下一代 WLAN 中一种空间聚集群组的 OFDMA 接入协议

李勇，李波，杨懋，闫中江，屈桥

（西北工业大学 电子信息学院，陕西 西安　710072）

摘　要：为了提升下一代无线局域网（wireless local area network，WLAN）高密集场景下的区域吞吐量，正交频分多址接入（orthogonal frequency division multiple access，OFDMA）作为关键技术之一已被下一代 WLAN 通信标准采纳。然而，现有研究所提出的 OFDMA 多址接入技术均存在传输干扰扩散问题，即多个并行接入的节点位于位置分散的区域，从而对周边的传输干扰面积加大。提出一种空间聚集群组的 OFDMA 多址接入协议，空间位置接近的节点构成空间聚集群组，该协议使得空间聚集群组内的节点采用 OFDMA 的方式并行接入和传输，从而降低多个节点同时传输时的干扰范围，进而提升区域吞吐量。此外，根据网络仿真软件得出的结果，进行理论推导，理论分析与仿真结果相吻合。仿真结果表明，当小区节点数为 100 时，所提出协议的区域吞吐量比已有 OFDMA 协议和分布式协调功能协议分别提升 15.98%和 31.26%。为设计下一代 WLAN 媒体接入控制协议提供参考。

关　键　词：下一代无线局域网；高密集场景；空间聚集群组；正交频分多址接入；媒体接入控制协议

中图分类号：TP393　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1000-2758（2018）05-0897-07

无线局域网（wireless local area network，WLAN）是无线网络业务最主要的承载方式之一[1]，通过 Wi-Fi 或家庭微基站传输的业务已占据无线网络业务的 51%[1]。然而，现有的基于载波侦听冲突避免的媒体接入控制（media access control，MAC）协议在同一时刻只能由一个节点（station，STA）实现上行传输，不但限制 MAC 效率，而且在高密集场景[2-3]下将严重制约区域吞吐量（单位时间、单位面积内网络中所有节点发送的数据量）。因此，2014 年下一代 WLAN（IEEE 802.11ax）工作组正式成立，将显著提升区域吞吐量和 MAC 效率作为主要技术目标之一[2-3]。

多个节点并行接入是提升 MAC 效率的重要方式之一。其中，正交频分多址接入（orthogonal frequency division multiple access，OFDMA）技术已经得到学术界和产业界广泛的重视[2-10]。OFDMA 技术将频域信道分成若干个正交的窄带子信道，使得多个 STA 可以在不同的子信道上同时并行接入与传输。OFDMA 可以带来多节点并行接入增益（多节点同时接入信道）与多节点分集增益（节点在信道状态好的子信道上传输），从而提升 MAC 效率。目前，OFDMA 技术已经被下一代无线局域网标准草案所接纳[8]。近年来已有若干基于 OFDMA 的下一代 WLAN 多址接入协议。其中，IEEE 802.11ax 草案[8]提出基于触发帧（trigger frame，TF）的 OFDMA 协议，接入点（access point，AP）发送 TF，STA 收到 TF 后执行退避过程，退避完成后以 OFDMA 方式随机选择一个子信道发送请求（request to send，RTS）帧，接入与数据传输均采用 OFDMA 方式。文献[6]提出一种基于 OFDMA 的多址接入协议（OMAX），STA 的退避过程和传统 WLAN MAC 保持一致。退避完成后，STA 随机选择一个子信道发送 RTS 帧。

收稿日期：2017-09-10　　**基金项目：**国家自然科学基金（61501373，61771390，61771392，61271279）、国家科技重大专项（2016ZX03001018-004）与中央高校基本科研业务费项目（3102017ZY018）资助

作者简介：李勇（1984—），西北工业大学博士研究生，主要从事无线网络多址接入协议设计与网络性能分析研究。

接入与数据传输均采用 OFDMA。文献[7]根据传播延迟不同而将 STA 分成不同组,并针对上行传输提出一种基于 AP 中心调度的 OFDMA MAC 协议。然而,现有基于 OFDMA 的 WLAN MAC 协议存在一个共性问题:位于各个位置的 STA 同时接入和传输数据,从而引发发送端干扰范围扩散,制约区域吞吐量的提升,而且网络部署越密集,影响越大。

