

带冲突检测载波监听多路访问技术的性能分析

蒋黎红

(丽水师范专科学校 浙江丽水 323000)

摘要 从CSMA/CD的原理出发,分析了网络吞吐量和网络负载之间的关系,并计算出实际网络最大吞吐量的数值.

关键词 吞吐量 网络负载 分组

中图分类号 TP393.1

在局域网中,网络的拓扑结构与介质访问控制方法是影响网络性能的两个重要因素.带冲突检测的载波监听多路访问技术(CSMA/CD)采用共享介质竞争访问机制,是目前局域网主要的介质访问控制方法.CSMA/CD在网络通信强度较轻时呈现吞吐量随网络负载增大而增大、网络时延小的特性,但网络通信强度过大时,分组冲突的机会增大使网络的吞吐量反而下降.研究CSMA/CD的吞吐量与网络负载的关系,并计算实际网络的最大吞吐量和对应的网络负载强度,对网络的规划和提高网络的运行速度,具有一定的指导意义.

1 CSMA的基本工作原理

共享介质局域网介质访问控制方法可分为竞争访问与受控访问,受控访问包括集中控制(如轮询)和分散控制(如令牌传递);竞争访问主要有CSMA和CSMA/CD.CSMA/CD即发送前先监听信道是否空闲,若信道忙,可采用坚持(坚持监听直到信道空闲)和非坚持(延迟一段随机时间再监听信道)两种策略;若信道空闲,可采用以概率 p 发送分组、以概率 $1-p$ 延迟一段时间重新监听信道或立即发送数据($p=1$)两种策略^[1].在数据发送过程中,继续监听信道是否发生冲突,一旦检测到发生冲突,立即停止发送.在实际网络中,1—坚持CSMA/CD由于实现容易而较多使用.

1—坚持(坚持监听,信道一旦空闲立即发送)策略能够抓紧一切有利时机发送数据,提高网络的效率.但如果有两个或更多的站点同时在监听信道,则一旦信道变成空闲,这些站点将同时发送分组而使冲突不可避免,分组的重发引起冲突的加剧,网络的吞吐量反而下降,也即当网络的通信强度过大时,1—坚持CSMA/CD的吞吐量将减小.

2 1—坚持 CSMA/CD 的吞吐量计算

设网络端到端的延迟时间为 τ , 发送一个分组的时间为 T_0 , 则发送一个分组的网络占用时间为 $T_0 + \tau$.

设网络站点数足够 (> 20), 分组的到达满足泊松分布, 即 T 秒时间内到达 k 个分组的概率为:

$$P[T \text{ 秒内到达 } k \text{ 个分组}] = \frac{(\lambda T)^k e^{-\lambda T}}{k!} \quad (1)$$

式中: λ 为平均到达率

定义 S (网络吞吐量) 为 T_0 时间内成功发送的平均分组数 ($0 < S < 1$), G (网络负载) 为 T_0 时间内总共发送的平均分组数 ($G > S$). $G = \lambda T_0$

设一个分组被成功发送的概率为 P_s , 则: $S = P_s G$

根据 1—坚持 CSMA/CD 的工作原理, 一个分组要成功发送, 要求在 $T_0 + \tau$ 时间内有且仅有一个分组到达, 并且分组开始发送后 τ 时间内没有其他分组到达 (如图 1 所示). 根据式 (1), $T_0 + \tau$ 时间内有且仅有一个分组到达的概率为:

$$P_1 = \frac{P[\text{在 } T_0 + \tau \text{ 时间内有一个分组到达}]}{P[\text{在 } T_0 + \tau \text{ 时间内有分组到达}]} = \frac{P[\text{在 } T_0 + \tau \text{ 时间内有一个分组到达}]}{1 - P[\text{在 } T_0 + \tau \text{ 时间内没有分组到达}]}$$

$$= \frac{\lambda (T_0 + \tau) e^{-\lambda (T_0 + \tau)}}{1 - e^{-\lambda (T_0 + \tau)}}$$

τ 时间内无分组到达的概率为:

$$P_2 = e^{-\lambda \tau}$$

$$P_s = P_1 \cdot P_2 = \frac{\lambda (T_0 + \tau) e^{-\lambda (T_0 + \tau)}}{1 - e^{-\lambda (T_0 + \tau)}} \times e^{-\lambda \tau} = \frac{\lambda (T_0 + \tau) e^{-\lambda (T_0 + 2\tau)}}{1 - e^{-\lambda (T_0 + \tau)}} \quad (2)$$

令 $a = \frac{\tau}{T_0}$ 为归一化的传播延迟, 将 $\lambda = \frac{G}{T_0}$ 代入 (2) 式得:

$$S = G \times \frac{\lambda (T_0 + \tau) e^{-\lambda (T_0 + 2\tau)}}{1 - e^{-\lambda (T_0 + \tau)}} = G \times \frac{G(1+a)e^{-G(1+2a)}}{1 - e^{-G(1+a)}} \quad (3)$$

3 实际网络讨论

在实际以太网中, 用细缆组成的网段的最大长度为 185 m, 端到端的延迟为 $0.925 \mu\text{s}$. CSMA/CD 介质访问控制协议由 IEEE802.3 定义, 最小帧长 512 位, 最大帧长 1518 字节^[2], 在 Netware 服务器中默认的最大帧长为 4202 位. 当帧长为 1500

位, 网络带宽为 10 M 时, 发送一个分组的时间 T_0 为 $150 \mu\text{s}$, $a = 0.0061$, $G = 1.58$ 时, S 达到最大值 0.64; 当帧长为 512 位时, T_0 为 $51.2 \mu\text{s}$, $a = 0.018$, $G = 1.51$ 时, S 达到最大值 0.62. S 随 G 变化的关系曲线如图 2 所示, G 大于 1.6 时, S 随 G 的增大而下降, 网络性能开始变坏.

为保证网络的稳定性, 实际的局域网必需采用适当的退避算法, 如以太网采用二进制动态退避算法: 当冲突发生时, 重发分组需延迟一段时间, 所需延迟时间是基本延迟时间 (如取为 2τ) 的 r 倍, r 是从离散的整数集合 $\{0, \dots, 2^k - 1\}$ 中随机地取一个数, 而 $k = \text{Min}(\text{重发次数}, 10)$. 这样尽管采用 1—坚持策略, 网络还是稳定的.

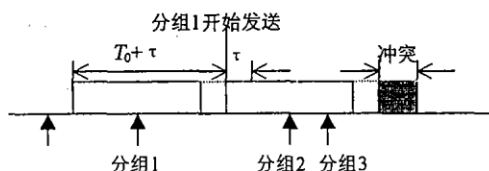


图 1 发送一个分组的时间

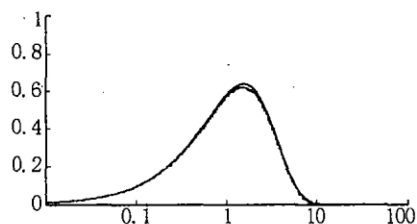


图 2 $G - S$ 关系曲线

- 1 谢希仁. 计算机网络. 大连:大连理工大学出版社,1989.121~127
- 2 胡道元. 计算机局域网. 北京:清华大学出版社,1990.94~101

[illegible]

该装置的控制 器采用内装方式,有霍尔效应式和磁脉冲式两种。