

# IEEE802.11 与高级红外无线 AIr MAC 协议的性能比较

张 晓<sup>1)</sup> 席小霞<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 北京交通大学, 北京, 100044)

(<sup>2)</sup> 桂林电子工业学院, 广西桂林, 541004)

**摘 要** 红外线作为室内通信无线传输媒质, 具有低成本、低功耗等特点。本文描述了 IEEE 802.11 红外局域网媒质访问控制协议 (MAC) 和红外数据协会 (IrDA) 提出的高级红外媒质访问控制层协议 (AIr MAC); 研究了两种协议性能估计模型并利用 OPNET 仿真工具对 IEEE 802.11 MAC 与高级红外 AIr MAC 接入性能进行了仿真验证。通过对两种 MAC 协议接入方式、吞吐量性能估计模型以及吞吐量性能仿真结果进行比较分析, 总结了 IEEE 802.11 红外局域网媒质接入协议和高级红外媒质接入协议之间的不同之处。

**关键词** IEEE 802.11 MAC AIr CSMA/CA 无线局域网

## Performance Comparison of the IEEE 802.11 and AIr Infrared Wireless MAC Protocols

ZHANG Xiao<sup>1)</sup> XI Xiaoxia<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> Beijing Jiaotong University, Beijing, 100044)

(<sup>2)</sup> Guilin University of Electronic Technology, Guilin, 541004)

**Abstract:** As one of the transmission media for short range indoor wireless data communications, Infrared (IR) medium has the features of low cost and low power consumption. IEEE 802.11 Infrared W-LAN and Infrared Data Association (IrDA) Advanced Infrared Medium Access Control (AIr MAC) layer protocols are presented; Two performance evaluation models are studied and simulation verification of the results is provided by using the OPNET Modeler package; A performance comparison is made between the IEEE 802.11 Infrared WLAN and the IrDA Advanced Infrared MAC protocols by analyzing the MAC protocols, the throughput performance evaluation model and the simulation results.

**Key words:** IEEE 802.11, MAC, AIr CSMA/CA, Wireless Local Area Network

---

**收稿日期:** 2005-05-24

**作者简介:** 张 晓 (1978 —), 女, 北京交通大学电子信息工程学院 03 级工程硕士。

席小霞 (1977 —), 女, 桂林电子工业学院通信与信息工程系 02 级硕士研究生。

## 1 引言

随着无线通信技术与计算机网络技术的发展,红外线作为室内通信无线传输媒质,具有安全、低成本、低功耗等特点,并且无需申请特定频率使用执照,这在当前频率资源匮乏的情况下,具有相当优势;红外数据传输速率较高,适合传输容量大的文件及多媒体流;红外线发射角度较小,采用点到点的连接,数据传输所受干扰较少,速率可达 16Mb/s。在无线局域网中,媒质接入方式对网络性能具有很大的影响。本文对红外局域网中具体的接入方式进行研究,分析了 IEEE802.11 红外局域网媒质访问控制协议(MAC)和高级红外 AIr CSMA/CA(Advanced Infrared Carrier Sensing Multiple Access With Collision Avoidance)媒质接入方式。通过仿真对两者的 MAC 接入性能进行了比较分析,文章结构安排如下:第二节分析了 IEEE802.11 红外局域网 MAC 接入方式,第三节详细描述了红外 AIr MAC 接入方式,第四节研究了 AIr 与 802.11 MAC 性能分析数学模型;第五节为接入性能模式仿真验证;第六节总结了红外 AIr MAC 与 IEEE802.11 MAC 接入性能之不同点。

## 2 IEEE802.11 红外局域网 MAC 接入方式

IEEE802.11 媒质接入过程<sup>[1]</sup>如图 1 所示。发送主机监听信道,若信道空闲且空闲时间达到帧间隔时间 DIFS,主机立即发送数据帧;若监听到信道忙,则延迟接入,直到信道空闲时间达 DIFS 后进入退避过程。在退避状态下,根据退避算法计算退避时间,设置相应的退避时间计时器。信道空闲时,退避计时器开始计时。每隔一时隙(8μs),计时器减一。等至计时器减到零时,主机立即发送数据帧;在计时期间,如检测到信道忙,则退避计时器停止计时,直到信道空闲时间大于 DIFS 后恢复计时。主机发送数据帧后,如果在规定的时间内收到确认帧 ACK,表明数据帧发送成功;如果没有收到 ACK,表明发送失败,重新进入退避过程。