针对已有研究中采用 OFDMA 接入存在的干扰扩散问题,本文提出一种基于空间聚集群组的 OFDMA 多址接入协议(spatial clustering group based OFDMA,SCG-OFDMA)。SCG-OFDMA 核心思想是:有数据发送的 STA 竞争到信道资源后,触发其周围同样有数据发送的 STA,并与之形成空间聚集群组(spatial clustering group,SCG),空间聚集群组内的节点采用 OFDMA 的方式并行接入与传输。SCG 不需预先设定,在节点竞争接入过程中,根据接入条件实时动态地产生。

1 SCG-OFDMA 协议

1.1 网络场景

SCG-OFDMA 工作在节点高密集部署场景[3]的下一代 WLAN[8]。SCG 动态地产生,不需预先设定,见图 1,虚线圆内表示某一个 SCG 的范围。

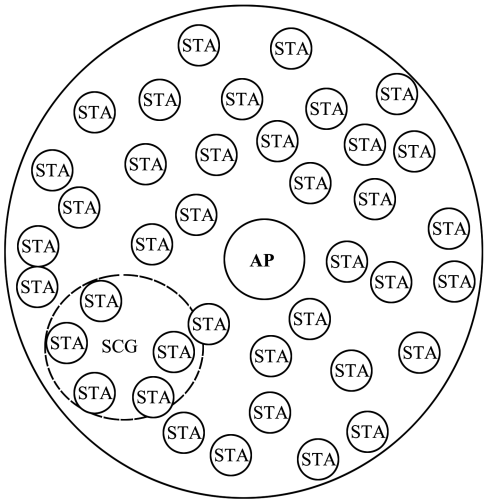

图 1 高密集网络场景模型

1.2 SCG-OFDMA 协议描述

SCG-OFDMA 协议的工作流程分为竞争信道阶段与 SCG 并行接入与传输阶段,见图 2。其中,请求多址接入帧(request to multiple, RTM) RTM-x 与 RTS-x 的 x 为 STA 号,即 STA x 发送的 RTM 帧或 RTS 帧。

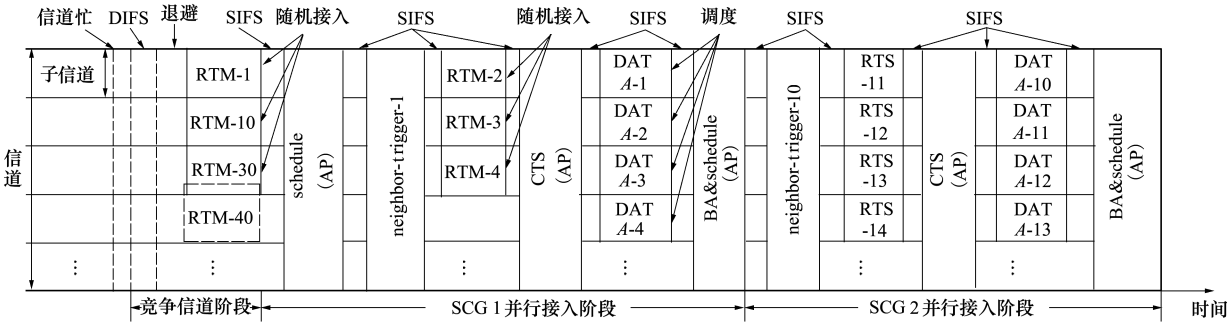

图 2 SCG-OFDMA 协议时序示意

竞争信道阶段。需要发送上行数据的 STA 侦听全信道忙闲状态,并采用 IEEE 802.11 n 协议规定的退避方式进行退避。完成退避后,STA 随机选择一个子信道发送 RTM 帧。图 2 中 STA1、STA10 分别在子信道 1、子信道 2 上发送 RTM 帧;成功接入的 STA 称为簇首,图 2 中,STA1 与 STA10 为簇首。STA30、STA40 同时在子信道 3 上发送 RTM 帧,导致 STA30 与 STA40 发送的 RTM 帧产生碰撞。AP 收到 RTM1 与 RTM10 后,记录簇首地址与小区标识等信息,后续分别调度 SCG 并行接入与传输。

SCG 并行接入阶段。由于竞争信道阶段可能产生多个簇首,因此,SCG 并行接入阶段可能有多个不同的 SCG 分别接入,由 AP 分别调度簇首。AP 调度一个 SCG 的时序包含以下五个子阶段。

