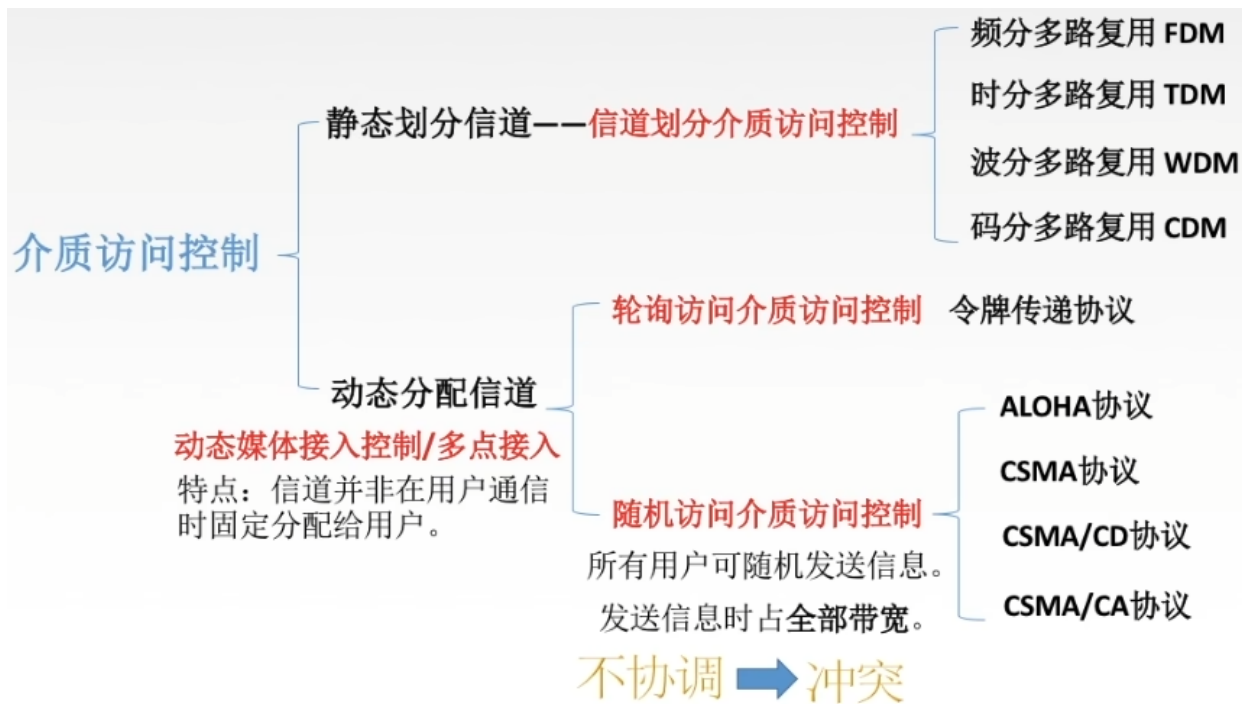


介质访问控制

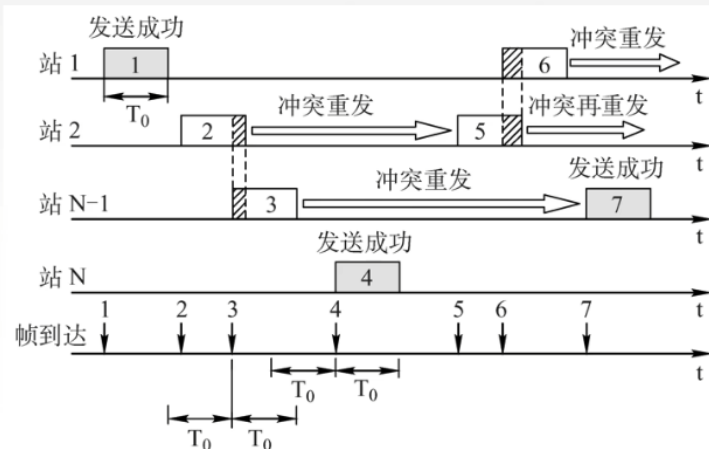


随机访问介质访问控制

ALOHA协议



纯ALOHA协议思想：不监听信道，不按时间槽发送，随机重发。**想发就发**



冲突如何检测？

如果发生冲突，接收方在就会检测出差错，然后不予确认，发送方在一定时间内收不到就判断发生冲突。

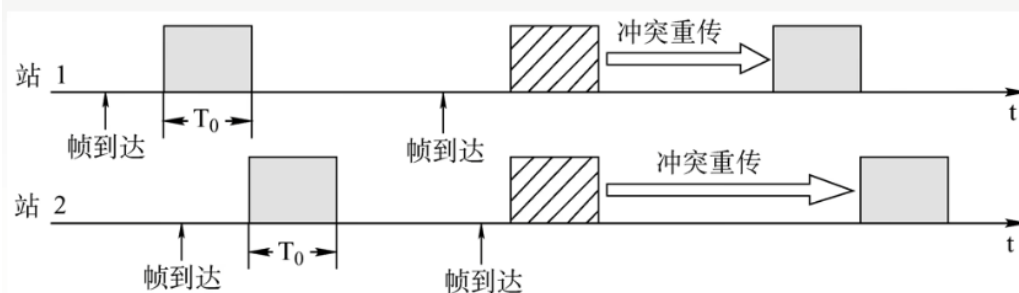
冲突如何解决？

超时后等一随机时间再重传。

时隙ALOHA协议

时隙ALOHA协议的思想：把时间分成若干个相同的时间片，所有用户在时间片开始时刻同步接入网络信道，若发生冲突，则必须等到下一个时间片开始时刻再发送。

控制想发就发的随意性

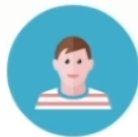


关于ALOHA要知道的事

1. 纯ALOHA比时隙ALOHA吞吐量更低，效率更低。
2. 纯ALOHA想发就发，时隙ALOHA只有在时间片段开始时才能发。

