

基于多关联模型的软件定义高密 WLAN EDCA 机制的吞吐量优化^①

何 剑^{②***} 张广兴^{**} 谢高岗^{**}

(^{*} 中国科学院大学 北京 100190)

(^{**} 中国科学院计算技术研究所 北京 100190)

摘 要 为了提高 IEEE 802.11e 增强分布式信道接入 (EDCA) 机制在高密场景下的全局吞吐量,研究了基于多关联模型的软件定义 WLAN 系统和无线接入点 (AP) 关联算法。首先扩展了软件定义 WLAN 架构,使之在不改变终端协议的基础上支持多关联,实现将同一终端的不同类型数据流由不同的 AP 进行传输。其次,考虑高密场景空口时间和链路速率特性,提出了快速分配算法,将算法的时间复杂度由 2^N 简化到 $\log^N$ 。最后实现了该机制并对其进行了验证,结果发现采用多关联模型的分配机制能明显提高 EDCA 机制下的全局带宽,相对于传统的单 AP 策略,全局带宽最高能提升 48%;相对于高密 AP 全启用策略,全局带宽最高能提升 35%。

关键词 软件定义网络 (SDN), 高密, 多关联模型, 接入点 (AP) 分配算法

0 引 言

随着无线局域网技术的发展和广泛应用,Wi-Fi 终端的接入数量和类型越来越丰富,Wi-Fi 网络设备部署的空间密集型特征越来越突出。据权威机构报告显示,截至 2017 年,Wi-Fi 设备的装机量已经达到了 150 亿台。接入设备的类型越来越丰富,用户可以通过智能手机、笔记本电脑、智能电视以及虚拟现实设备进行无线网络接入,并且新兴应用对于无线网络性能需求越来越高。因此结合虚拟蜂窝技术和软件定义技术提出了新一代无线网络架构:软件定义无线局域网 (SDN-based WLAN),并大力优化高密场景下的全局性能。接入点 (access point, AP) 通过高频传输、高密部署、高度协调的“三高机制”满足日益增长的带宽需求。高频传输一般采用 5GHz,目前正研究通过 60GHz 进一步提高传输带宽和增加互不干扰信道提高无线链路整体容量,但是

频带越高信号衰减越快,因此引入了高密部署。高密部署会提高信号覆盖质量和链路速率,增加网络接入容量,与此同时,冗余资源还可以为负载均衡和无缝漫游提供软硬件基础。高度协调是软件定义引入无线网络的直接优势,通过集中式控制器对分布式的 802.11 链路协议以及物理层传输参数进行一定程度的软件动态定义,在全局视图的基础上提高无线链路性能。在“三高机制”下,高密性能得到较大程度保障,高密场景也越来越多^[1,2]。

然而并不是所有的 IEEE 802.11 机制在高密场景下都有较好的性能保障,其中应用比较广泛的是增强分布式信道接入 (enhanced distributed channel access, EDCA)^[3]。EDCA 机制保证不同业务的不同服务质量 (quality of service, QoS) 要求,在实际场景中具有非常广泛的应用。实际使用场景中,一个终端可能有多个优先级流需要传输。而在目前的 WLAN 系统中,基本采用了基于单关联模型的分布式协调功能 (distributed coordination function, DCF)。

① 863 计划 (2015AA016101),国家自然科学基金 (No. 61502462) 和北京市自然科学基金 (4162057) 资助项目。

② 男,1991 年生,博士生;研究方向:软件定义无线网络;联系人,E-mail: hejian@ict.ac.cn
(收稿日期:2017-08-18)

一个终端同一时刻只能关联一个接入点 (access point, AP), 该终端所有数据流都需要通过这个关联 AP 进行传输。本文扩展基于软件定义 WLAN 系统, 针对高密场景接入特性, 通过多关联模型的 AP 选择算法提高全局吞吐量。为了提高增强分布式信道接入 (EDCA) 机制在高密场景下的全局吞吐量, 同时降低策略所需的计算开销, 本文提出了一种基于多关联模型的软件定义 WLAN 系统和 AP 关联算法。

1 相关工作介绍

现给出关联模型 (图 1)。如图 1(a) 所示, 单关联模型理论上无法分离不同优先级数据流, 因此无法提供全局最优的关联。图 1(b) 中多关联模型借助软件定义无线网络架构, 支持在不同物理 AP 上生成多个相同的逻辑虚拟接入点 (VAP), 不仅对现有协议保持高度兼容, 通过同一个逻辑关联保持多个物理关联, 实现分离不同优先级数据流, 因而支持更优的全局关联策略。

