

移动 Ad Hoc 网 MAC 协议的一种改进算法

王 昆

(西南科技大学 计算机学院,四川 绵阳 621010)

摘 要:着重分析了影响公平性的退避算法,对用于无线局域网的乘性增加、线性减少(MILD)退避算法进行了改进。运用 NS2 仿真工具对改进算法后的信道接入的公平性进行了分析。结果表明,与 BEB 算法相比,改进后的 MILD 退避算法能大幅度提高信道接入的公平性。

关键词:移动 Ad Hoc 网络;MAC 协议;退避算法

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

An improved algorithm of MAC protocol for mobile Ad Hoc networks

WANG Kun

(College of Computer Science and Technology, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: The thesis mainly analyzes the backoff algorithms affecting fairness and improves the multiple increase linear decrease (MILD) backoff algorithm used in wireless local area network(WLAN). Using NS2 to analyze the network's fairness of the channel access of the improved algorithms, the simulation results show that, compared with BEB algorithm, the improved MILD backoff algorithm can improve the fairness of the channel access.

Key words: mobile Ad Hoc network; MAC protocol; backoff algorithm

20 世纪 90 年代中期,随着一些技术的公开,移动 Ad Hoc 开始引起人们的关注,成为移动通信领域的一个研究热点。PHIL K 在其业余分组无线电的研究中提出了一种用于单信道网络的信道接入控制协议——多址接入冲突避免协议 MACA(Multiple Access with Collision Avoidance)^[1],它使用 RTS/CTS 握手机制,其目的是要解决移动 Ad Hoc 网络中的隐藏终端问题。为了提高网络性能,在无线环境下的多址接入冲突避免 MACAW (MACA for Wireless)^[2] 协议中, BHARGHAVAN 建议使用 RTS-CTS-DS-DATA-ACK 的消息交换机制发送数据分组。相比 MACA 而言,MACAW 增加了 DS 和 ACK 2 个控制分组。通过使用 ACK 分组,尽量使节点在 MAC 层就快速重传冲突的分组,而不需要在传输层进行重传。为了进一步改善信道接入的公平性,学者们还在 MACAW 中引入了乘性增加、线性减少 MILD(Multiplicative Increase Linear Decrease)退避算法。

1 移动 Ad Hoc 网 MAC 协议退避算法

1.1 二进制指数退避算法

二进制指数退避算法是 IEEE 802.11 MAC 协议中所采用的。该算法可以用以下 2 个函数来表述:

```
inc_cw()
{
  cw_ = (cw_ << 1) + 1;
  if(cw_ > CWMax)
    cw_ = CWMax;
}
rst_cw()
{
  cw_ = CWMin;
}
```

(1)当节点发送数据成功时,调用 rst_cw(),将竞争窗口 cw_ 调整到最小值 CWMin。

(2)当节点发送的数据发生冲突时,调用 inc_cw()函数,将竞争窗口 cw_ 加倍。当竞争窗口 cw_ 超过最大值 CWMax 时,将竞争窗口 cw_ 设置为 CWMax。

(3)当节点连续 7 次发送数据失败时,也调用 rst_cw(),将竞争窗口调整到最小值 CWMin。

BEB 算法将带来严重的不公平性,因为在节点一次发送成功后,将其竞争窗口调整为最小值 CWMin,而其他发

网络与通信 Network and Communication

送数据失败的节点的竞争窗口值变为原来的 2 倍,使竞争窗口值变得比较大。在后续的竞争,竞争窗口小的节点在竞争中获胜的可能性大。获胜后,竞争窗口又降为最小,其他发送失败的节点的竞争窗口再次增大,获胜的节点更有优势,而其他节点接入信道的概率很小。

