

# 一种 WLAN 与 eHRPD 系统间负载均衡算法

李永刚<sup>1</sup>, 张治中<sup>1</sup>, 李龙江<sup>2</sup>

(1 重庆邮电大学 通信与信息工程学院, 重庆 400065; 2 电子科技大学 通信与信息工程学院, 四川 成都 611731)

**摘 要:** 针对 eHRPD、WLAN 混合组网时的负载均衡, 提出基于网络资源利用率为参考对系统内的用户进行异系统切换, 从而使得混合组网后的系统负载得到均衡. 通过该整合系统的仿真, 在保证无线链路丢失率不受影响前提下, 该方法使得蜂窝小区的平均吞吐率有所提高, 并能找到使得吞吐率最大时的最佳切换阈值.

**关键词:** 负载均衡; 切换; WLAN; eHRPD

**中图分类号:** TN915. 81

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7180(2017)01-0044-04

## A Load-balancing Algorithm in the WLAN and eHRPD Hybrid System

LI Yong-gang<sup>1</sup>, ZHANG Zhi-zhong<sup>1</sup>, LI Long-jiang<sup>2</sup>

(1 School of Communication and Information Engineering, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China; 2 School of Communication and Information Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

**Abstract:** This paper studies the load balancing in the hybrid network of eHRPD and WLAN. The proposed algorithm refers to the network resource utilization when the users are handed off. Therefore, the load in the hybrid network can be balanced. Through the simulation of the integrated system, our scheme can enhance the average throughput while the radio link failure is unaffected. Moreover, the best handover thresholds can be obtained with the largest throughput.

**Key words:** load balancing; handover; WLAN; eHRPD

## 1 引言

基于 IEEE802. 11 协议的无线局域网(WLAN: Wireless Local Area Network)技术的快速发展, 通过无线接入互联网的方式受到越来越多人的青睐. WLAN 作为有线局域网的延伸带给用户更多的便利. 另外, 作为中国电信 CDMA2000 演进版的 eHRPD (evolved High Rate Packet Data, 高速数据分组系统), 为现今中国电信移动通信网的核心制式, 提供中、高速数据业务, 并逐渐向 LTE 过渡. 无论是 WLAN 小区还是 eHRPD 小区, 都存在小区负载过载情况, 随着无线局域网中无线站点 (STA:

Station)或者 eHRPD 的移动用户的增多, 其移动性及数据流量的波动性导致整个网络的负载发生较大变化, 无线接入点或基站所使用的信道出现分配不均的情况, 继而造成了整个网络信道资源的浪费. 所以为均衡每个小区的负载量需合理分配网络系统资源, 在 WLAN 与 eHRPD 小区基站共址的前提下, 用户需在两个系统间根据网络负载情况进行相互切换.

对于 CDMA 与 WLAN 之间的负载均衡, 在文献[1]中, 为优化 CDMA/WLAN 异构网络的资源利用率, 给出了一种联合会话准入控制机制, 该机制利用 CDMA 网络的信干比中断率以及 WLAN 的

**收稿日期:** 2016-05-21; **修回日期:** 2016-06-15

**基金项目:** 863 计划(2015AA01A705); 重庆市博士后特别资助(Xm2015022); 国家自然科学基金(61273235); 重庆市科委前沿计划(cstc2015jcyjA40019)

分组时延和吞吐量对准入控制过程进行建模,并根据各个网络的 QoS 状态做出接纳判决.文献[2]的系统模型是 CDMA 蜂窝网络、WMAN 和 WLAN 三种无线接入网组成的异构网络,在该模型下对各个网络的带宽分布做出评估,根据评估结果进行业务的准入控制.文献[1、2]并未考虑到业务类型,移动特性以及网络状态的动态变化等问题.

与传统的异构网络垂直切换不同<sup>[3]</sup>,本文在考虑用户移动性前提下应用网络的资源利用率指标来衡量垂直切换的效果,从而更高效地实现 WLAN 与 eHRPD 之间的负载均衡.

