

下一代 WLAN 中一种基于分组的上行 OFDMA 随机接入方法

杨桉楠, 李波, 杨懋, 闫中江

(西北工业大学 电子信息学院, 陕西 西安 710072)

摘要:传统的无线局域网(wireless local area network, WLAN)标准 IEEE 802.11 采用载波侦听/冲突避免机制,允许单个用户竞争信道接入。而即将到来的下一代 WLAN 标准 IEEE 802.11ax,将正交频分多址(orthogonal frequency division multiple access, OFDMA)技术和随机接入相结合,在上行传输中可以采用上行 OFDMA 随机接入(uplink OFDMA random access, UORA)技术,允许多个用户同时随机接入信道传输数据,因此提高了网络的资源利用率。虽然 IEEE 802.11ax 中的 UORA 技术具有信令开销小的优点,但是当用户数较多时,随机接入的冲突增加会导致网络吞吐量下降。因此,提出一种分组 UORA 的接入方法,无线接入点(access point, AP)作为中心调度节点对用户和资源进行分组,为不同组的用户和资源设置不同的标签,用户只能随机接入具有相同标签的资源。通过建立数学模型和仿真的方法,验证了分组 UORA 方法的有效性。分组 UORA 方法的网络吞吐量较 IEEE 802.11ax 中的原始 UORA 有所提升,因此具有一定的实际意义。

关键词:无线局域网;正交频分多址接入;上行 OFDMA 随机接入;分组

中图分类号: TN925

文献标志码: A

文章编号: 1000-2758(2020)01-0155-07

近年来,针对下一代 WLAN 的标准 IEEE 802.11ax 的研究备受关注,目前已发布 4.0 版本草案。IEEE 802.11ax 4.0 草案中媒体接入控制(media access control, MAC)层采用正交频分多址(orthogonal frequency division multiple access, OFDMA)技术,将信道划分为若干个正交的子载波,不同数目的子载波可以组成在频域上不重合的资源单元(resource unit, RU),多个用户可以在 RU 上并行接入传输^[1]。

IEEE 802.11ax 中的中心接入点(access point, AP)不但可以将 RU 资源调度给用户接入,而且支持用户不预先申请资源情况下的随机接入。IEEE 802.11ax 支持的随机接入技术就是上行正交频分多址随机接入(uplink OFDMA random access, UORA)。下一代 WLAN 的部署场景包括企业办公室场景、户外大型热点、密集住宅公寓、体育场场景等^[2],这些

场景具有 AP 部署密集,用户接入量大,用户移动进出小区频繁等特点。而 UORA 作为下一代 WLAN 唯一支持的随机接入技术,具有信令开销小、不用预先上报传输需求、“认证、连接”后即可接入的优点,特别适合于这些大型的,具有高移动性用户的场景。

近年来学术界对 IEEE 802.11ax 中的 UORA 技术进行了研究^[3-4]。在文献[3]中,通过自适应调整退避窗大小和阶数使 UORA 接入的吞吐量得到优化。为了衡量调度接入和随机接入并存的网络联合承载能力,笔者在文献[4]中提出了“多用户接入容量熵”的概念,并用数学的方法得出 IEEE 802.11ax 调度接入和随机 UORA 接入并存的“多用户接入容量熵”的解析表达式。

而分组接入在 MAC 层的应用目前主要集中在 2 个领域:①采用时隙 Aloha 接入策略的射频识别(radio frequency identification, RFID)系统^[5];②应用

于机器通信中的随机接入信道(random access channel, RACH)^[6]。文献[7-8]研究了基于动态时隙分组 Aloha 算法和方法。文献[7]中提出的算法先利用循环过程来预识别所有的标签,然后将所要识别的标签进行分组,分组结束后再利用 Aloha 接入来识别各组中的标签。文献[8]提出了增强型动态帧时隙 Aloha 算法,该算法首先估算标签数量,如果标签数量的估计值远大于最大帧长,阅读器将这些标签分组来使得每一组的吞吐量达到最大。