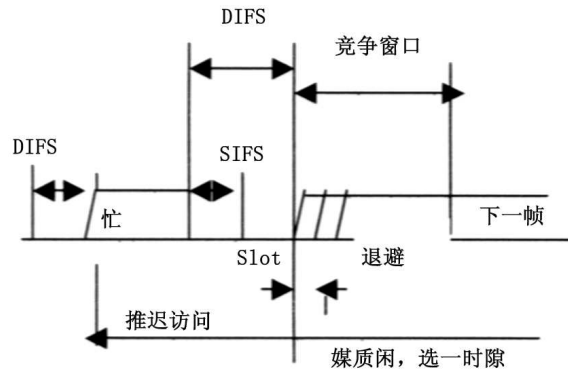


图 1 IEEE802.11 MAC 接入方式

## 3 高级红外 AIr MAC 接入方式

根据红外数字协会(IRDA),红外局域网 MAC 采用类似于 IEEE802.11 但又与其有细微差别的 AIr CSMA/CA 协议,此协议可使数据速率达到 4M。下面描述其接入方式:发送主机在发送一 RTS 帧之前,每 800μs 在竞争窗口(0,CW)中随机选择一个冲突避免时隙(CAS),设置冲突避免计时器,其中 CW 表示当前的竞争窗大小,当前 CW 的值由已经发生的冲突次数和成功预留的次数决定。当信道空闲时,退避计时器开始计时。每隔一时隙(800μs),计时器减一,等至计时器减到零时,主机立即发送 RTS 帧;在计时期间,如检测到信道忙,则退避计时器停止计时,直到信道空闲后恢复计时。接受站以 CTS 帧来响应 RTS 帧。传送的分组数目用 ppb 参数来衡量。在最后分组发送后,发送站发送 EOB 帧来结束分组发送,接受站响应一 EOBC 来完成预留机制,其工作原理<sup>[2]</sup>如图 2 所示,其中 TAT 表示链路反转时间。

## 4 AIr MAC 与 802.11 MAC 性能估计数学模型分析

文中 IEEE 802.11 采用 Bianchi 性能分析模型,并将 Bianchi 模型<sup>[1]</sup>适当修改后应用到高级红外性能分析中,我们定义数据传送时间为传送时隙,归一化的吞吐量

$$S = \frac{\text{分组传送时隙}}{\text{整个时隙}}$$

记为

$$S = \frac{P_s P_{tr} L}{(1 - P_{tr})\delta + P_{tr} P_s T_s + P_{tr} (1 - P_s) T_c} \quad (1)$$

式中,  $T_s$  是在一次数据成功传送中信道被侦听到忙的平均时间,  $T_c$  是在数据传送中发生冲突碰撞时信道被侦听到忙的平均时间,  $L$  是分组数据传送时间 (假定分组大小是常数),  $\delta$  是竞争时隙时间,  $P_{tr}$  是时隙至少传送一次的概率,  $P_s$  是分组传送成功的概率。

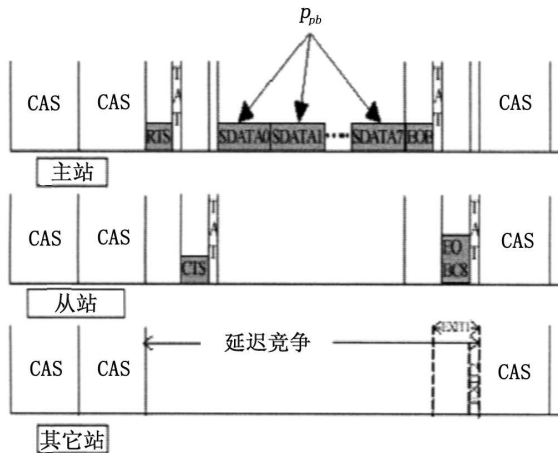


图 2 红外 MAC 接入方式

在 802.11 MAC 协议中, 已知  $T_s$  和  $T_c$  由下式给出<sup>[4]</sup>:

$$T_s(802.11) = RTS + SIFS + CTS + SIFS + (L + H) + SIFS + ACK + DIFS \quad (2)$$

$$T_c(802.11) = RTS + DIFS \quad (3)$$

式中,  $H$  是数据分组传输开销时间。

在 AIr MAC 中,  $T_s$  和  $T_c$  分别为

$$T_s(AIr) = RTS + TTA + CTS + TTA + ppb(L + H) + EOB + EOBC + EXIT2 \quad (4)$$

和  $T_c(AIr) = \delta \quad (5)$

IEEE802.11 和 AIr MAC 两种系统, 在选择的时隙中至少传送一次的概率  $P_{tr}$  均为

$$P_{tr} = 1 - (1 - \tau)^n \quad (6)$$

式中,  $n$  是网络中的节点数,  $\tau$  是选中时隙的传送概率, 成功传送一次的概率  $P_s$  也就是在选择时隙中网络成功传送一次的概率, 则有

$$P_s = \frac{n\tau(1 - \tau)^{n-1}}{P_{tr}} \quad (7)$$

$\tau$  是由上两种系统的冲突避免过程确定, 在无竞争窗口调节的情况下,  $\tau = \frac{2}{W + 1}$ , 其中  $W$  是竞争窗口的大小, 综上就用数学工具分析了 MAC 的性能。

### 5 AIr MAC 与 IEEE802.11 MAC 接入性能模式仿真验证

下面通过仿真分析二者间的不同。为简化仿真过程, 对 MAC 层作如下假设:

- 所有的用户都是静止的。因为用户移动的平均时间与数据速率相比是非常小的, 可假设为是静止的。
- 所有的用户是静止的, 则所有的通信信道也是静止的, 那么作为误码率决定因素的 SNR 和 SIR, 不会改变 MAC 仿真的吞吐量。这意味着可以简化计算每一分组误码率的过程。

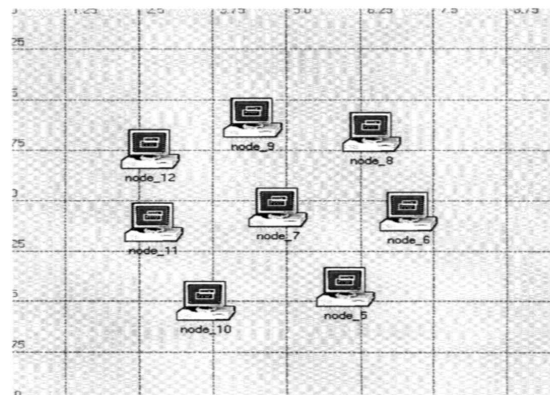


图 3 仿真网络

利用 OPNET 仿真工具进行仿真, 如图 3 所示, 仿真网络由 8 个主机组成, 分布在 10m×10m 的区域内, 各主机为半双工工作方式, 通过红外链路视距通信, 仿真参数如表 1 和表 2 所示。

IEEE802.11 与 AIr MAC 在分组数  $ppb=1$  时的吞吐量 (S) 关系如图 4 所示。从中可看出, IEEE802.11MAC 吞吐量高于 AIr  $ppb=1$  时的吞吐量。

表 1 AIR MAC 参数值

参数	值
数据速率	4M
RTS	244 $\mu$ s
CTS	232 $\mu$ s
EOB	232 $\mu$ s
TAT	200 $\mu$ s
CA 时隙	800 $\mu$ s
EXIT2	200 $\mu$ s

表 2 802.11 MAC 参数

参数	值
数据速率	2M
RTS	144 $\mu$ s
CTS	120 $\mu$ s
ACK	120 $\mu$ s
CA 时隙	8 $\mu$ s
DIFS	128 $\mu$ s
SIFS	28 $\mu$ s