1) 触发 SCG 子阶段:AP 在全信道上发送 schedule 帧,收到 schedule 帧的节点,在短帧间隔

(short inter frame space,SIFS)后,在全信道上回复 neighbor-trigger 帧。图 2 中,在 SCG1 并行接入阶段,簇首为 STA1。STA1 收到 schedule 帧后,则在 SIFS 后在全信道上回复 neighbor-trigger-1,以触发 SCG1 内的 STA 随机接入。其中,schedule 帧包含被调度的簇首地址,AP 端信道状况测量信息。neighbor-trigger 帧包含小区标识号与接收功率门限值,簇首端信道状况测量的反馈信息,用来指示 SCG 内 STA 同步与采用 OFDMA 技术接入。

2) SCG 跟随子阶段:STA 收到 neighbor-trigger 后,根据 neighbor-trigger 帧所含有的小区标识与接收功率门限值判断是否符合接入条件。即 STA 有上行数据发送、小区标识号与本小区标识号相等、接收 neighbor-trigger 帧的功率值大于等于接收功率门限值。若 STA 符合接入条件,则在 SIFS 后随机选择一个子信道发送 RTS。否则,不接入。图 2 中,SCG1 并行接入阶段的 STA2、STA3 与 STA4 符合接入条件,随机选择子信道 1、2 与 3,发送 RTS-2、RTS-3 与 RTS-4。

3) SCG 调度子阶段:AP 收到 neighbor-trigger,等待点协调帧间隔(PCF inter frame space,PIFS)时长。在 PIFS 时长之内,若 AP 收到 RTS,则在 SIFS 后回复清除发送帧(clear to send,CTS),调度 STA 发送上行数据;如果 AP 未收到 RTS,则本次形成 SCG 失败,AP 在 PIFS 后,回复 CTS 调度簇首发送数据。其中,CTS 含有 STA 在某个子信道上传输数据、使用某个速率以及编码方式等技术参数。

4) 传输子阶段:STA 收到 CTS 后,根据其携带的调度信息,发送上行数据。图 2 中,SCG1 并行接入阶段的 STA1、STA2、STA3 与 STA4 被调度,分别在子信道 1,2,3 与 4 上发送上行数据 DATA-1、DATA-2、DATA-3 与 DATA-4。

5) 反馈子阶段:AP 收到上行数据后,回复确认与调度(block ACK,BA & schedule)聚合帧。若 SCG 未调度完毕,则返回子阶段 1),进行 SCG2 并行接入阶段;否则,本次 SCG 接入与传输过程结束,返回竞争信道阶段。

SCG-OFDMA 协议工作在网络模型中的 MAC 层。假设物理层采用的 OFDMA 技术与算法[7]可以抑制信道出现的频率选择性衰落与干扰,功率控制技术[11]可以制约 SCG 内节点之间的相互干扰。由于网络的覆盖面积与 STA 总数在节点设备入网关联阶段可以获得,根据本文中的理论分析,可以预先计算出最优 SCG 接入半径。通过节点发送 DATA 帧与 AP 发送 BA & schedule 帧的交互,可以校准与更新接收邻居触发帧的功率门限值与最优 SCG 接入半径对应列表,从而保证 SCG-OFDMA 正常工作。

设计控制帧。RTM 结构见图 3a)。使用预留帧的类型:type=01,subtype=0001;BSS ID 指示发送该帧的 STA 所在小区标识。neighbor-trigger 帧与 RTM 帧结构的不同之处是将目前的预留帧类型设置为 subtype=0010,info.前半部分表示接收功率门限值,后半部分表示信道测量反馈信息。BA & schedule 帧为确认与调度聚合帧,见图 3b)。使用预留帧类型:type=01,subtype=0011;schedule 域首位置 1 标识该帧为调度帧,剩余位为信道测量信息,BA Info. 为 AP 对接收到的数据进行确认。schedule 帧与 BA & schedule 帧结构的不同之处是将 BA Info 域置为 0。