分组接入作为一种潜在的负载控制策略,被建议应用于机器通信中^[9-10]。文献[9]建立了可以估计冲突概率、接入成功概率、平均接入时延等参数的分组接入 RACH 理论模型,并根据这个模型提出了一种根据用户接入成功概率来优化组大小和所需资源的方法。在文献[10]中,提出一种通过限制竞争设备数量的双层分组接入方法,该方法通过双层分组的方法可以降低 RACH 的过载。

从已有研究上来看,存在以下2个问题:①当前对刚刚写入草案的 UORA 技术的研究,主要集中在建模和参数优化上,并没有解决当接入用户较多而导致接入效率下降的问题。②分组接入作为一种 MAC 层接入技术,多用于基于时隙 Aloha 的 RFID 系统和基于 RACH 的机器通信系统,目前还没有关于分组应用在下一代 WLAN 中的研究。

有鉴于此,本文采用分组的方法,将用户和 RU 资源分配到不同的组,不同的组具有不同的分组标签,STA 只能接入具有相同的分组标签的 RU 资源。由于分组后组内用户数下降,因此冲突的可能性降低,网络的吞吐量获得了提升。

1 分组 UORA 协议

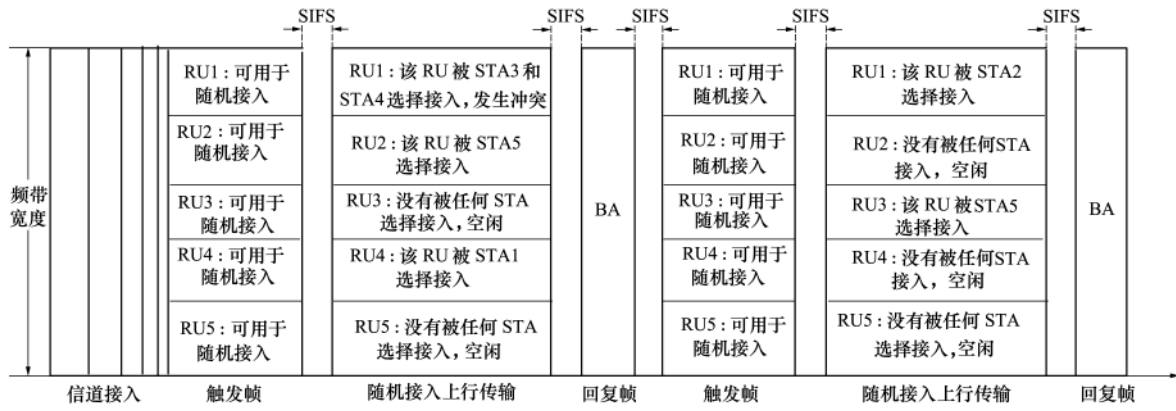
1.1 传统 UORA 接入方法

IEEE 802.11ax 的 MAC 层在时-频维度以 OFDMA 的方式进行多用户的并行传输。在 IEEE 802.11ax 草案中规定 20MHz 频带可被划分为 256 个子载波,子载波间距为 78.125 kHz^[1]。不同个数的子载波组成多个相互正交的 RU 资源块,用户在 RU 资源块上并行接入。下一代 WLAN 标准 IEEE 802.11ax 的下行传输采用基于调度接入的 OFDMA 接入,AP 依据一定的调度算法为每个 STA 分配相应

的 RU 资源来进行传输。与下行不同的是,IEEE 802.11ax 的上行传输可以采用调度接入的方式,也可以采用随机接入的方式或者采用两者的混合接入方式。IEEE 802.11ax 支持的唯一随机接入模式就是 UORA。

传统的 UORA 接入规则如下^[1]:每个随机接入的节点(station, STA)需要维护一个 OFDMA 退避计数器(OFDMA backoff counter, OBO),该计数器在 0 到 OFDMA 竞争窗(OFDMA contention window, OCW)内随机取值。OCW 服从二进制指数倍数增大规则。随机接入过程如下:AP 发送触发帧(trigger frame, TF),STA 收到 TF 帧后计算 TF 帧中所有可以用于随机接入的 RU 个数。这时,STA 判断自己的 OBO 是否大于 RU 数,如果大于则将自己的 OBO 值更新为(OBO-RU 数),如果小于 STA 将自己的 OBO 置 0。对于那些 OBO 为 0 的 STA,在可以用于随机接入的 RU 中随机选择一个进行接入。如果同时有 2 个或 2 个以上的 STA 选择了同一个 RU,那么发生冲突,OCW 加倍。如果没有冲突发生,STA 在 RU 上接入传输,并且将它的 OCW 设置为最小的 OCW 值。