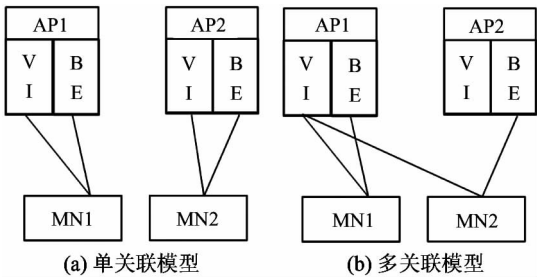


图 1 关联模型

1.1 软件定义 WLAN 系统

结合虚拟化技术和软件定义, 传统无线网络架构演进成为软件定义 WLAN。目前有 4 种主流软件定义无线网络架构: OpenRoads^[4], CloudMAC^[5], Odin^[6] 以及 Ethanol^[7]。文献[4] 采用简单网络管理协议 (simple network management protocol, SNMP) 实现对无线网络参数进行配置管理。文献[5-7] 采用了虚拟 AP 的方式, 都支持将 802.11 帧转发到集中控制器进行处理。不同的是, 文献[5] 采用了瘦 AP 架构, 文献[6] 采用了胖 AP 架构, 而文献[7] 基于文献[5] 完善了用户移动性以及 AP 安全性。综

上所述, 相较于传统无线网络架构, 软件定义 WLAN 系统支持更灵活的资源配置。

1.2 EDCA 机制优化

EDCA 算法定义了上层基于 IEEE 802.1D 的 8 类业务类别 (traffic category, TC) 和本层的 4 类的接入类别 (access category, AC), 8 类 TC 分别映射至 4 类 AC 的队列中, 即每个信道定义了 4 个不同的访问类别 AC。访问类别包括语音 (VO)、视频 (VI)、尽力服务 (BE) 以及背景流量 (BG), 优先级依次从高到低, 每个访问类别都有一个独立的发送队列, 高优先级流量具有更小的接入时延, 为低时延网络应用 (例如语音、视频) 提供了基础。通过为每个访问类别分配不同的竞争参数达到区分优先级高低的目的。不同的优先级具有不同的竞争参数, 不同的竞争参数导致该优先级流量在不同数量的终端并发时的有效空口时间的下降趋势不同。图 2 表示了默认标准竞争参数下, 4 个优先级流量在不同并发数条件下的有效空口时间比, 优先级相对较高的语音流量性能具有更快的下降趋势。某些具有激进的竞争参数优化机制会导致性能下降趋势更加明显。

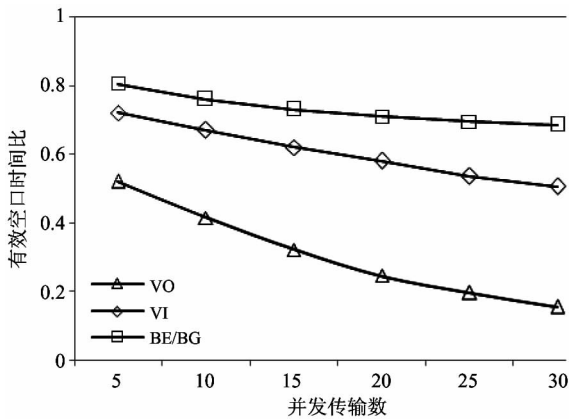


图 2 有效空口时间化

相关研究^[8-10] 针对 EDCA 做了高密下的优化。文献[8] 优化了不同 AC 之间的公平性, 文献[9] 调整了退避窗口实现更高的吞吐量, 文献[10] 参与了应用层和链路层的跨层 (cross-layer) 工作, 优化了视频传输, 通过 IPB 帧的自适应映射机制提高了 EDCA 机制下的视频传输品质。但是优化 EDCA 的相关工作都是基于某一并发数条件, 优化理论模型的静态运行参数, 难以适应复杂多变的无线网络环境。

1.3 AP 选择算法

无线信号传输受到各种传播因素的影响,物理层数据速率具有明显的时变特征。因此 AP 的关联选择算法很大程度影响终端的吞吐量。文献[11]提出了一套 AP 关联和带宽分配模型,优化了全局吞吐量。文献[12]扩展了传统的公平分配机制,提高了在独立的 WLAN 系统间的协作效率。文献[13]引入了收益函数,提出了最优性能优先的分配算法。目前这些算法复杂度高、收敛慢,不适合大型集中式 WLAN 系统;并且基于单关联模型下的算法对全局吞吐量提升有限。

