

CSMA/CD和CSMA/CA详解

(2010-07-02 18:13:28)

CSMA/CD

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect)

即载波监听多路访问/冲突检测方法

在以太网中，所有的节点共享传输介质。如何保证传输介质有序、高效地为许多节点提供传输服务，就是以太网的介质访问控制协议要解决的问题。

一、基础篇：

是一种争用型的介质访问控制协议。它起源于美国夏威夷大学开发的ALOHA网所采用的争用型协议，并进行了改进，使之具有比ALOHA协议更高的介质利用率。

CSMA/CD控制方式的优点是：

原理比较简单，技术上易实现，网络中各工作站处于平等地位，不需集中控制，不提供优先级控制。但在网络负载增大时，发送时间增长，发送效率急剧下降。

CSMA/CD应用在 OSI 7层里的数据链路层

它的工作原理是：发送数据前先监听信道是否空闲，若空闲则立即发送数据。在发送数据时，边发送边继续监听。若监听到冲突，则立即停止发送数据。等待一段随即时间，再重新尝试。

二、进阶篇：

CSMA/CD控制规程：

控制规程的核心问题：解决在公共通道上以广播方式传送数据中可能出现的问题（主要是数据碰撞问题）

控制过程包含四个处理内容：侦听、发送、检测、冲突处理

(1) 侦听：

通过专门的检测机构，在站点准备发送前先侦听一下总线上是否有数据正在传送（线路是否忙）？

若“忙”则进入后述的“退避”处理程序，进而进一步反复进行侦听工作。

若“闲”，则一定算法原则（“X坚持”算法）决定如何发送。

(2) 发送：

当确定要发送后，通过发送机构，向总线发送数据。

(3) 检测：

数据发送后，也可能发生数据碰撞。因此，要对数据边发送，边接收，以判断是否冲突了。（参5P127图）

(4) 冲突处理：

当确认发生冲突后，进入冲突处理程序。有两种冲突情况：

① 侦听中发现线路忙

② 发送过程中发现数据碰撞

① 若在侦听中发现线路忙，则等待一个延时后再次侦听，若仍然忙，则继续延迟等待，一直到可以发送为止。每次延时的时间不一致，由退避算法确定延时值。

② 若发送过程中发现数据碰撞，先发送阻塞信息，强化冲突，再进行侦听工作，以待下次重新发送（方法同①）

几个概念：

上述两种冲突情况都会涉及一个共同算法——退避算法。

① 退避算法：当出现线路冲突时，如果冲突的各站点都采用同样的退避间隔时间，则很容易产生二次、三次的碰撞。因此，要求各个站点的退避间隔时间具有差异性。这要求通过退避算法来实现。

截断的二进制指数退避算法（退避算法之一）：

当一个站点发现线路忙时，要等待一个延时时间M，然后再进行侦听工作。延时时间M以下算法决定：

$$M = 2 \min\{n, 16\} \text{ ms}$$

其中，n表示连续侦听的次数（记数值）。该表达式的含义是：第一次延迟2ms，再冲突则延迟22ms，以后每次连续的冲突次数记数都比前一次增加一倍的延迟时间，但最长的延迟时间不超过216ms。（即：超过16次做特殊处理）

② 特殊阻塞信息：是一组特殊数据信息。在发送数据后发现冲突时，立即发送特殊阻塞信息（连续几个字节的全1），以强化冲突信号，使线路上站点可以尽早探测得到冲突的信号，从而减少造成新冲突的可能性。

③ 冲突检测时间 $\geq 2\alpha$: α 表示网络中最远两个站点的传输线路延迟时间。该式表示检测时间必须保证最远站点发出数据产生冲突后被对方感知的最短时间。在 2α 时间里没有感知冲突, 则保证发出的数据没有产生冲突。(只要保证检测 2α 时间, 没有必要整个发送过程都进行检测)

④ X-坚持的CSMA算法: 当在侦听中发现线路空闲时, 不一定马上发送数据, 而采用X-坚持的CSMA算法决定如何进行数据发送:

三种算法及特点:

- 非坚持的CSMA: 线路忙, 等待一段时间, 再侦听; 不忙时, 立即发送; 减少冲突, 信道利用率降低:

- 1坚持的CSMA: 线路忙, 继续侦听; 不忙时, 立即发送; 提高信道利用率, 增大冲突:

- p坚持的CSMA: 线路忙, 继续侦听; 不忙时, 根据p概率进行发送, 另外的 $1-p$ 概率为继续侦听 (p是一个指定概率值); 有效平衡, 但复杂:

(5) 控制流程图 (右上角图):

(6) CSMA控制规程的特征

① 简单

② 具有广播功能

③ 平均带宽: $f = F / n$

④ 绝对平等, 无优先级

⑤ 低负荷高效, 高负荷低效

⑥ 延时时间不可预测

⑦ 传输速率与传输距离为一定值

CSMA/CA

无线局域网标准802.11的MAC和802.3协议的MAC非常相似, 都是在一个共享媒体之上支持多个用户共享资源, 由发送者在发送数据前先进行网络的可用性。在802.3协议中, 是由一种称为CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)的协议来完成调节, 这个协议解决了在Ethernet上的各个工作站如何在线缆上进行传输的问题, 利用它检测和避免当两个或两个以上的网络设备需要进行数据传送时网络上的冲突。在802.11无线局域网协议中, 冲突的检测存在一定的问题, 这个问题称为"Near/Far"现象, 这是由于要检测冲突, 设备必须能够一边接受数据信号一边传送数据信号, 而这在无线系统中是无法办到的。

鉴于这个差异, 在802.11中对CSMA/CD进行了一些调整, 采用了新的协议CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)或者DCF(Distributed Coordination Function)。CSMA/CA利用ACK信号来避免冲突的发生, 也就是说, 只有当客户端收到网络上返回的ACK信号后才确认送出的数据已经正确到达目的。

CSMA/CA协议的工作流程是: 一个工作站希望在无线网络中传送数据, 如果没有探测到网络中正在传送数据, 则附加等待一段时间, 再随机选择一个时间片继续探测, 如果无线网络中仍旧没有活动的话, 就将数据发送出去。接受端的工作站如果受到发送端送出的完整的数据则回发一个ACK数据报, 如果这个ACK数据报被接收端收到, 则这个数据发送过程完成, 如果发送端没有收到ACK数据报, 则或者发送的数据没有被完整地收到, 或者ACK信号的发送失败, 不管是哪种现象发生, 数据报都在发送端等待一段时间后被重传。

CSMA/CA通过这种方式来提供无线的共享访问, 这种显式的ACK机制在处理无线问题时非常有效。然而不管是对802.11还是802.3来说, 这种方式都增加了额外的负担, 所以802.11网络和类似的Ethernet网比较总是在性能上稍逊一筹。

CSMA/CD和CSMA/CA的主要差别对比如下:

CSMA/CD: 即载波监听多路访问/冲突检测方法

CSMA/CA: 带有冲突避免的载波侦听多路访问, 发送包的同时不能检测到信道上有无冲突, 只能尽量'避免';

1. 两者的传输介质不同, CSMA/CD用于总线以太, 而CSMA/CA则用于无线局域网802.11b;

2. 检测方式不同, 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. WLAN中, 对某个节点来说, 其刚刚发出的信号强度要远高于来自其他节点的信号强度, 也就是说它自己的信号会把其他的信号给覆盖掉;

4. 本节点处有冲突并不意味着在接收节点处就有冲突;

综上, 在WLAN中实现CSMA/CD是比较困难的。