如图 1 所示,20 MHz 带宽被分为 5 个 RU,分别为 RU1~RU5。网络中共有 5 个 STA,采用 UORA 的方式接入信道。图 1 所示的接入流程如下:①AP 经过载波侦听和退避过程来竞争信道使用权,AP 首先发送 TF 帧,在 TF 帧内部设置所有 RU 的 AID12 域为 0,代表它们可以用于随机接入。随机接入的 STA1~STA5 的 OBO 初始值分别为 3,8,4,2 和 2。②收到 TF 帧后,执行 OBO 退避,将自己的 OBO 减去 5。③在 RU 传输阶段,STA 随机选择一个 RU 进行接入,STA1 和 STA5 分别选择 RU4 和 RU2 接入传输,STA2 由于 OBO 未退避到 0 不接入,STA3 和 STA4 选择了相同的 RU1 传输发生冲突,传输失败。传输成功的 STA1 和 STA5 重新在最小竞争窗内随机选择 OBO 值为 13 和 3。STA3 和 STA4 由于发生了冲突,竞争窗加倍至 32,分别随机选择 OBO 值为 26 和 17 后继续退避。④第 2 个传输阶段,STA2 和 STA5 的 OBO 退避到 0,随机接入 RU1 和 RU3,而 STA1、STA3 和 STA4 由于未退避到 0,则保持 OBO 等待下一次的接入机会。



STA1	STA1 OBO=3	$OBO(3)-5=>0$	STA1 在 RU4 上随机接入后,在 $[0,15]$ 范围内选择 OBO 值为 13	$OBO(13)-5=>8$	STA1 保持 OBO 值为 8,未接入
STA2	STA2 OBO=8	$OBO(8)-5=>3$	STA2 保持 OBO 值为 3,未接入	$OBO(3)-5=>0$	STA2 在 RU1 上随机接入
STA3	STA3 OBO=4	$OBO(4)-5=>0$	STA3 在 RU1 上接入发生冲突,竞争窗加倍后在 $[0,31]$ 范围内选择 OBO 值为 26	$OBO(26)-5=>21$	STA3 保持 OBO 值为 21,未接入
STA4	STA4 OBO=2	$OBO(2)-5=>0$	STA4 在 RU1 上接入发生冲突,竞争窗加倍后在 $[0,31]$ 范围内选择 OBO 值为 17	$OBO(17)-5=>12$	STA4 保持 OBO 值为 12,未接入
STA5	STA5 OBO=2	$OBO(2)-5=>0$	STA5 在 RU2 上随机接入后,在 $[0,15]$ 范围内选择 OBO 值为 3	$OBO(3)-5=>0$	STA5 在 RU3 上随机接入

图 1 传统的 UORA 接入示例图

1.2 分组 UORA 协议设计

UORA 虽然有信令开销小的优点,但却存在当接入用户数非常多的时候,由于冲突的加剧,接入效率下降的缺点。分组 UORA 的协议主要包括 3 个方面,即用户的分组、RU 资源的分组和两者之间的映射关系。具体协议描述如下:

1) AP 通过定期广播帧 Beacon 帧内携带 STA 的分组信息。即 AP 为不同的 STA 设置不同的分组标签,同一分组标签的 STA 属于同一分组。STA 在收到 Beacon 帧内如果没有分组标签信息,则 STA 维持原分组不变;采用 Beacon 帧来广播 STA 的分组好处是分组信息在传输的过程中没有额外的信令开销。

2) AP 在 TF 帧内携带 RU 资源的分组信息。AP 除了在 AID12 域中指定该 RU 为随机接入,同时还为 RU 设置不同的分组标签,同一分组标签的 RU 属于同一分组。