2 系统概览

2.1 系统架构

软件定义 WLAN 系统中有 3 类关键组成设备: AP、终端和集中控制器。本文扩展了软件定义 WLAN 系统,实现了在不更改终端协议的基础上支持多关联模型,其中关键是对 AP 和控制器的软件设计。软件定义 WLAN 系统中具有两个关键特性: (1) 一个物理 AP 可以支持多个虚拟接入点(VAP),并且每个 VAP 的运行参数可以由控制器进行动态软件定义,比如传输功率、信道、基本服务单元标识符(basic service set identifier, BSSID)等。(2) 一个虚拟 AP 只服务一个终端, MN 关联哪个 VAP 由控制器根据分配策略在某个物理 AP 上生成。利用这两个特性可以实现多关联模型,即在不同的物理 AP 上虚拟 BSSID 相同的 VAP,为了保证协议的正常工作,本研究设计角色 VAP 机制,在 AP 设计中详细介绍。

系统中有两种数据流需要分别设计和处理,分别是数据流和控制流。

对于数据流,典型的多关联模型中下行数据包处理步骤如图 3 所示。(1)数据包由外网转发至局域网;(2)软件定义网络(software defined network, SDN)交换机封装 *Packet_in* 消息至控制器;(3)控制器决定其转发路径并向交换机下发流表;(4)该数据包根据流表转发至相应的 VAP;(5)数据包被封装成 802.11 帧进行传输。相比传统的单关联模

型,在多关联模型下的数据转发会有些不同。首先交换机会利用流表中 *dl_vlan_pcp* 字段对 IEEE 802.1q 中定义的优先级进行匹配;其次,对于一个终端而言,只有一个逻辑 AP,但是在不同物理 AP 上存在多个 VAP。这样不同优先级数据流可以通过不同的物理 AP 进行传输,从而支持更灵活的数据流转发机制。

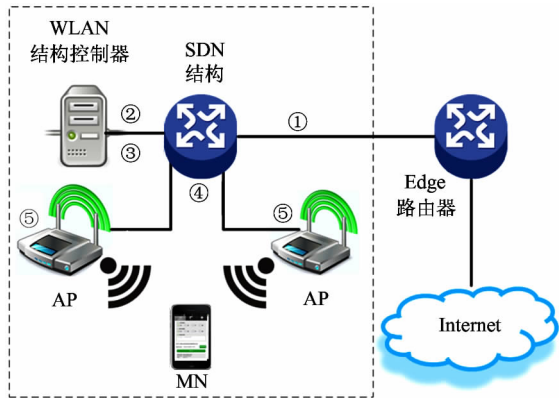


图 3 系统架构及数据流

对于控制流, Openflow 协议还没有针对 IEEE 802.11 进行设计,在目前的软件定义 WLAN 中采用了 Openflow 和私有协议相结合的方式。如图 4 所示,由 Openflow 协议进行数据流在有线网络中的控制;由私有协议对无线参数、VAP 参数进行配置和管理。这里 APP 并不是通过北向接口与控制器进行交互,直接在控制器上集成多关联控制 APP,简化开发流程和复杂度。

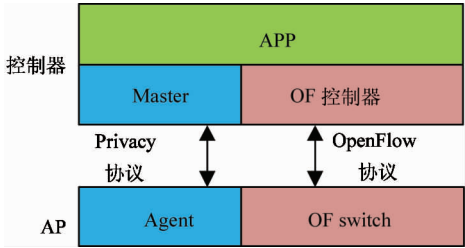


图 4 控制通信架构

2.2 AP 设计

由于软件定义 WLAN 要求物理 AP 上承载多个虚拟 AP,虚拟 AP 的数量决定了最大终端关联数,因此优化虚拟 AP 的性能需求,实现轻量化的虚拟 AP 对于实际应用具有直接的意义。Odin 中 AP 采用了监听模式,每个 AP 需要处理所有的无线帧,很