## 2 资源利用率及负载均衡分析

WLAN 小区以接入的 STA 数量来定义负载量,eHRPD 小区在进行调度时,时隙作为可用资源分配给每个用户.WLAN 用户接入到 AP 后占用全部的资源,但根据 CSMA/CA 调度机制,当用户选择回退时,信道处于空闲状态,这时资源不被使用,仿真中统计出信道空闲状态从而跟踪 WLAN 下资源的利用率,归一化为负载量.

eHRPD 的帧结构中,一帧共 80/3 ms,有 16 个子帧,每个子帧还有 2 048 个 chips,一个子帧算一个时隙,长度 1.67 ms.一个时隙内有 1 600 chips 用来传输数据.eHRPD 一个时隙持续 1.67 ms.有 1 600 chips 用来传送数据,那么 1 ms 中有效传输数据的时间片共 960 chips,那么可设此 chips 参数做为资源,chips 的占用情况可作为资源利用率,能够反映系统的负载量情况.WLAN 与 eHRPD 两系统间的负载量差别过大时,说明其中某个小区负载量过高,小区用户也过于密集,需要将其均衡到另外一个小区中.至此,需设置两个阈值,两系统负载差阈值  $th1$  以及其中高负载小区阈值为  $th2$ .

在满足  $th1$  和  $th2$  条件时进行系统的切换,启动切换事件的条件借鉴 3GPP 标准中的定义<sup>[4]</sup>的异系统切换的 B2 事件,与 3GPP 标准中 B2 事件切换启动条件的阈值 1 和阈值 2 不同的是,这里的  $th1$  和  $th2$  分别为两系统间的负载差和高负载小区负载量.

## 3 算法实现

根据第 2 节的分析,需对基站共址的 WLAN 与 eHRPD 的混合组网的系统进行仿真,仿真所用拓扑为呈六边形分布的七基站的蜂窝小区.

### 3.1 参数设定

WLAN 应用 IEEE 802.11g,WLAN 系统带宽 22 MHz,理论峰值速率 54 Mb/s,eHRPD 下行峰值速率 3.1 Mb/s;WLAN 的 AP 发射功率 27 dBm,天线增益 14 dBi;eHRPD 基站发射功率为 43 dBm,天线增益 0 dBi;天线类型均为全向天线;无线信道大尺度衰落模型采用 COST231 模型;调度方式 WLAN 采取 CSMA/CA,eHRPD 采取轮询方式;平均每小区用户数为 40 个,移动速度为 3 km/h;反馈到接收机的时延均为 0.仿真时长设为 100 s,基站间距离为 500 m,共 7 个基站

### 3.2 算法步骤:

算法可分为五步完成.

Step 1:小区检测,eHRPD 与 WLAN 任两系统之间重叠覆盖时,两个系统间的平均每用户负载差异大于负载差门限  $th1$ ,且高负载系统的负载大于负载门限  $th2$ ,则启动系统间的负载均衡.

Step 2:选择用户.在高负载系统中,随机选择当前信号质量较差的用户(处于小区边缘的用户).

Step 3:用户检测.启动低负载系统的测量,若该选择的用户 UE 此时此刻所在位置满足一定信噪比条件(如 A4/B2 事件,该用户平均信干比大于阈值 3(本次仿真设为 0)),则选择该用户进行异系统切换;若不满足,则回到 Step 2,选择除此之外的其他 UE 进行监测.

Step 4:重新监测.切换每一个 UE 之后,重新对两个系统进行小区检测,检查是否依然满足负载均衡的两个条件,即两个系统间的平均负载差异大于门限  $Th1$ ,且高负载系统的负载大于门限  $Th2$ .

Step 5:是否继续.若 Step 4 重新监测之后依然满足负载均衡的两个门限条件,则回到 Step 2,若不满足,则说明两个系统的负载已经得到均衡,结束算法.

## 4 仿真结果分析

仿真结果如图 1~6,红色曲线为负载均衡之后的性能曲线,蓝色为负载均衡前的性能曲线.仿真的时间为用户完全加入基站后运行 100 秒,系统可近似进入到稳态过程,用户优先接入到 WLAN 系统,然后根据资源占用情况再进行两系统之间的切换,负载差阈值预设 12%,高负载阈值为 60%.