3) 在 STA 采用分组 UORA 接入的时候,STA 的退避值与原 UORA 一样,仍然采用所有 RU 的个数进行退避。但接入的时候,STA 只在具有与自己

分组标签相同的 RU 组内随机选择一个进行接入。

如图 2 所示,AP 将 STA 分为 3 组,每组的个数分别为 U_1, U_2 和 U_3 。AP 将 $STA_{1,1}, STA_{1,2} \dots STA_{1,U_1}$ 的分组标签设置为 1,同样的,将 $STA_{2,1}, STA_{2,2} \dots STA_{2,U_2}$ 和 $STA_{3,1}, STA_{3,2} \dots STA_{3,U_3}$ 的分组标签分别设置为 2 和 3。AP 在 TF 中将 RU 分为 3 组,每组的个数分别为 R_1, R_2 和 R_3 ,RU 总数 $R=R_1+R_2+R_3$ 。AP 将 $RU_{1,1}, RU_{1,2} \dots RU_{1,R_1}$ 的分组标签设置为 1,同样的,将 $RU_{2,1}, RU_{2,2} \dots RU_{2,R_2}$ 和 $RU_{3,1}, RU_{3,2} \dots RU_{3,R_3}$ 的分组标签分别设置为 2 和 3。其中第一个下标代表组的索引,第二个下标代表组内的编号。AP 将 STA 和 RU 资源分组完毕,STA 采用 RU 总数 R 进行退避,接入的时候在与自己具有相同分组标签的 RU 组内随机选择一个 RU 接入,在组内不同的 STA 选择同一 RU 发生冲突。如图 2 所示,STA 组 1 以 UORA 的方式接入 RU 组 1,同样的 STA 组 2 和组 3 接入 RU 组 2 和 RU 组 3。需要注意的是,STA 分组和 RU 资源分组都由 AP 指定,并且可以随时根据需要动态改变。

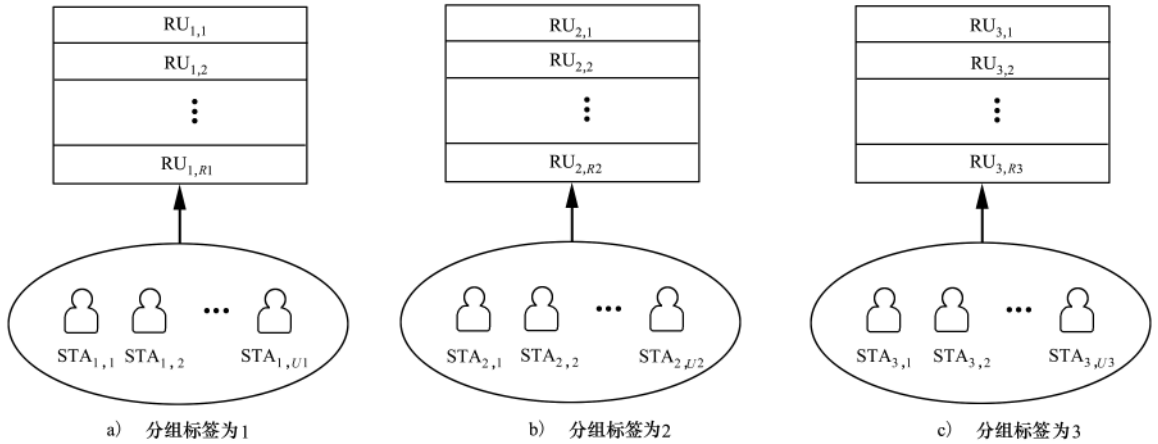


图2 分组 UORA 接入示意图

2 分组 UORA 的接入吞吐量分析

2.1 传统的 UORA 网络吞吐量

笔者在文献[4]中采用增强的马尔科夫链对 IEEE 802.11ax 的 UORA 建立了数学模型并进行了验证。设网络中共有 R 个 RU, 共有 U 个用户, 令 τ 为 STA 的发送概率, p 为冲突概率, W 为最小退避窗, m 为最大退避窗阶数, $\Delta q \in [0, 1)$, 有

$$\tau = \frac{2R \cdot (1 - 2p)}{A - \Delta q \cdot 2R \cdot (1 - 2p)} \quad (1)$$