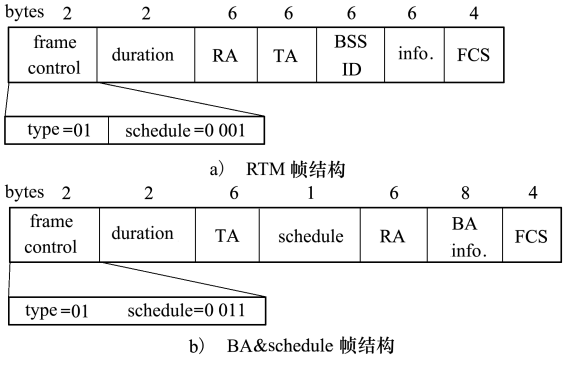

图 3　RTM 与 BA & schedule 帧结构

2　数学分析

2.1　最优接入半径推导

引理　若系统中存在 M 个 OFDMA 子信道,网络中每一个节点随机接入任何一个子信道的概率为 $1/M$,则同时接入的节点个数为 M 或者 $M-1$ 时,平均成功接入网络节点数目达到最大值 M/e,其中,e 为自然数。

引理证明 假设 WLAN 中存在 n 个非 AP 节点。当前时隙每个节点独立选择一个子信道,并接入成功的概率为(1) 式,则平均接入成功的节点个数为(2) 式。对(2) 式中的变量 n 进行求导数,并令导数为 0,得到极大值点为(3)式:

$$P_{\text{success}} = \left(\frac{M-1}{M}\right)^{n-1} \tag{1}$$

$$n_{\text{success}} = n \cdot P_{\text{success}} = n \cdot \left(\frac{M-1}{M}\right)^{n-1} \tag{2}$$

$$n_{\text{opt}} = \frac{1}{\ln\left(\frac{M}{M-1}\right)} = \frac{1}{\ln\left(1+\frac{1}{M-1}\right)} \tag{3}$$

对(3)式进行泰勒展开式,经分析可知,(3)式中 n_{opt} 属于区间$(M-1,M)$。将n为$M-1$与M分别代入(2) 式,可以得到 2 种情况下平均接入成功的节点个数分别为(4) 式与(5) 式,通过整理化简(4)式与(5) 式,可知(4) 式与(5) 式等号右侧相等。工程应用中当 M 较大时,利用重要极限公式(6),由(5) 式可推导出(7) 式

$$n_{\text{success}} \mid_{n=M-1} = (M-1) \cdot \left(\frac{M-1}{M}\right)^{M-2} \tag{4}$$

$$n_{\text{success}} \mid_{n=M} = M \cdot \left(\frac{M-1}{M}\right)^{M-1} \tag{5}$$

$$\lim_{x\to\infty}\left(1+\frac{1}{x}\right)^{x} = e \tag{6}$$

$$n_{\text{success}} \mid_{n=M} = M \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{1}{M-1}\right)^{M-1}} = \frac{M}{e} \tag{7}$$

即平均成功接入网络节点数目达到最大值,最大值为 M/e,e 为自然数。引理证毕。

定理 若网络中接入节点的密度为 d,OFDMA 子信道数为 M,则存在一个最优 SCG 接入半径 r(即以簇首节点为圆心,r 为半径的圆内的节点构成 SCG),使得 SCG 平均成功接入网络的节点数最多,其表达式为(10) 式。

证明 假设 WLAN 覆盖面积为 S,n 个节点所在空间位置的投影点,均匀随机分布在面积为 S 的平面圆域内,则节点密度 d 为(8)式

$$d = n/S \tag{8}$$

由于 SCG-OFDMA 在同一时刻只有一个 SCG 内的节点接入网络,基于引理可知,则存在节点个数为 M 的最优 SCG,假设其在平面上投影形成的圆域面积为 S_r。则最优 SCG 接入半径 r 的表达式为(10)式

$$M = d \cdot S_r = d \cdot \pi \cdot r^2 \tag{9}$$

$$r = \sqrt{\frac{M}{(\pi \cdot d)}} \tag{10}$$

式中,d 为网络节点密度,M 为系统 OFDMA 子信道个数,π 为圆周率。定理证毕。

2.2 网络吞吐量分析

吞吐量定义:单位时间内网络中所有节点发送的数据量。假设 WLAN 中 n 个非 AP 节点一直有数据发送,系统有 M 个 OFDMA 子信道。发送 RTM 时碰撞的时长 T_{col}为(11)式

$$T_{\text{col}} = M \cdot T_{\text{RTM}} + T_{\text{DIFS}} \tag{11}$$

式中,T_{RTM} 为 RTM 传输时长,T_{DIFS} 为分布式帧间隔(distributed inter-frame space,DIFS) 时长。i 个簇首分别成功传输的总时长为(12) 式,其中,T_{SIFS} 为 SIFS 时长,$T_{\text{CTS}}(4)$ 为 SCG 聚合确认帧传输时长[6],$T_{\text{DATA}}(4)$ 为 SCG 数据帧传输时长[6],同理,$T_{\text{BA\&schedule}}$ 为 SCG 聚合调度与确认帧传输时长