由图 1 和 2 可知,WLAN 与 eHRPD 重叠覆盖时进行负载均衡,有 20 kbps 的速率增益,1.09 Mb/s 的吞吐量增益,启动负载均衡后使得吞吐量提高

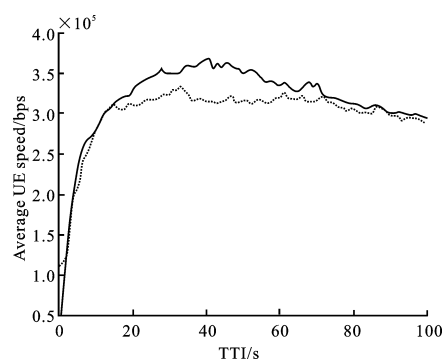


图 1 用户平均速率

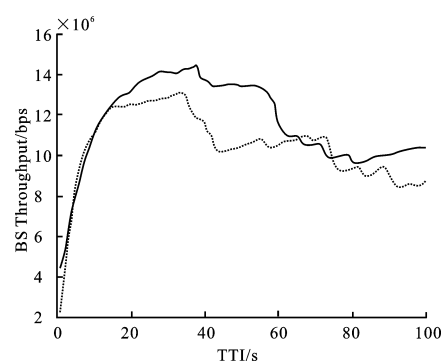


图 2 吞吐量性能曲线

了 11.43%。当系统进入稳态后,启动负载均衡后的吞吐量与平均速率的稳定在一个差值内。

图 3 中,对于系统资源的占用率,eHRPD 系统将时隙资源(RB)平均分配给在网用户,WLAN 的资源占用也与 STA 接入数量有关,STA 接入数量增多,使得信道空闲状态减少,从而增大负载量,所以 eHRPD 与 WLAN 异系统重叠小区的资源利用率接入的用户数以及 WLAN 中调度算法中信道占用机制有关系,所以启动负载均衡前后对资源利用率方面有所提升,但随着时间的推移,资源利用率都趋于一个稳态值。

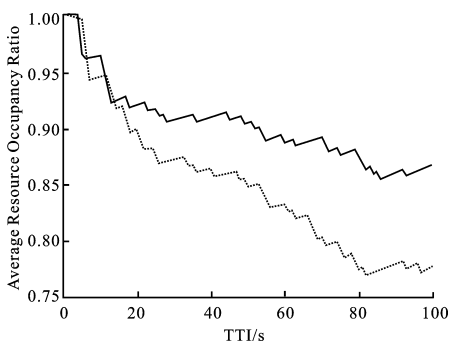


图 3 资源利用率性能曲线

对于链路丢失率 RLF,从图 4 中可看出,启动

负载均衡后 RLF 增高,用户在进行系统之间的切换过程中,所以用户与基站(或 AP)之间需要多次建立连接,会导致 UE 经常连接不上基站,使得 RLF 升高。由于 WLAN 中应用 CSMA/CA 协议进行小区调度,每个用户冲突回避时间为随机值,由于启动负载均衡前后都要重新初始化后进行仿真,加上用户等待时间及冲突回避时间的随机性,启动负载后的平均 RLF 或高于负载前的 RLF。

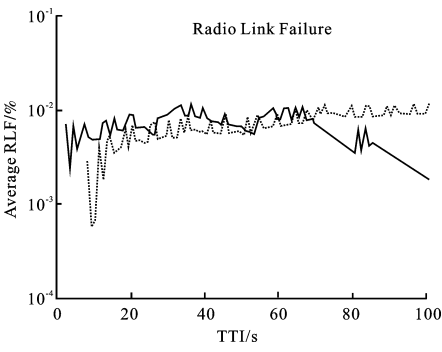


图 4 RLF 性能曲线

本仿真为得到最优的 th1 和 th2 值,如图 5 和图 6. 利用仿真控制模块去测试每个可能的 th1 和 th2,为了减少计算量,首先用设置 th1 从 4%以步长 4%变化到 20%. H2 从 50%以步长 5%变化到 75%。