CSMA协议

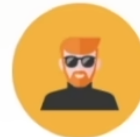
	1-坚持CSMA	非坚持CSMA	p-坚持CSMA
信道空闲	马上发	马上发	p概率马上发 1-p概率等到下一个时隙再发送
信道忙	继续坚持监听	放弃监听，等一个随机时间再监听	持续监听，直到信道空闲再以p概率发送



超想喝！到我就买，
没到我就排队等！



不急喝。到我就买，
没到我就一会再来。



随性喝。到我按概率买，没
到继续等，等到再按概率买。

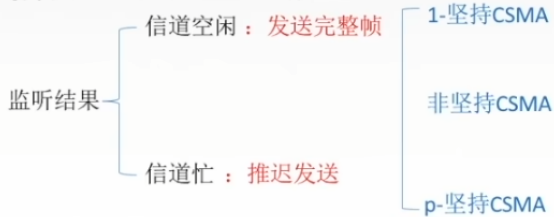
载波监听多路访问协议CSMA (carrier sense multiple access)

CS: 载波侦听/监听，每一个站在发送数据之前要检测一下总线上是否有其他计算机在发送数据。

当几个站同时在总线上发送数据时，总线上的信号电压摆动值将会增大（互相叠加）。当一个站检测到的信号电压摆动值超过一定门限值时，就认为总线上至少有两个站同时在发送数据，表明产生了碰撞，即发生了冲突。