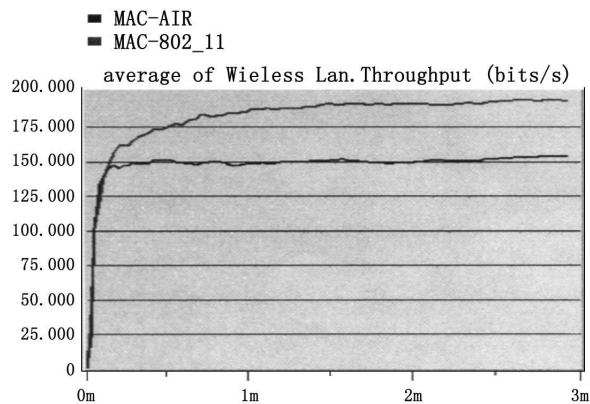


图 4 ppb=1 时的吞吐量

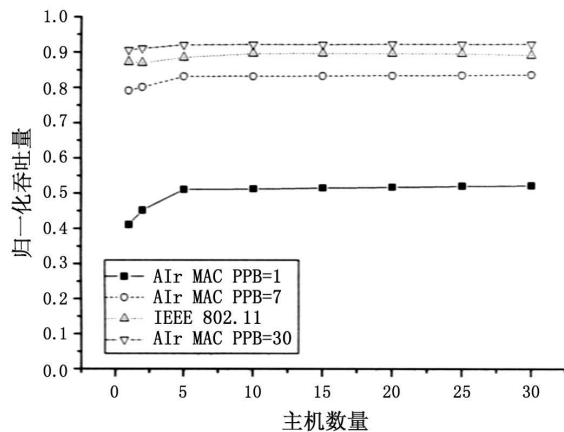


图 5 不同 ppb 数目下的吞吐量

当 AIr 分组数 ppb=20 时, AIr 的吞吐量近似于 IEEE802.11 的吞吐量。当 AIr ppb > 20 时, AIr 的吞吐量大于 IEEE802.11 的吞吐量, 且吞吐量随着 ppb 数目的增多而增大 (如图 5 所示)。从中还可看出, 系统的主机数超过 5 台时, 饱和吞吐量与系统中的主机数无关。

## 6 结论

通过对高级红外协议 AIr MAC 与 IEEE802.11 MAC 协议、MAC 接入性能的数学模型以及 AIr 与 802.11 MAC 仿真对比进行的分析可知, 红外 AIr MAC 与 IEEE802.11 MAC 接入方式主要有以下几点不同:

- (1) 时隙长度不同, IEEE802.11 时隙为 8 $\mu$ s, 而 AIr 为 800 $\mu$ s。
- (2) 媒质接入竞争机制不同, IEEE802.11 MAC 采用二进制指数退避算法<sup>[3]</sup>, 而高级红外协议 AIr CSMA/CA 采用线性退避算法<sup>[1]</sup>。
- (3) 可传输的分组数目不同, IEEE802.11 只传输一个分组, 而 AIr 可传输一组分组。
- (4) 数据最高速率不同, IEEE802.11 最高为 2M, 而 AIr 可达到 4M。
- (5) 当 AIr 分组数目 ppb > 20 时, 网络吞吐量高于 IEEE802.11。

## 参考文献

- [1] Bianchi, G. Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function. IEEE Journal on Selected Areas in Communications. 2000, 18(3): 535-547.
- [2] P. Barker, V. Vitsas, A. C. Boucouvalas. Simulation Analysis of the Advanced Infrared (AIr) MAC Wireless Communications Protocols. IEEE Proceedings Circuits Devices and Systems, Vol.149, No.3, June 2002, pp.193-197.
- [3] 金纯, 陈林星, 杨吉云 编著. IEEE 802.11 无线局域网. 北京: 电子工业出版社.
- [4] IEEE Standard 802.11 Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications 1999.
- [5] P. Barker, A. C. Boucouvalas. Performance comparison of IEEE 802.11 and AIr infrared wireless MAC Optical Protocols. PG Net 2001. Liverpool John Moores Univ. June 2001.