大程度增加了 AP 计算负担,难以用于实际场合。针对多关联特性,对 VAP 进行了相应的软件定制,包括 EDCA 分层传输模型和角色 VAP。

(1) EDCA 分层传输模型:传输模型如图 5 所示,包括上行和下行。对于上行,采用共享接口的方式通过 BSSID 列表对无线帧进行过滤,并将对应无线帧转发到相应的 VAP 进行处理。对于下行,所有 VAP 根据标签将数据帧放入相应的 AC。一个物理 AP 支持多个 VAP,所有 VAP 共享一个接口和一组 AC。

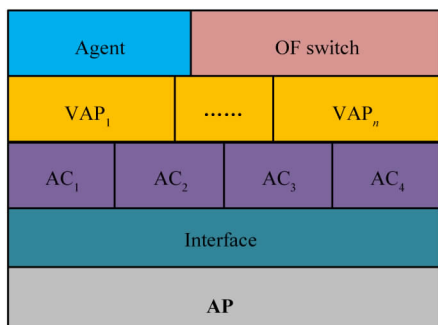


图 5 AP 分层模型

(2) 角色 VAP: 在多关联系统中,存在多个 BSSID 相同的多个 VAP 服务于同一终端。为了保证一组 VAP 协同传输,需要对 VAP 进行角色分配。VAP 分为两类:主 VAP (Major VAP, MVAP) 和从 VAP (Slave VAP, SVAP),其主要区别有两个:(i) 数据帧转发: MVAP 负责转发上行帧和下行帧; SVAP 只传输下行帧,过滤掉所有上行帧;(ii) 协议功能: MVAP 完成所有协议流程比如 Beacon、Association、Authentication 等, SVAP 只进行数据帧下行转发。因此某终端一组 VAP 中有且只有一个 MVAP,可以有多个 SVAP。

3 多关联 AP 快速选择算法

3.1 目标函数

在基于多关联模型的 WLAN 系统中,一个终端最多有 4 个 VAP 为其提供传输服务。并且 EDCA 机制中优先级不同的竞争机制不存在或者存在较小的竞争,对于多关联的 AP 选择影响较小,因此可以对每个优先级进行独立的 AP 选择决策。为了保证

EDCA 机制下无线网络的整体吞吐量,高密场景下的全局吞吐量需要考虑到空口时间和链路速率两个关键因素。在某高密区域中存在最多 N 个物理 AP 可用, M 个终端并发,某优先级数据流全局吞吐量的目标函数为

$$\text{Max } AT(M + \sum_{i=1}^N (x_i^1 | x_i^2 | \dots | x_i^M)) \cdot DR_{\text{avg}} \quad (1)$$

$$\text{Subject to: } i \in [1, N], N^*$$

$$j \in [1, M], N^*$$

$$x_i^j = \begin{cases} 1, & \text{Associated} \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

$$\sum_{i=1}^N x_i^j = 1, \forall j$$

$$DR_{\text{avg}} = \frac{\sum x_i^j}{\sum \frac{1}{\text{DataRate}_i^j} \cdot \text{DataRate}_{\text{max}}}, \forall x_i^j \neq 0$$

AT 是一个映射函数,根据并发的传输点数目得到相应的有效空口时间,通过马尔科夫模型建立一个常量映射表。数据链路模型通过采样得到部分关联链路速率,对于其他非关联链路则通过信号强度经验模型计算其平均速率归一比 (DR_{avg})。

3.2 马尔科夫模型映射表

EDCA 机制下的马尔科夫模型已经有了相关的研究^[14],其中关键的参数是退避窗口(CW)模型,对于不同的 AC, CW 有不同的定义:

$$CW_{r,t} = \min[2^t \cdot (CW_r^{\text{MIN}} + 1) - 1, CW_r^{\text{MAX}}] \\ r \in 0, \dots, N_k - 1, t \in 0, \dots, w \quad (2)$$

t 是后退阶数, N_k 是 AC 数, w 是最大重传数。依据此模型计算有效空口时间。有效空口时间是该协议模型机制下,实际传输数据占总时间的平均时间比。实际的模型计算中需要大量的计算资源,本文拟采用建立静态映射表的方式减小计算需求。

3.3 数据链路模型

在无线传输中,数据链路速率是由信号强度和协议决定的,具有较大的时变性,实际的数据链路速率是难以准确计算的。文献[15]提出了小尺度空间内的无线链路速率预测模型,通过经验模型法将信号强度值映射到一个速率区间,获取平均数据链路速率。假设每个报文长度相同,则平均数据链路速率采用调和平均进行计算。实际场景中还可以通