$$\begin{aligned} T_{\text{suc}}(i) = {} & T_{\text{DIFS}} + M \cdot T_{\text{RTS}} + T_{\text{CTS}} + i \cdot \\ & [T_{\text{RTS}} + M \cdot T_{\text{RTS}} + T_{\text{CTS}}(4) + \\ & T_{\text{DATA}}(4) + T_{\text{BA\&schedule}}] + (i \cdot 5 + 1) \cdot T_{\text{SIFS}} \end{aligned} \tag{12}$$

i 个 STA 在不同的 OFDMA 子信道上同时传输 RTS 成功的概率 P_{suc},信道空闲概率 P_{idle},信道空闲时长 T_{idle},发送 RTS 碰撞概率 P_{col} 的分析均采用文献[6]的方式。根据定理,经过推导可得到,在饱和业务下的网络吞吐量为(13)式

$$T = \frac{\sum_{i=1}^{M} P_{\text{suc}}(i) \cdot i \cdot \left(\frac{M}{e}+1\right) \cdot E}{P_{\text{idle}} \cdot T_{\text{idle}} + P_{\text{col}} \cdot T_{\text{col}} + \sum_{i=1}^{M} P_{\text{suc}}(i) \cdot T_{\text{suc}}(i)} \tag{13}$$

式中,假设 SCG 为以最优接入半径画圆形成的最优 SCG,SCG 跟随子阶段中跟随接入节点数目达到最大。(13)式中的$(M/e+1)$为在 SCG 跟随子阶段中平均一次跟随接入成功的节点个数与簇首总和,即发送数据包的节点总数。E 为传输的数据帧长度。

2.3 网络区域吞吐量分析

区域吞吐量定义:单位时间、单位面积内网络中所有节点发送的数据量,数值上等于吞吐量与发送端干扰区域的面积之比。发送端干扰区域定义:发送数据帧的节点载波侦听范围以为的区域。假设 WLAN 覆盖面积为 S,n 个节点所在空间位置的投影点,均匀随机分布在面积为 S 的平面上,以最优 SCG 接入半径 r 画圆的面积为 Sr。根据吞吐量的分析,可推导出,区域吞吐量为(14)式

$$A = \frac{T}{S_r} = \left(\frac{d}{M}\right) \cdot$$

$$\frac{\sum_{i=1}^{M} P_{\mathrm{suc}}(i) \cdot i \cdot \left(\frac{M}{e}+1\right) \cdot E}{P_{\mathrm{idle}} \cdot T_{\mathrm{idle}} + P_{\mathrm{col}} \cdot T_{\mathrm{col}} + \sum_{i=1}^{M} P_{\mathrm{suc}}(i) \cdot T_{\mathrm{suc}}(i)} \tag{14}$$

式中,d 为 WLAN 中节点密度,M 为系统中 OFDMA 子信道个数。

3　仿真验证

3.1　仿真设置

WLAN 单小区面积为 20 m×20 m,AP 位于小区中间,所有非 AP 节点随机分布在小区中。采用网络仿真软件 NS2 仿真[12]。信道带宽为 40 MHz,分为 8 个子信道,控制帧速率 6 Mbit/s,PIFS 时长 25 μs。节点为饱和业务,节点载波侦听范围为 50 m,其他参数与文献[6]一致,调度算法与文献[6]一致。由于 IEEE 802.11ax 首次引入 OFDMA 多用户接入技术[13-14],基于 OFDMA 接入的 SCG-OFDMA 与 OMAX 协议有必要与 DCF 进行比较,以便验证 OFDMA 的性能。

3.2　吞吐量与传输速率的关系

本仿真节点数设置为 100。通过图 4 看出,小区的吞吐量随着物理层传输数据速率的增加呈上升趋势。物理层传输数据速率为 135 Mbit/s 时,SCG-OFDMA 的吞吐量分别高于 OMAX 2.91%和 DCF 40.94%。SCG-OFDMA 的仿真曲线与理论分析曲线接近,验证理论分析的正确性。原因是物理层传输数据速率的提高减少传输数据占用的时间,单位时间内传输较多的数据量。