$$A = W(1 - p) - pW(2p)^m + (1 - 2p)(2R - 3) \quad (2)$$

$$p = 1 - \left(1 - \frac{\tau}{R}\right)^{U-1} \quad (3)$$

根据(1)至(3)式, 利用数值解法, 一旦 RU 数 R 和用户数 U 已知, 则发送概率 τ 可计算出来。 τ 计算出来之后, 可以从理论上来计算不分组 UORA 的吞吐量 $T_{\text{no-group}}$ 。

$$T_{\text{no-group}} = U \cdot \tau \cdot \left(1 - \frac{\tau}{R}\right)^{U-1} \cdot C_{\text{RU}} \cdot E_{\text{MAC}} \quad (4)$$

式中, C_{RU} 代表一个 RU 的容量, E_{MAC} 表示的是 MAC 效率, 等于 RU 有效传输时间和一次 RU 有效传输的总开销时间的比值。在单小区的情况下, 如图 1 所示, 一次 RU 传输的总开销时间等于触发帧、回复帧、SIFS 间隔以及相应的 MAC 包头和物理层包头时间之和。(4) 式的含义是, U 个用户以发送概率 τ 和发送成功概率 $\left(1 - \frac{\tau}{R}\right)^{U-1}$ 发送, 并乘以 RU 容量

和 MAC 效率, 得出网络吞吐量。

2.2 分组 UORA 网络吞吐量

同样的, 令网络中共有 R 个 RU, 共有 U 个用户, 最小退避窗大小、最大退避窗阶数与 2.1 小节相同。共分 G 个组, 令 $T_{\text{u-group}}$ 为任一组内任一 STA 的吞吐量。令 T_{group} 为分组之后网络的吞吐量, 为了理论推导方便, 考虑分组的时候用户数和资源数为平均分配的情况, 有

$$T_{\text{group}} = T_{\text{u-group}} \cdot U \quad (5)$$

对于任一组内的某个 STA, 组内 RU 个数为 R/G , STA 个数为 U/G , STA 每次退避值为全部 RU 个数 R , 则发送概率 τ_{group} 为

$$\tau_{\text{group}} = \frac{2R(1 - 2p_{\text{group}})}{A_{\text{group}} - \Delta q \cdot 2R \cdot (1 - 2p_{\text{group}})} \quad (6)$$

由于组间随机接入不发生冲突, 所以分组 UORA 冲突概率 p_{group} 为

$$p_{\text{group}} = 1 - \left(1 - \frac{\tau_{\text{group}}}{R/G}\right)^{\frac{U}{G}-1} \quad (7)$$

$$A_{\text{group}} = W(1 - p_{\text{group}}) - p_{\text{group}}W(2p_{\text{group}})^m + (1 - 2p_{\text{group}})(2R - 3) \quad (8)$$

则 $T_{\text{u-group}}$ 为

$$T_{\text{u-group}} = \tau_{\text{group}} \cdot \left(1 - \frac{\tau_{\text{group}}}{R/G}\right)^{\frac{U}{G}-1} \cdot C_{\text{RU}} \cdot E_{\text{MAC}} \quad (9)$$

则分组之后网络吞吐量 T_{group} 为

$$T_{\text{group}} = U \cdot \tau_{\text{group}} \cdot \left(1 - \frac{\tau_{\text{group}}}{R/G}\right)^{\frac{U}{G}-1} \cdot C_{\text{RU}} \cdot E_{\text{MAC}} \quad (10)$$

由此可见, 一旦用户总数 U , 资源总数 R , 分组

数 G 确定, 分组网络吞吐量 T_{group} 可以通过(6) 至(10) 式计算出来。

2.3 分组 UORA 网络吞吐量增益的理论分析

传统的 UORA 和分组 UORA 节点发送成功概率

率分别为 $p_{\text{suc}} = \left(1 - \frac{\tau}{R}\right)^{U-1}$ 以及 $p_{\text{suc-group}} =$

$\left(1 - \frac{\tau_{\text{group}}}{R/G}\right)^{\frac{U}{G}-1}$ 。发送概率 τ 和 τ_{group} 处于 0 和 1 之