过采样数据帧信号强度和实际速率,进一步提高无线链路速率的准确性。

3.4 AP 快速选择算法

本文核心是一种 AP 选择算法,假设某场景下共 N 个 AP 可选,则选择哪些 AP 的策略具有:

$$2^N - 1 = C_N^1 + C_N^2 + \dots + C_N^N \quad (3)$$

种。某种策略下,终端主动关联指标最好(如信号强度)的 AP。该问题理论上属于 NP 问题,难以在多项式时间内遍历所有情况得到最优策略。

实际系统中较多采用贪心策略减少复杂度,但是关联问题中,局部最优策略很难逼近全局最优策略。一种更好的方式是寻找一种启发式搜索算法,高密场景下 AP 近似空间均匀分布,平均速率呈现凸性,可以基于这两个特性对问题进行两步简化,显著提高算法执行效率。但该 AP 快速选择算法作为一种近似算法,不一定保证全局最优。

3.4.1 高密模型简化

首先在高密场景下,AP 分布一般呈空间均匀分布,那么启用一定数量的 AP 时,假设它们还是符合空间均匀分布。考虑到终端移动性带来的链路速率均摊特性,假设一定数量且空间分布最均匀 AP 的选择策略具有唯一性,可以将问题复杂度由 2^N 降低到 N 。

观察空口时间函数和速率模型函数,本文对两个基本经验函数进行拟合,通过二分查找将该问题复杂度由 N 降低到 $\log^N$,可以进一步提高逼近最优策略效率。

二分查找的充分条件是极大值在端点,或者区间内有且仅有一个极值点,下面给出证明:

$$BW(n) = AT(n) \cdot DR_{\text{avg}}(n) \quad (4)$$

AT 函数在 n 较小时,趋向线性下降趋势,拟合为线性函数

$$AT(n) = kn + b > 0 \quad (5)$$

其中, $\begin{cases} k < 0 \\ b > 0 \end{cases}$

DR_{avg} 函数在 n 较小时,随着 n 的增加呈现增长趋势,但增加先快后慢,最后趋近于 1,具有凸函数一般性质。 DR_{avg} 函数具有以下 3 个性质:

$$\begin{cases} DR_{\text{avg}}(n) > 0 \\ DR'_{\text{avg}}(n) > 0 \\ DR''_{\text{avg}}(n) < 0 \end{cases}$$

$$BW(n)' = \overline{DR}'(n) \cdot AT(n) + k \cdot \overline{DR}(n) \quad (6)$$

定义域放松到 $[1, +\infty]$, $BW(n)'$ 的正负未定,可能存在 $BW(n)' = 0$ 的情况,即极值点。由于

$$\begin{aligned} BW(n)'' &= DR''_{\text{avg}}(n) \cdot AT(n) \\ &+ 2k \cdot DR'_{\text{avg}}(n) < 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$BW(n)$ 二阶导数恒小于零, $BW(n)'$ 为单调递减函数,那么在定义域 $[1, N]$ 上, $BW(n)$ 存在唯一的极大值,且极大值在端点上或者区间内。

3.4.2 二分查找最优 AP 数

空口时间模型和数据链路模型都是映射表的方式,找到一个 n 使得全局吞吐率最大即可。由证明可知,在端点上或者区间内存在唯一的极大值。我们采用二分查找需要找到定义域 $[1, N]$ 上可能存在的极大值点,极大值满足条件:

$$\begin{cases} BW(n') > BW(n' - 1) \\ BW(n') > BW(n' + 1) \end{cases} \quad (8)$$

最后比较 $BW(1), BW(n'), BW(N)$, 取最大的即可,算法的时间复杂度为 $\log^N$ 。并根据 n' 确定一种空间分布均匀的 AP 启用策略,最后让终端自主选择最优的 AP 进行关联即可。

4 分析测试

该部分由理论分析和场景测试两个部分组成,理论分析在理论模型的基础上分析在不同关联策略下的饱和吞吐量,场景测试则是在试验床上进行实际性能测试。由于高优先级流量对于传输点数量变化比较敏感,这里的分析测试部分均对最高优先级流量进行性能分析。