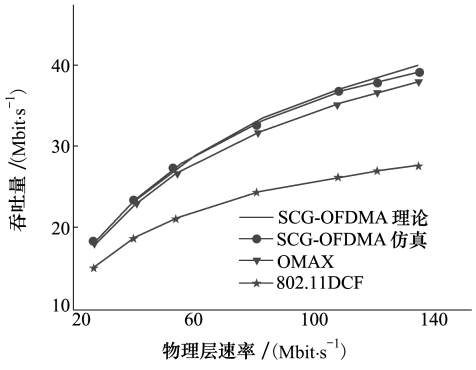

图 4　吞吐量与物理层速率的关系

3.3　区域吞吐量与传输速率的关系

通过图 5 看出,小区的区域吞吐量随物理层传输数据速率的增加呈上升趋势。SCG-OFDMA 的区域吞吐量仿真曲线与理论分析曲线接近,验证理论分析的正确性。物理层传输数据速率为 135 Mbit/s 时,SCG-OFDMA 的区域吞吐量分别高于 OMAX 15.98%和 DCF 31.26%。主要原因是 SCG-OFDMA 使得同时传输的节点在空间上较为聚集,从而减少干扰扩散区域的面积,提升区域吞吐量。而 DCF 未采用多节点 OFDMA 技术接入。

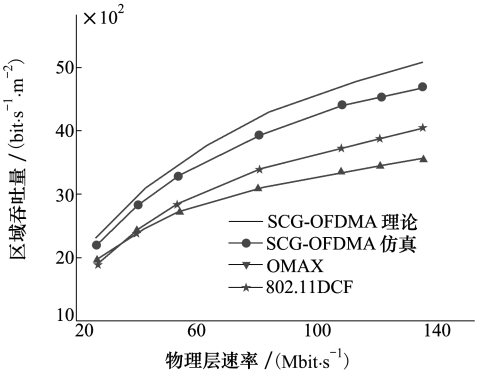

图 5　区域吞吐量与物理层速率的关系

3.4　验证最优 SCG 接入半径

传输数据速率设为 135 Mbit/s 时,通过仿真给出 SCG-OFDMA 不同接入半径对吞吐量的影响。通过图 6 看出,SCG-OFDMA 吞吐量随着跟随接入半径的变化出现一个极大值。理论分析最优 SCG 接入半径值与仿真值接近。当节点数为 120 时,理论最优 SCG 半径为 3.09 m,对应的仿真最优 SCG 半径为 3 m。当节点数为 100 时,理论最优 SCG 半径为 3.38 m,对应的仿真最优 SCG 半径为 3.3 m。当节点数为 80 时,理论最优 SCG 半径为 3.78 m,对应的仿真最优 SCG 半径为 3.6 m。当节点数为 60 时,理论最优 SCG 半径为 4.37 m,对应的仿真最优 SCG 半径

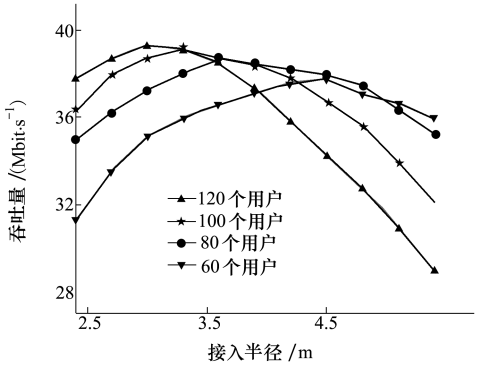

图 6　吞吐量与接入半径的关系

为 4.5 m。本文推导出的定理所述最优 SCG 接入半径为 SCG-OFDMA 跟随接入半径的设置提供参考，从而保证协议具有较好的吞吐量与区域吞吐量。

4 结 论

针对下一代 WLAN 的高密集场景特点与提升区域吞吐量的要求，本文提出的 SCG-OFDMA，能够有效克服现有文献提出的 OFDMA 协议存在干扰扩散范围较大的问题。SCG-OFDMA 分别与同样采用多用户 OFDMA 接入的 OMAX 协议和传统 DCF 协议进行了对比，通过理论分析与仿真验证，SCG-OFDMA 在 100 个节点时，区域吞吐量与 OMAX 和 DCF 相比分别提升 15.98% 和 31.26%，并且仿真结果与理论分析相吻合。

参考文献：

[1] Cisco. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2015-2020 Whitepaper[EB/OL]. (2016-02-03) [2017-06-10]. http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/mobile-white-paper-c11-520862.html