间, R 为全频带 RU 的个数, U 为用户数, 因此有 $\frac{\tau}{R}$ 和

$\frac{\tau_{\text{group}}}{R/G} \ll 1$ 。若网络中 2 种情况下各个节点的发送概

率相同, 若令 $\tau_{\text{group}} = \tau$ 。将 p_{suc} 和 $p_{\text{suc-group}}$ 进行泰勒展

开并忽略二阶及以后项有

$$p_{\text{suc}} \approx 1 - (U - 1) \cdot \left(\frac{\tau}{R}\right) \quad (11)$$

$$p_{\text{suc-group}} \approx 1 - \left(\frac{U}{G} - 1\right) \cdot \left(\frac{\tau \cdot G}{R}\right) \quad (12)$$

$$\Delta p = p_{\text{suc-group}} - p_{\text{suc}} = \frac{\tau(G - 1)}{R}$$

由于分组数 G 始终大于 1, 所以有 $p_{\text{suc-group}} > p_{\text{suc}}$, 即分组可以提高发

送成功概率, 降低冲突概率, 因此有 $p_{\text{group}} < p$ 。

对于发送概率, 对公式(1) 和(6) 进行变换有

$$\tau = \frac{2R}{(2R - 3 - \Delta q \cdot 2R) + W \left[1 + p \cdot \sum_{i=0}^{m-1} (2p)^i\right]} \quad (13)$$

$$\tau_{\text{group}} = \frac{2R}{(2R - 3 - \Delta q \cdot 2R) + W \left[1 + p_{\text{group}} \cdot \sum_{i=0}^{m-1} (2p_{\text{group}})^i\right]} \quad (14)$$

因为分组 UORA 降低了组内冲突, 所以 $p_{\text{group}} < p$, 则有 $\tau_{\text{group}} > \tau$ 。综述分析并对比公式(4) 和(10), 可得分组可以提高网络吞吐量。

3 仿真实验

3.1 仿真环境及参数设置

本文采用 Matlab 搭建仿真平台, STA 节点随机分布在 $40 \text{ m} \times 40 \text{ m}$ 的网络中。分别设置 RU 个数为 24 和 36, 节点个数为 12~156。由于本文研究的是一种新的接入方法对网络性能的影响, 为聚焦研究点, 节点业务模型采用饱和业务, 即节点在接入的过程中节点队列中始终存在数据包, 其余仿真参数如表 1 所示。

表 1 仿真参数表

仿真参数	数值
竞争窗 W	16
最大竞争窗阶数 m	6
符号时间/ μs	13.6
短帧间间隔 SIFS/ μs	16
分布式帧间隔 DIFS/ μs	34
TF 帧长/ μs	108.8
回复帧长/ μs	13.6
物理层包头时间/ μs	40
RU 传输时间/ms	0.8
RU 速率/($\text{Mb} \cdot \text{s}^{-1}$)	33

3.2 仿真结果及分析

图 3 和图 4 分别为资源数为 24 和 36 的情况下, 不同用户数不同分组数情况下的网络吞吐量的理论值和仿真值, 其中理论值的计算遵循 2.1 和 2.2 小节内容。从图中可以看出理论与仿真值匹配。

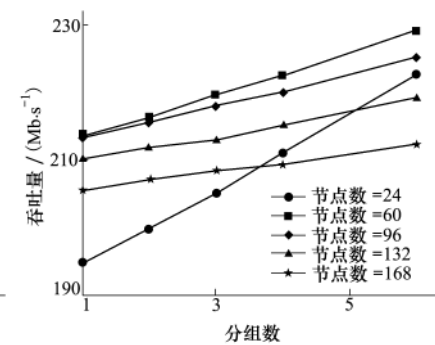
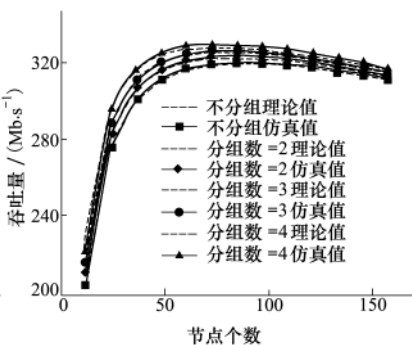
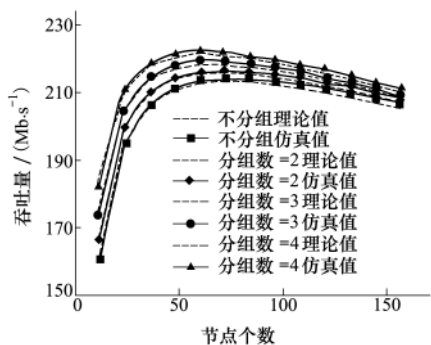