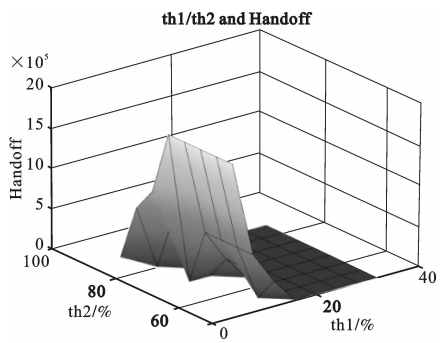


图 5 th1/th2 与切换次数之间的关系

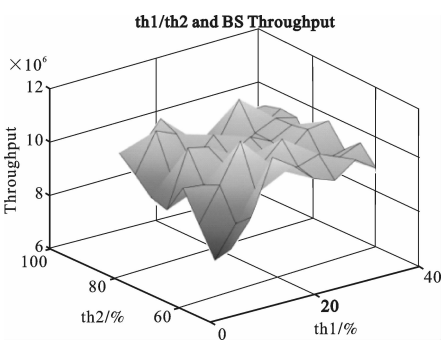


图 6 th1/th2 与吞吐量之间的关系

如图看出 th1 和 th2 的吞吐量最佳值在 th1:12%,th2:60%。这个最优值会根据网络拓扑及每个用户的状态改变而改变,对于系统中负载均衡的切换次数,当 th1 取值较小时,系统的切换次数更高一些,最高切换次数可达 19 次。

## 5 结束语

WLAN 与 eHRPD 重叠的蜂窝小区内,根据资源利用率进行负载均衡时,使得稳态下网络吞吐量及下行数据速率都到了显著提高。另外,算法在有限的范围内选取最优的切换阈值—负载差阈值 th1 与高负载阈值 th2,在有限的范围内选取最优的 th1、th2。所找到的 th1 和 th2 的取值使得负载均衡后网络吞吐率提高 11.43%。

## 参考文献:

- [1] Yu F, Krishnamurthy V. Optimal joint session admission control in integrated WLAN and CDMA cellular network [J]. IEEE Trans Mobile Comput, 2007, 6 (1): 126-139.

(上接第 43 页)

## 参考文献:

- [1] Qiao M, Zhang B, Xiao Z, et al. High-voltage technology based on thin layer SOI for driving plasma display panels [C] // Power Semiconductor Devices and ICs, 2008. ISPSD'08. 20th International Symposium on. Japan, Osaka, IEEE, 2008; 52-55.
- [2] Udrea F. SOI-based devices and technologies for high voltage ICs [C]// Bipolar/BiCMOS Circuits and Technology Meeting, BCTM'07. USA, Boston, IEEE, 2007; 74-81.
- [3] Wang Z, Zhang B, Fu Q, et al. An L-shaped trench SOI-LDMOS with vertical and lateral dielectric field enhancement [J]. Electron Device Letters, IEEE, 2012, 33(5): 703-705.
- [4] Son W S, Sohn Y H, Choi S. Resurf Ldmosfet with a trench for SOI power integrated circuits [J]. Microelectronics journal, 2004, 35(5): 393-400.

- [2] Nlyato D, Hossain E. A cooperative game framework for bandwidth allocation in 4G heterogeneous wireless networks [C] // IEEE international Conference on Communications (ICC). Istanbul, Turkey, 2006; 4357-4362.
- [3] 王煜炜,刘敏,房秉毅. 异构无线网络垂直切换技术综述[J]. 通信学报,2015,36(Z1):1-11.
- [4] 3GPP TS 36. 331 V13. 1. 0. Technical specification group radio access network; evolved universal terrestrial radio access (E-UTRA); radio resource control (RRC); protocol specification [S]. Sophia Antipdis Valbonne:3GPP Organizational Partners, 2015.

## 作者简介:

李永刚 男,(1976-),博士,副教授,硕士生导师.研究方向为新一代移动通信网. E-mail:lyg@cqupt.edu.cn.

张治中 男,(1972-),博士,教授,博士生导师.研究方向为通信网测试、5G 移动通信系统.

李龙江 男,(1976-),博士,副教授.研究方向为无线移动通信网.

- [5] Jiang Q, Wang M, Chen X. A high-speed deep-trench MOSFET with a self-biased split gate [J]. Electron Devices, IEEE Transactions on, 2010, 57 (8): 1972-1977.
- [6] Huang H, Chen X. Optimization of specific on-resistance of semisuperjunction trench MOSFETs with charge balance [J]. Electron Devices, IEEE Transactions on, 2013, 60(3): 1195-1201.
- [7] Xia C, Cheng X, Wang Z, et al. Improvement of SOI trench LDMOS performance with double vertical metal field plate [J]. Electron Devices, IEEE Transactions on, 2014, 61(10): 3477-3482.

## 作者简介:

樊冬冬 男,(1991-),硕士研究生.研究方向为高压功率 MOSFET. E-mail:359706521@qq.com.

汪志刚 男,(1983-),博士.研究方向为功率 IC 与智能集成.