	对应发/收设备的网卡MAC地址
类型	2B	指明数据交给哪个协议处理
数据	46-1500B	所传输的数据，不超过1500B，小于46B时强制补充
校验码FCS	4B	用CRC校验除前导码外的其他字段

3 MAC帧种类

帧类型	目的地址特征	描述
单播帧	前8位最后一位为0	发给特定工作站，由主机自己识别
组播帧	前8位最后一位为1，其余随便	发给特定一组工作站，由适配器识别
广播帧	前8位全为1	发送给所有工作站，靠全1识别

3.2. ARP协议：子网内IP^{转化}MAC(其实这是网络层协议)

1 ARP表：子网内每个主机/路由器中都有，包含IP^{转化}MAC和TTL(删除该映射倒计时)

IP Address	MAC Address	TTL
222.222.222.221	88-B2-2F-54-1A-0F	13:45:00
222.222.222.223	5C-66-AB-90-75-B1	13:52:00

2 同局域网发送IP分组

1. 主机先查询ARP表(缓冲)→找到目标主机IP→转化为MAC地址→写入MAC帧→发出
2. 如果暂时找不到IP: 广播ARP请求分组→目的主机响应→ARP表中建立表项→继续

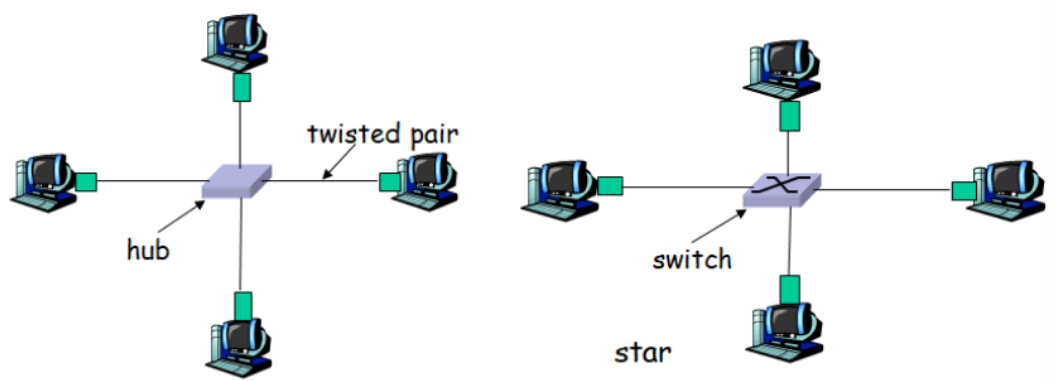
3 跨局域网发送IP分组: 先通过ARP分组发给本局域网的路由器, 路由器转发给其他网络

所有常见情况:

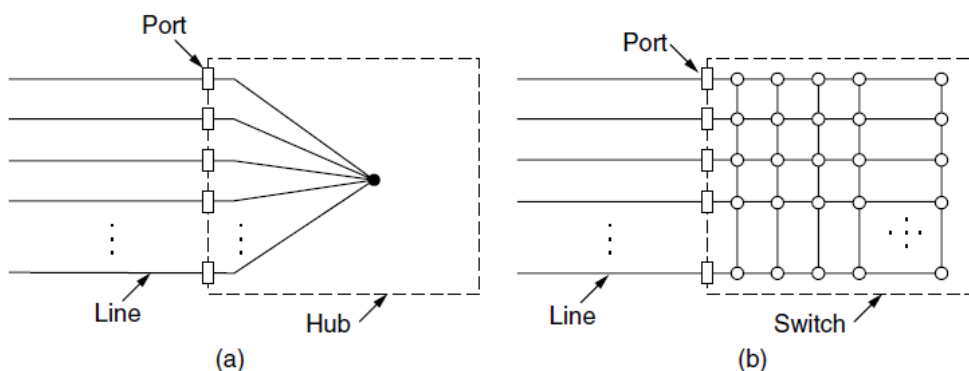
发送方	目的地	ARP用途	描述
主机	本网络主机	获取目的主机MAC地址	在本地网络内通信
主机	另一网络主机	获取本网络路由器MAC地址	由路由器转发至其他网络
路由器	本网络的主机	获取目的主机MAC地址	在本地网络内通信
路由器	另一网络的主机	获取本网络上路由器MAC地址	由路由器转发至其他网络