图 3 资源数为 24 时的分组接入吞吐量

图 4 资源数为 36 时的分组接入吞吐量

图 5 资源数为 24 时分组吞吐量(变分组数)

图5和图6分别为资源数为24和36的情况下,不同用户数随着分组个数增多情况下的网络吞吐量,从图3至图6中可以看出:①无论是不分组还是分组,吞吐量都随着用户个数的增多先快速上升后缓慢下降;②分组UORA的分组网络吞吐量随着组的个数增加而增加,也就是说分组会提高网络的资源利用率;③用户数较少的时候分组吞吐量增幅比较大。

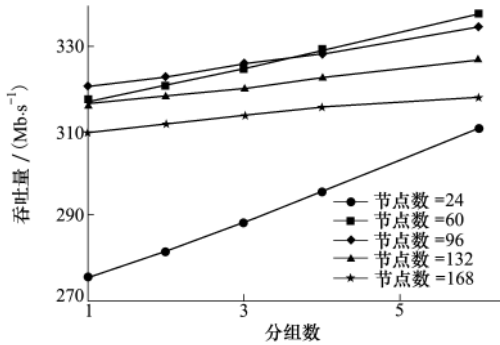


图6 资源数为36时吞吐量(变分组数)

首先吞吐量随用户增多先快速上升后缓慢下降的原因是:当用户数较少的时候,随着用户数的增多,资源被更多的用户频繁接入,RU资源的利用率增大;但是随着用户数的持续增大,冲突加剧,所以当用户数较多时,吞吐量下降。UORA使用了退避窗冲突加倍的功能,一旦用户增多冲突加剧,退避窗加倍能够将碰撞稀疏化,从而使吞吐量不会下降过快。其次吞吐量随着分组数增多而增大的原因是:当分组数增多的时候,由于每个组内用户数减少,分组后冲突概率降低,发送概率提高。本文提出的分组UORA接入技术将部分有序性引入到了无序的UORA接入技术中,接入效率得到了增强,吞吐量得到了提高。

再次用户数较少的时候分组吞吐量增幅比较大的原因是:如表2和3所示,表2和3分别为RU数为36并且用户数为24(用户数较少)和用户数为168(用户数较多)情况下的发送概率、发送成功概率和吞吐量的数值及增益。从表2可以看出在资源

数为36用户数为24的情况下,由于分组后组内STA个数的减少,分组后STA的发送概率要大于不分组发送的概率,并且由于STA个数的减少,分组后的冲突概率降低了,相应的发送成功概率提高了,所以吞吐量提高了。从表3可以看出,与用户数少(表2)相比,当用户个数很多的情况下,发送概率由于用户数的增多,冲突增加,UORA通过竞争窗的加倍降低了发送概率,由于发送概率降低,发送成功概率稍有提高。但分组之后由于用户个数很多,发送概率增幅不大,发送成功概率由于冲突的加剧增幅也不大,所以导致虽然用户数多的情况下,分组有增益,但增益比例比用户数少的时候稍小。

表2 用户较少时发送概率、发送成功概率及吞吐量

条目	发送概率	发送成功概率	吞吐量/(Mb·s ⁻¹)
不分组	0.813 2	0.591 3	275
分组数=6	0.844 7	0.637 5	310
增益	3.8%	7.8%	12%

表3 用户较多时发送概率、发送成功概率及吞吐量

条目	发送概率	发送成功概率	吞吐量/(Mb·s ⁻¹)
不分组	0.270 6	0.283 6	310
分组数=6	0.271 8	0.288 0	317
增益	0.4%	1.6%	2.2%