1.2 乘性增加、线性减少(MILD)退避算法

为了改进 IEEE 802.11 MAC 协议中 BEB 算法的公平性问题,在 MACAW 中提出了乘性增加、线性减少退避算法 MILD。该算法对 BEB 算法进行了修改,算法程序伪代码如下:

```
inc_cw()
{
  cw_ = a*cw_ ;
  if(cw_ > CWMax)
  cw_ = CWMax;
}
rst_cw()
{
  cw_ = cw_-b;
  if(cw_ < CWMin)
  cw_ = CWMin;
}
```

其中, a 和 b 是 2 个可调节的参数。在 MILD 退避算法中,一次发送成功后,竞争窗口减小 b ,若取适当的 b 值,则竞争窗口 $cw_$ 不会大幅度减小。当节点发送的数据发生冲突时,竞争窗口增加 a 倍,若 a 取值合理,则竞争窗口 $cw_$ 也不会急剧增加。在参考文献[2]中, a 和 b 的值分别是 2 和 1,即倍数增加,线性减少,并在无线局域网环境下进行了仿真。仿真结果表明,使用 MILD 算法比使用 BEB 算法的公平性要好。参考文献[3] 在无线局域网环境下对 MILD 进行了进一步研究,结果表明,MILD 在网络负载很重的情况下,性能比 BEB 算法要好很多。但当网络的负载很小时,MILD 的性能不如 BEB 算法。这是因为它需要很长的时间才能从由偶然的碰撞引起的退避中恢复过来,而且,当激活的节点数量从很多急剧减少时,由于 MILD 对竞争窗口是线性减小的,不能很快地把竞争窗口 $cw_$ 调整到最小,从而引起不必要的退避。最极端的情况为:当 $CWMin=31$, $CWMax=1\ 023$ 时,用 MILD 算法最多要经历 992 次成功发送,竞争窗口 $cw_$ 才能达到 $CWMin$,而 BEB 算法只经历一次成功发送,竞争窗口 $cw_$ 就可达到 $CWMin$ 。当信道竞争较激烈时,各节点在发生冲突时按倍数增加退避时间,一段时间后,各节点的退避计数器值都较大,如果这时某个新节点加入网络,因为新加入的节点不知道信道的竞争情况,它的退避计数器的值会比较小。这样竞争信道的各节点的退避计数器值就有了较大的差异,严重的不公平现象就会产生。

2 乘性增加、线性减少 MILD 退避算法的改进

在 MILD 退避算法中,当节点发送数据失败后,竞争窗

口变为原来的 $a(a=2)$ 倍;当节点发送数据帧成功后,竞争窗口减小 $b(b=1)$ 。成功发送数据的节点的竞争窗口比发送失败的节点的竞争窗口小得多,进而造成了信道接入的不公平性。为了改善公平性,应把成功发送数据的节点的竞争窗口增大,让发送失败的节点有更多的机会接入信道。根据这个思想,对 MILD 退避算法做出了改进,以达到节点公平地共享信道的目的。

在改进后的算法中,MILD 算法中乘性增加部分保持不变,线性减少改为线性增加,当竞争窗口超过最大值时,把竞争窗口置为最小。本文把这种算法称为改进的乘性增加、线性减少退避算法。改进后的伪代码如下:

```
inc_cw()
{
  cw_ = a*cw_ ;
  if(cw_ > CWMax)
  cw_ = CWMax;
}
rst_cw()
{
  cw_ = cw_+b;
  if(cw_ > CWMax)
  cw_ = CWMin;
}
```

3 仿真结果分析

在 MAC 协议研究中,信道接入的公平性是一个最常用的指标。公平性指数是衡量节点之间是否公平地共享信道的一个重要标志,在参考文献[4]中使用了改进的公平性指数 IFI (Improved Fairless Index),表示最大链路的吞吐量 $Throughput_{max}$ 与最小链路的吞吐量 $Throughput_{min}$ 之差与总的吞吐量 $Throughput_{total}$ 的比值,其表达式为:

$$IFI = \frac{Throughput_{max} - Throughput_{min}}{Throughput_{total}} \quad (1)$$