4.1 理论分析

该部分选取了几个典型情况,AP 的数量为 1、5、2,分别代表传统单点 WLAN,高密 WLAN,以及介于两者之间的典型场景。

结合马尔科夫模型和速率模型计算实际饱和吞吐量占最大饱和吞吐量的比例,结果如图 6 所示。可以看出,实际场景中链路速率对于饱和吞吐量有

较为明显的影响。在并发终端数量不同时,应该启用不同数量的 AP 提高全局吞吐量。

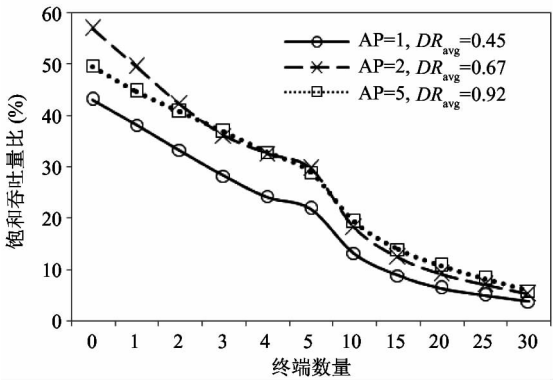


图 6 饱和吞吐量比

4.2 场景测试

我们搭建了一套软件定义 WLAN 系统,并在控制器上集成了基于多关联机制的 AP 选择算法。测试了在不同数量终端并发条件下的全局吞吐量。

4.2.1 软硬件配置

我们在100m²室内搭建了一套软件定义 WLAN 原型系统,包含了一个集中控制器,数个 Openflow 交换机,5 个 AP 和 20 个终端。控制器采用商用 PC,配置为 Intel i5 和 4GB RAM,运行 CentOS6.5 系统和 Floodlight 1.1.0. AP 基于 Atheros 9531 芯片组,运行 OpenWRT 定制化系统和 OVS 软交换机,驱动为基于 ath9k 的支持 VAP 的修改版。终端为笔记本电脑,运行 iperf 的 UDP 模式测量不同策略下的平均带宽。

4.2.2 测试结果

测试结果如图 7 所示,当不同数量的 AP 和终端并发时会存在一个稳定的全局吞吐量。我们多次测量了所有策略下的总吞吐量的平均值作为全局吞吐量,红色标识的点为 AP 快速选择算法依据模型计算出的最优策略。虽然利用了近似模型和启发式搜索,在高密的场景下能够输出全局最优策略。但是该算法属于近似算法,在场景复杂的时候不一定输出最优策略,有可能输出次优策略。在典型的测试场景中,相对于传统的单 AP 策略,最高能提升 48%;相对于高密 AP 全启用策略,最高能提升 35%。

不同优先级流量并发的场景难以定义典型的测试场景,低优先级的流量对于 AP 数量不太敏感。

由上文所述算法对不同优先级流量分别进行 AP 多关联选择决策,总体吞吐量提升依赖于实际的场景流量特征组合。

除此之外我们还发现策略具有上下行场景特征。在上行为主场景,也就是并发终端数量较多时,AP 应该更多启用,通过提高链路速率来弥补空口时间的降低,提高总吞吐量。在下行为主场景,也就是并发终端数量较少时,AP 应该在速率和空口时间有一个较好的折中,实现更高全局吞吐量。

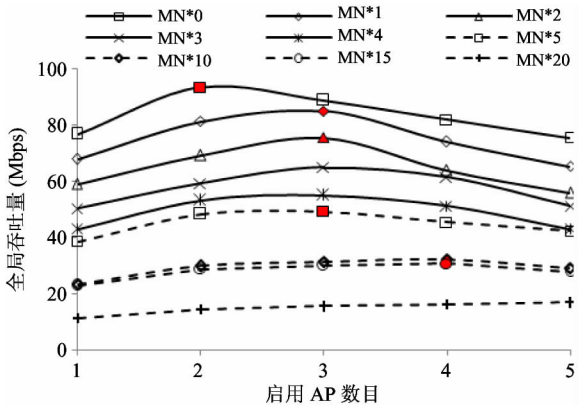


图 7 全局吞吐量

5 结论

为了提高 EDCA 机制在高密场景下的全局吞吐量,同时降低策略所需要的计算开销,本文提出了一种基于多关联模型的软件定义 WLAN 系统和 AP 关联算法。首先在不修改终端协议的基础上,通过软件定义的方式实现了多物理关联,支持将同一终端的数据包由不同的物理 AP 进行传输,以此细化了数据报文的软件定义粒度,不同优先级的数据流则可以分别配置不同的传输路径。其次本文简化了全局带宽模型,提出了快速分配模型,将算法时间复杂度由 2^N 降低到 log^N,显著提高了实际场景应用中的可用性。最后我们设计并搭建一个试验床,发现对于采用多关联模型的分配机制对于 EDCA 机制下的全局带宽有着明显的提高,相对于传统的单 AP 策略,最高能提升 48%;相对于高密 AP 全启用策略,最高能提升 35%。