[2] Deng D J, Chen K C, Cheng R S. IEEE 802.11 ax: Next Generation Wireless Local Area Networks[C]//10th International Conference on Heterogeneous Networking for Quality, Reliability, Security and Robustness, Rhodes, Greece, 2014: 77-82

[3] Bellalta B. IEEE 802.11 ax: High-Efficiency Wlans[J]. IEEE Wireless Communications, 2016, 23(1): 38-46

[4] Sun W, Lee O, Shin Y, et al. Wi-Fi Could Be Much More[J]. IEEE Communications Magazine, 2014, 52(11): 22-29

[5] Li Bo, Qu Qiao, Yan Zhongjiang, Yang Mao. Survey on OFDMA Based MAC Protocols for the Next Generation WLAN[C]// 2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops, New Orleans, LA, USA, 2015: 131-135

[6] Qu Qiao, Li Bo, Yang Mao, et al. An OFDMA Based Concurrent Multiuser MAC for Upcoming IEEE 802.11ax[C]//2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops, New Orleans, LA, USA, 2015: 136-141

[7] Jung J, Lim J. Group Contention-Based OFDMA MAC Protocol for Multiple Access Interference-Free in WLAN Systems[J]. IEEE Trans on Wireless Communications, 2012, 11(2): 648-658

[8] Robert Stacey, Shahrnaz Azizi, Po-Kai Huang, et al. IEEE 802.11ax Proposed Draft Specification[EB/OL]. (2017-06-30) [2017-07-30]. https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/16/11-16-0024-01-00ax-proposed-draft-specification.docx

[9] Deng D J, Lien S Y, et al. On Quality-of-Service Provisioning in IEEE 802.11 ax WLANs[J]. IEEE Access, 2016, 4: 6086-6104

[10] Lee J, Kim C. An Efficient Multiple Access Coordination Scheme for OFDMA WLAN[J]. IEEE Communications Letters, 2017, 21(3): 596-599

[11] 王静，刘向阳，杨洋，等. LTE 通信系统中 D2D 多播传输方案设计[J]. 西安电子科技大学学报，2016，43(3)：101-106
Wang Jing, Liu Xiangyang, Yang Yang, et al. Design of the D2D Multicast Transmission Scheme in the LTE Communication System[J]. Journal of Xidian University, 2016, 43(3): 101-106 (in Chinese)

[12] Lin W, Li B, Yang M, et al. Integrated Link-System Level Simulation Platform for the Next Generation WLAN-IEEE 802.11 ax [C]//Global Communications Conference, Washington DC, USA, 2016: 1-7

[13] Deng D J, Lin Y P, Yang X, et al. IEEE 802.11ax: Highly Efficient WLANs for Intelligent Information Infrastructure[J]. IEEE Communications Magazine, 2017, 55(12): 52-59

[14] Afaqui M Shahwaiz, Eduard Garcia Villegas, Elena Lopez Aguilera. IEEE 802.11ax: Challenges and Requirements for Future High Efficiency WiFi[J]. IEEE Wireless Communications, 2017, 24(3): 130-137

Spatial Clustering Group Based OFDMA Access Protocol for the Next Generation WLAN

Li Yong, Li Bo, Yang Mao, Yan Zhongjiang, Qu Qiao

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

Abstract: The next generation wireless local area network (WLAN) needs to significantly improve the area throughput in high dense scenario. Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA), considered as the key technology of next generation WLAN, has been adopted by next generation WLAN communication standard. However, the existing studies on the OFDMA protocol have the interference extensions problem, i.e. multiple users are located in the dispersive area, and then the geographical interference area is enlarged. In this paper, a spatial clustering group based OFDMA multiple access protocol (SCG-OFDMA) is proposed. SCG-OFDMA enables the users in close area to form spatial clustering groups dynamically, then the users in the spatial clustering group access channel and transmit data by OFDMA. It reduces the geographical interference area, and enhances the area throughput. The theoretical analysis of SCG-OFDMA is also carried out. The simulation results of SCG-OFDMA are in agreement with the theoretical analysis. Simulation results show that the area throughput of SCG-OFDMA is higher than existing OFDMA protocol and distributing coordination function by 15.98% and 31.26% respectively. It provides a reference to design media access control protocol of the next generation WLAN.

Keywords: the next generation WLAN; high density scenario; spatial clustering group; OFDMA; media access control