IFI 的值界于 0 与 1 之间。理想情况下,每条链路有相同的吞吐量,这时 $IFI=0$;如果一个节点占据共享信道,而其他节点不能接入信道,则 $IFI=1$,这是最不公平的情况。 IFI 越小,则所获得的信道接入公平性越高。在本文中,采用式(1)来计算公平性。

仿真拓扑采用参考文献[5]中所使用的线性拓扑,如图 1 所示。节点之间的间隔为 150 m,在彼此的通信范围(250 m)之内,在节点 A、B 之间,C、D 之间分别有一条承载于 UDP 上的 CBR 流。假定节点 A 在 0 s 的时刻向节点 B 发送 CBR 流,节点 C 也在 0 s 的时刻向节点 D 发送 CBR 流,仿真时间为 100 s,包的大小设置为 1 000 B,信道速率为 2 Mb/s。



图 1 由移动节点 A、B、C、D 构成的线性拓扑

(下转第 43 页)

由于 MILD 退避算法的参数可以调整,在仿真中,取 $a=2$ 、 $b=1$ 和 $a=2$ 、 $b=2$ 进行仿真,结果如图 2 所示。

从图 2 可知,与 BEB 算法相比,改进后的 I-MILD 算法在链路负载较高的情况下,可大幅度提高信道接入的公平性,且 $b=2$ 时的公平性比 $b=1$ 时的公平性好,这是因为节点发送数据成功后,把竞争窗口增大了,减小了与发送失败节点的竞争窗口的差距,从而使得节点之间能够公平地竞争信道。

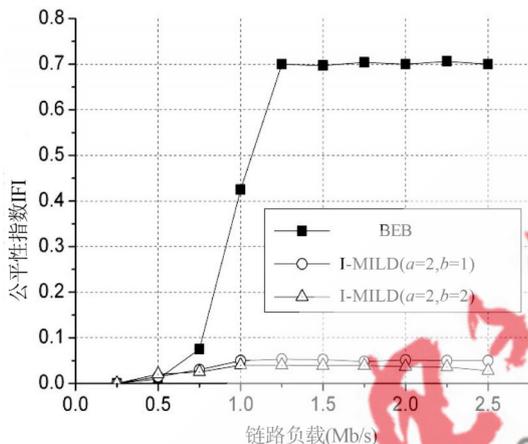


图 2 BEB、I-MILD 公平性指数

本文对改进后的 I-MILD 退避算法进行了仿真,并适当调整了 I-MILD 算法的参数,与采用 BEB 退避算法相比,采用 I-MILD 退避算法能在很大程度上提高信道接入的公平性。而且此项改进是在 BEB 退避算法的基础上进行的,不用添加额外的硬件,实现简单,运用灵活,具有较高的实用价值。

参考文献

[1] PHIL K. MACA-A new channel access method for packet Radio. ARRL/CRRL Amateur Radio 9th computer Networking 《微型机与应用》2009 年第 22 期

[2] BHARGHAVAN V, DEMERS A, SHENKER S. et al. MACAW: a media access protocol for wireless LANs. ACM Sigcomm'94, 1994.

[3] SONG N O, KWAK B J, SONG J. et al. Enhancement of IEEE 802.11 distributed coordination function with exponential increase exponential decrease backoff Algorithm. Vehicular Technology Conference (VTC). 2003(4):22-25.

[4] WU Chuan Xia, FENG Jun Huan, FAN Ping Zhi. On a new queue backoff fair algorithm for Ad Hoc Networks. Proceedings of IEEE PDCAT 2003, 2003:335-339.

[5] 李云,陈前斌,隆克平等.无线自组织网络中 TCP 稳定性分析及改进.软件学报,2003,14(6):1178-1186.

(收稿日期:2009-07-31)

欢迎订阅

微型机与应用

半月刊

订阅代号: 82-417