MA: 多点接入，表示许多计算机以多点接入的方式连接在一根总线上。

协议思想：发送帧之前，监听信道。



1-坚持CSMA

坚持指的是对于监听信道忙之后的坚持。

1-坚持CSMA思想：如果一个主机要发送消息，那么它先监听信道。

空闲则直接传输，不必等待。

忙则一直监听，直到空闲马上传输。

如果有冲突（一段时间内未收到肯定回复），则等待一个随机长的时间再监听，重复上述过程。

优点：只要媒体空闲，站点就马上发送，避免了媒体利用率的损失。

缺点：假如有两个或两个以上的站点有数据要发送，冲突就不可避免。

非坚持CSMA

非坚持指的是对于监听信道忙之后就不继续监听。

非坚持CSMA思想：如果一个主机要发送消息，那么它先监听信道。

空闲则直接传输，不必等待。

忙则等待一个随机的时间之后再进行监听。

优点：采用随机的重发延迟时间可以减少冲突发生的可能性。

缺点：可能存在大家都在延迟等待过程中，使得媒体仍可能处于空闲状态，媒体使用率降低。

p-坚持CSMA

p-坚持指的是对于监听信道空闲的处理。

p-坚持CSMA思想：如果一个主机要发送消息，那么它先监听信道。

空闲则以p概率直接传输，不必等待；概率1-p等待到下一个时间槽再传输。

忙则持续监听直到信道空闲再以p概率发送。

若冲突则等到下一个时间槽开始再监听并重复上述过程。

优点：既能像非坚持算法那样减少冲突，又能像1-坚持算法那样减少媒体空闲时间的这种方案。

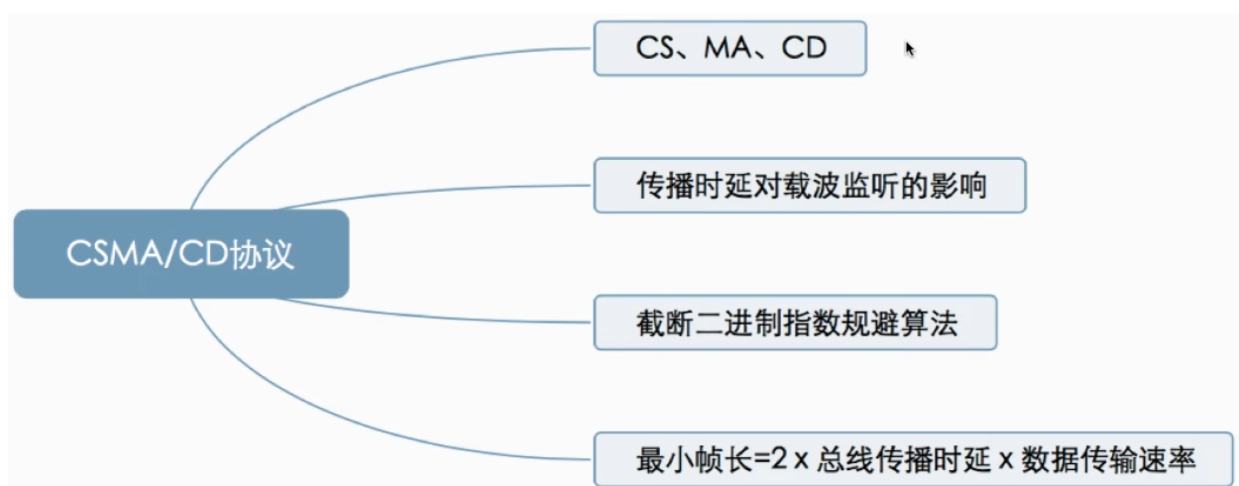
BUT !

发生冲突后还是要坚持把数据帧发送完，造成了浪费。

CSMA/CD

有没有什么办法可以减少资源浪费，一冲突就能发现呢？

CSMA/CD协议



载波监听多点接入/碰撞检测CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection)

CS: 载波侦听/监听，每一个站在发送数据之前以及发送数据时都要检测一下总线上是否有其他计算机在发送数据。

MA: 多点接入，表示许多计算机以多点接入的方式连接在一根总线上。总线型网络

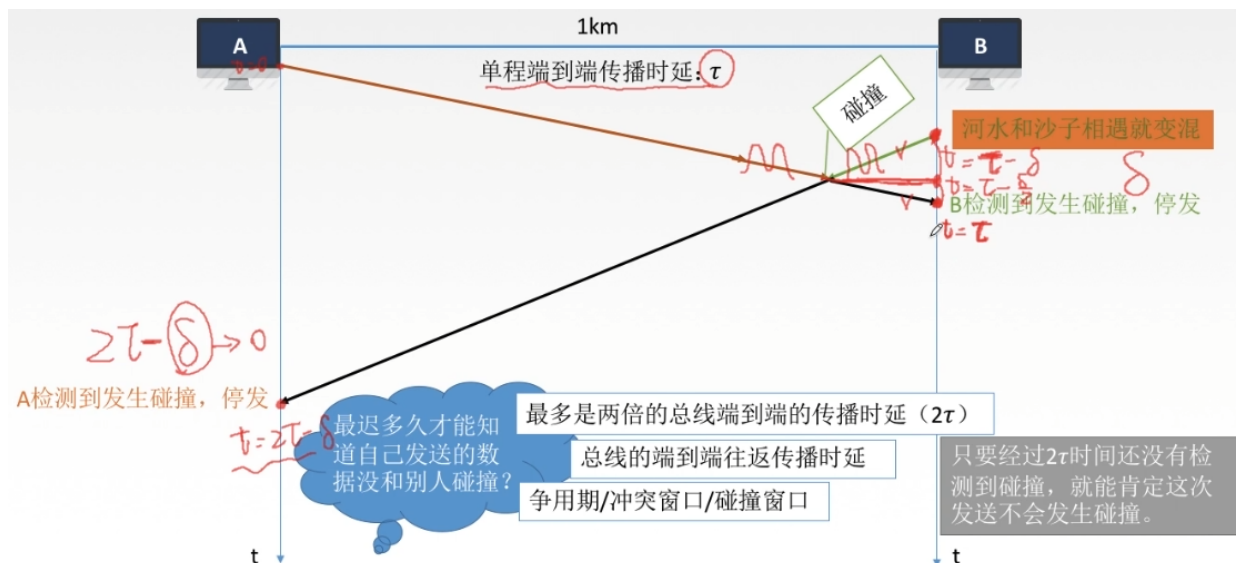
CD: 碰撞检测（冲突检测），“边发送边监听”，适配器边发送数据边检测信道上信号电压的变化情况，以便判断自己在发送数据时其他站是否也在发送数据。半双工网络

先听后发为什么还会冲突？

因为电磁波在总线上总是以有限的速率传播的。



传播时延对载波监听的影响



如何确定碰撞后的重传时机?