3.3. 以太网: 最流行的有线局域网

1 结构: 通过集线器(Hub)/交换机连接各主机, 连接的介质有光纤/双绞线/电缆



2 集线器和交换机: 用交换机连接的是交换式以太网



3 服务模式：CRC+CSMA/CD，无连接不可靠，Manchester编码

4 高速以太网

以太网类型	介质	最大电缆长度	拓扑结构	传输模式	CSMA/CD 协议应用
100Base-T	双绞线	100米	星形	半/全双工	半双工时需要
千兆以太网	不指定	不指定	不指定	半/全双工	半双工时需要
10吉比特以太网	光纤	不适用	不适用	全双工	不使用

3.4. 无线局域网IEEE 802.11：基于CSMA/CA+确认机制

3.4.1. 有固定基础设施

1 最小构件：

1. 基本服务集(BSS)：就是一个基站(aka接入点AP)+若干移动站
2. 本BSS内可直接通讯，之外要通过基站

2 扩展服务集(ESS)：多个BSS通过主干分配系统(DS)相连，构成的集合

3 门桥设备：使无线网用户接入非802.11无线局域网

3.4.2. 无固定基础设施

由一些平等的，可路由的移动站之间相互通信组成的临时网络

3.4.3. IEEE 802.11的层

1 物理层：跳频扩频(FHSS)，直接序列扩频(DSS)，红外线(IR)