4 结 论

为了克服下一代WLAN中传统UORA接入冲突较大的问题,本文提出了一种基于分组的UORA协议和方法,将部分有序性引入完全无序的下一代WLAN中的UORA技术中,即可以降低随机接入的冲突,又具有信令开销小的优点。通过为分组UORA方法建立协议模型和理论分析,并采用仿真验证可以看出,在饱和业务条件下,分组UORA方法的网络吞吐量得到了提高。本文算法协议设计简单,信令开销小,在下一代WLAN下具有较强的应用前景和价值。

参考文献:

- [1] IEEE P802.11 Working Group of the LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society. IEEE 802.11ax Proposed Draft 4.0[EB/OL]. (2019-01-01)[2019-05-30]. <http://standards.ieee.org>

- [2] AFAQUI M S, GARCIA-VILLEGAS E, LOPEZ-AGUILERA E. IEEE 802.11ax: Challenges and Requirements for Future High Efficiency WiFi[J]. IEEE Wireless Communications, 2017, 24(3): 2-9
- [3] LANANTE L, UWAI H O T, NAGAO Y, et al. Performance Analysis of the 802.11ax UL OFDMA Random Access Protocol in Dense Networks[C]//2017 IEEE International Conference on Communications, Paris, 2017:1-6
- [4] YANG A, LI B, YANG M, et al. Concept and Analysis of Capacity Entropy for Uplink Multi-User Media Access Control for the Next-Generation WLANs[J]. Mobile Networks and Applications, 2019,24(5):1572-1586
- [5] KLAIR D K, CHIN K W, RAAD R. A Survey and Tutorial of RFID Anti-Collision Protocols[J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2010, 12(3): 400-421
- [6] SHARIATMADARI H, RATASUK R, IRAJI S, et al. Machine-Type Communications: Current Status and Future Perspectives toward 5G Systems[J]. IEEE Communications Magazine, 2015, 53(9):10-17
- [7] WANG C Y, LEE C C. A Grouping-Based Dynamic Framed Slotted ALOHA Anti-Collision Method with Fine Groups in RFID Systems[C]//2010 International Conference on Future Information Technology, Busan, 2010:1-5
- [8] LEE S R, LEE C W. An Enhanced Dynamic Framed Slotted ALOHA Anti-Collision Algorithm[C]//2006 International Conference on Emerging Directions in Embedded & Ubiquitous Computing, Heidelberg, 2006: 403-412
- [9] WEI C H, CHENG R G, TSAO S L. Performance Analysis of Group Paging for Machine-Type Communications in LTE Networks [J]. IEEE Trans on Vehicular Technology, 2013, 62(7): 3371-3382
- [10] FARHADI G, ITO A. Group-Based Signaling and Access Control for Cellular Machine-to-Machine Communication[C]//2013 IEEE Vehicular Technology Conference, Las Vegas, 2013:1-6

Group-Based Uplink OFDMA Random Access Algorithm for Next-Generation WLANs

YANG Annan, LI Bo, YANG Mao, YAN Zhongjiang

(School of Electronics and Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: The traditional wireless local area network (WLAN) standard, IEEE 802.11, adopts carrier sense multiple access/collision avoidance (CSMA/CA) mechanism to allow a single user to compete for channel access. The upcoming WLAN standard, IEEE 802.11ax, combines orthogonal frequency division multiple access (OFDMA) technology with random access, and use Uplink OFDMA Random Access (UORA) technology as uplink random access. Therefore, UORA which allow multiple users to access channel at the same time can improve the utilization of network resources. Although UORA technology in IEEE 802.11ax has the advantage of low signaling overhead, when the number of users of network is large, the increase of random access collisions will lead to the decrease of network throughput. Therefore, we propose a group-based UORA method. As a central scheduling node, Access Point (AP) divide Stations (STAs) and resources to groups and sets different GroupID for different groups. STAs can only access resources with the same GroupID randomly. The validity of group-based UORA method is verified by mathematical model analysis and simulation. The network throughput of our group-based UORA is higher than that of the original UORA in IEEE 802.11ax, so it has great practical significance.

Keywords: wireless local area network (WLAN); orthogonal frequency division multiple access (OFDMA); uplink OFDMA random access; grouping