截断二进制指数规避算法

1. 确定基本退避 (推迟) 时间为争用期 2τ 。
 2. 定义参数 k , 它等于重传次数, 但 k 不超过 10, 即 $k = \min[\text{重传次数}, 10]$ 。当重传次数不超过 10 时, k 等于重传次数; 当重传次数大于 10 时, k 就不再增大而一直等于 10。
 3. 从离散的整数集合 $[0, 1, \dots, 2^k - 1]$ 中随机取出一个数 r , 重传所需要退避的时间就是 r 倍的基本退避时间, 即 $2r\tau$ 。
 4. 当重传达 16 次仍不能成功时, 说明网络太拥挤, 认为此帧永远无法正确发出, 抛弃此帧并向高层报告出错。
- 第一次重传, $k=1$, r 从 $\{0, 1\}$ 选;
- 重传推迟时间为 0 或 2τ , 在这两个时间中随机选一个;
- 若再次碰撞, 则在第二次重传时, $k=2$, r 从 $\{0, 1, 2, 3\}$ 选;
- 重传推迟时间为 0 或 2τ 或 4τ 或 6τ , 在这四个时间中随机选一个;
- 若再次碰撞, 则第三次重传时, $k=3$, r 从 $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ 选.....
- 若连续多次发生冲突, 就表明可能有较多的站参与争用信道。使用此算法可使重传需要推迟的平均时间随重传次数的增大而增大, 因而减小发生碰撞的概率, 有利于整个系统的稳定。

例: 在以太网的二进制回退算法中, 在 11 次碰撞之后, 站点会在 $0 \sim (?)$ 之间选择一个随机数。

$$k = \min[11, 10] = 10$$

$$2^{10} - 1 = 1023$$

$$r \in [0, 1, 2, \dots, 1023]$$

最小帧长问题

A站发了一个很短的帧

但发生了碰撞

不过帧在发送完毕后才检测到发生碰撞

没法停止发送

因为发完了。。

还有这种操作!!!



最小帧长

帧的传输时延至少要两倍于信号在总线中的传播时延。

$$\frac{\text{帧长 (bit)}}{\text{数据传输速率}} \geq 2\tau$$

最小帧长 = 总线传播时延 \times 数据传输速率 $\times 2$

$$2\tau \times \text{数据传输速率}$$

以太网规定最短帧长为64B，凡是长度小于64B的都是由于冲突而异常终止的无效帧。

CSMA/CA协议

载波监听多点接入/碰撞避免CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance)

为什么要有CSMA/CA?



无线局域网

无法做到360° 全面检测碰撞

隐蔽站

当A和C都检测不到信号，认为信道空闲时，同时向终端B发送数据帧，就会导致冲突。



有礼貌的CSMA/CA

CSMA/CA协议工作原理

发送数据前，先检测信道是否空闲。

空闲则发出**RTS (request to send)**，RTS包括发射端的地址、接收端的地址、下一份数据将持续发送的时间等信息；信道忙则等待。

接收端收到RTS后，将响应**CTS (clear to send)**。

发送端收到CTS后，开始发送数据帧（同时**预约信道**：发送方告知其他站点自己要传多久数据）。

接收端收到数据帧后，将用CRC来检验数据是否正确，正确则响应**ACK帧**。

发送方收到ACK就可以进行下一个数据帧的发送，若没有则一直重传至规定重发次数为止（采用**二进制指数退避算法**来确定随机的推迟时间）。

1. 预约信道

2. ACK帧

3. RTS/CTS帧（可选）

CSMA/CD与CSMA/CA

相同点：

CSMA/CD与CSMA/CA机制都从属于CSMA的思路，其核心是**先听再说**。换言之，两个在接入信道之前都须要进行监听。当发现信道空闲后，才能进行接入。

不同点：

1. 传输介质不同：CSMA/CD用于总线式以太网【有线】，而CSMA/CA用于无线局域网【无线】。

2. 载波检测方式不同：因传输介质不同，CSMA/CD与CSMA/CA的检测方式也不同。CSMA/CD通过电缆中电压的变化来检测，当数据发生碰撞时，电缆中的电压就会随着发生变化；而CSMA/CA采用能量检测（ED）、载波检测（CS）和能量载波混合检测三种检测信道空闲的方式。

3. CSMA/CD检测冲突，CSMA/CA避免冲突，二者出现冲突后都会进行**有上限的重传**。