2 MAC层：在物理层之上，包含分布协调功能子层(DCF)，点协调功能子层(PCF)

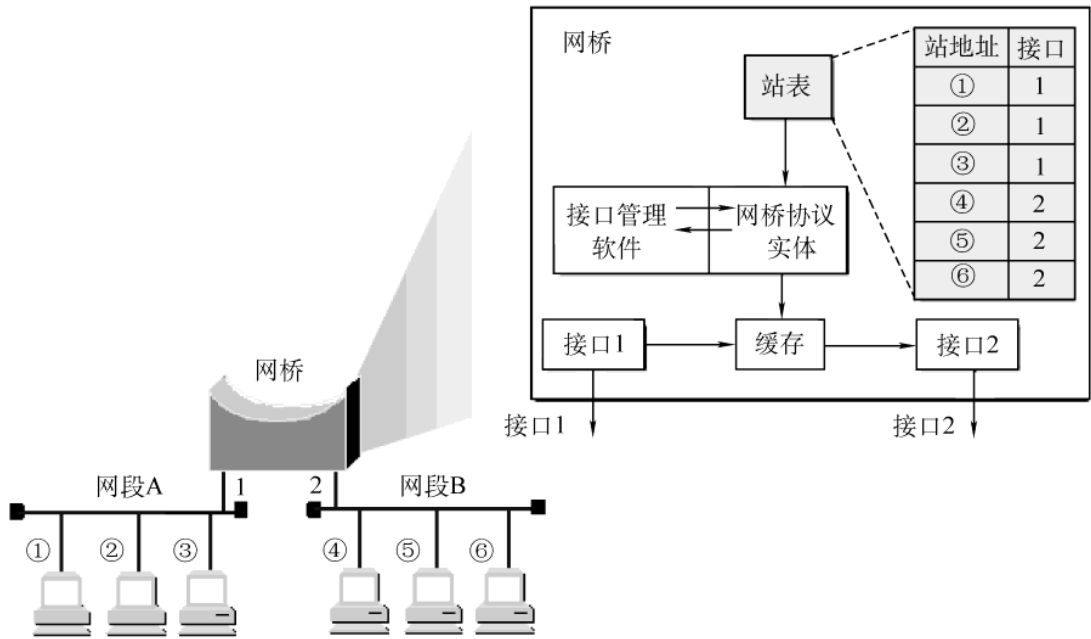
3.5. 其他

1 虚拟局域网VLAN：一组逻辑上的设备和用户，不受地理限制，相互之间的通信好像在同一网段一样

2 广域网：交换机连接多个局域网

4. 网桥

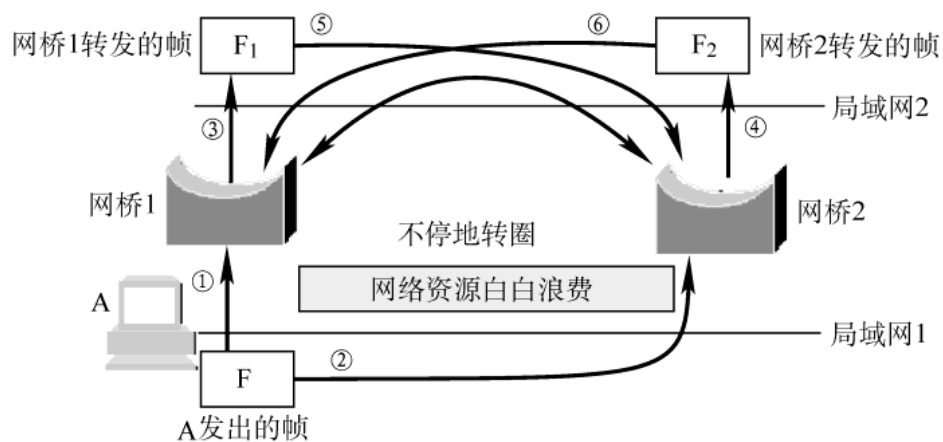
4.1. 网桥的概述



- 1 结构功能：工作在数据链路层，能过滤帧，至少两个端口(每端口接一个网段)
- 2 工作流程：端口收到帧后缓存，帧转发给同一网段就丢弃，给不同网段就查表转发
- 3 特点：过滤通信量/扩大物理范围/互联各种以太网，增加延时/无流量控制

4.2. 透明网桥

- 1 特点：发出的帧结果哪个网桥是随机的
- 2 自学习
 - 1. 网桥收到一帧后，帧源地址 $\xleftrightarrow{\text{匹配}}$ 转发表中与收到帧的源地址
 - 2. 匹配失败：在转发表中增加一个项目(源地址+进入的接口+时间)
 - 3. 匹配成功：更新原有信息
- 3 帧转发
 - 1. 帧目的地址 $\xleftrightarrow{\text{匹配}}$ 转发表中与收到帧的目的地址
 - 2. 匹配成功就按表项转发，失败就转给所有接口
- 4 爱的网桥转圈圈：解决办法时生成树



4.3. 源选径网桥

1 源站 广播一个帧 记录所经路由 目的站
帧沿所有可能路线传递

2 源站根据记录得到的最佳路由选择一个路由，燃油有请网桥

4.4. 局域网交换机及其工作原理

1 局域网交换机：aka 多端口网桥，处在链路层，每个端口连接主机/集线器，全双工工作

2 交换机总容量：端口数×每个端口带宽(半双工)，端口数×每个端口带宽×2(全双工)

3 交换机的工作模式

1. 直通式：只检查帧的目的地址，收到后立马转出
2. 存储转发：缓存收到帧，检查无误后(有误直接丢掉)，根据查表从端口送出

4 局域网交换机的工作原理

1. 检测从某端口进入交换机的帧的源 MAC 地址和目的 MAC 地址
2. 若数据报的 MAC 地址不在查找表中，则将该地址加入查找表中，并将数据报发送给相应目的端口