参考文献

[1] Yiakoumis Y, Bansal M, Covington A, et al. BeHop: a

- testbed for dense WiFi networks[J]. *ACM Sigmobile Mobile Computing & Communications Review*, 2015, 18(3): 71-80
- [2] Akella A, Judd G, Seshan S, and Steenkiste P. Self-management in chaotic wireless deployments[J]. *Wireless Networks*, 2007, 13(6): 737-755
- [3] Bianchi G, Tinnirello I, Scalia L. Understanding 802.11e contention-based prioritization mechanisms and their coexistence with legacy 802.11 stations[J]. *IEEE Network*, 2005, 19(4): 28-34
- [4] Yap K K, Kobayashi M, Sherwood R, et al. OpenRoads: Empowering research in mobile networks[J]. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 2010, 40(1): 125-126
- [5] Vestin J, Dely P, Kassler A, et al. CloudMAC: towards software defined WLANs[J]. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 2013, 16(4): 42-45
- [6] Schulz-Zander J, Suresh L, Sarrar N, et al. Programmatic orchestration of wifi networks[C]. In: Proceedings of the 2014 USENIX Annual Technical Conference (USENIX ATC 14), Philadelphia, USA, 2014. 347-358
- [7] Moura H, Bessa G V C, Vieira M A M, et al. Ethanol: Software Defined Networking for 802.11 Wireless Networks[C]. In: Proceedings of the. IEEE International Symposium on Integrated Network Management, Ottawa, Canada, 2015. 388-396
- [8] Chen X, Akinyemi I, Yang S H. A control theoretic approach to achieve proportional fairness in 802.11 e EDCA WLANs[J]. *Computer Communications*, 2016, 75: 39-49
- [9] Gao Y, Sun X, Dai L. IEEE 802.11 e EDCA networks: Modeling, differentiation and optimization [J]. *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2014, 13(7): 3863-3879
- [10] Yao X W, Wang W L, Yang S H, et al. Ipb-frame adaptive mapping mechanism for video transmission over IEEE 802.11 e WLANs[J]. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 2014, 44(2): 5-12
- [11] Tang H, Yang L, Dong J, et al. Throughput optimization via association control in wireless LANs[J]. *Mobile Networks and Applications*, 2016, 21(3): 453-466
- [12] Karimi O B, Liu J, Rexford J. Optimal collaborative access point association in wireless networks[C]. In: Proceedings of the 2014 IEEE Conference on Computer Communications, Toronto, Canada, 2014. 1141-1149
- [13] Li W, Wang S, Cui Y, et al. AP association for proportional fairness in multirate WLANs [J]. *IEEE/ACM Transactions On Networking*, 2014, 22(1): 191-202
- [14] Hui J, Devetsikiotis M. A unified model for the performance analysis of IEEE 802.11e EDCA[J]. *IEEE Transactions on Communications*, 2005, 53(9): 1498-1510
- [15] Pefkianakis I, Lundgren H, Soule A, et al. Characterizing home wireless performance: the gateway view[C]. In: Proceedings of the 2015 IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM), Hong Kong, China, 2015. 2713-2731

Throughput Optimization of multiple association-based EDCA software defined dense WLAN

He Jian^{***}, Guangxing Zhang^{**}, Gaogang Xie^{**}

(^{*} University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

(^{**} Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract

To improve the global throughput of IEEE 802.11e enhanced distributed channel access (EDCA) architecture under dense scenarios, the software defined WLAN system based on a multiple association model and a access point (AP) association algorithm are studied. Firstly, the software defined WLAN architecture is extended to support multiple association without client-side modification, thus traffic in different priorities can be transmitted by different physical APs. Then the features of both airtime and data rate in dense scenarios are considered, and the quick AP selection algorithm is proposed. Its time complexity is decreased to $\log^N$ from 2^N . Finally, the algorithm is implemented and evaluated in test-bed. The results show that the multiple association-based AP selection algorithm obviously improves the total throughput. Compared with the single AP selection policy, the total throughput is increased by 48%, while compared with the dense AP selection policy, the increasement is up to 35%.

Key words: software-defined network (SDN), dense, multiple association model, access point (AP) selection algorithm