

基于可用数据速率的 3G 与无线局域网垂直切换触发机制

张金福, 原 玲*, 游健强

(广东工业大学 信息工程学院, 广州 510006)

(* 通信作者电子邮箱 linda_yuan@163.com)

摘 要:针对传统垂直切换触发机制存在不能保证实时提供最高可用数据速率的问题,提出一种更充分利用网络资源并且能够有效避免不必要切换的方法。引入 IEEE 802.21 介质独立切换(MIH)标准,利用 MIH 提供的介质独立信息服务(MIIS)获取能够覆盖到移动终端的候选无线局域网(WLAN)的相关参数,通过获取的相关参数计算其最大可用数据速率,将候选 WLAN 的可用数据速率与 3G 网络对比,做出切换决策:当检测到数据速率更高的 WLAN 时,能够及时地切换到该 WLAN;若移动终端移出 WLAN 覆盖范围则切换回 3G 网络。仿真实验表明相比传统垂直切换触发机制,该方案对网络资源的利用更充分,并且能够有效避免不必要的切换。

关键字:异构无线网络;垂直切换;触发机制;介质独立切换;可用数据速率估计

中图分类号: TN92 **文献标志码:** A

Vertical handover trigger mechanism between 3G and WLAN based on available data rate

ZHANG Jinfu, YUAN Ling*, YOU Jianqiang

(College of Information Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou Guangdong 510006, China)

Abstract: For the issue that traditional vertical handover trigger mechanism cannot guarantee to provide the real-time highest data rate, a method which can make the best of network resources and can effectively avoid unnecessary handover was proposed. This paper introduced IEEE802.21 Media Independent Handover (MIH) standard, using Media Independent Information Service (MIIS) provided by MIH Function (MIHF) to get the parameters of candidate Wireless LAN (WLAN) which can cover the mobile terminal, calculate the maximum available data rate of the candidate WLAN using the acquired parameters, and compare the maximum available data rate of WLAN with 3G network's to make handover decision. And when higher data rate WLAN was detected, handover to it could be made timely. If the mobile terminal moved out of the WLAN coverage, handover back to 3G network was made. The simulation results show that the proposed algorithm can make more full use of network resources and avoid unnecessary handover effectively compared to traditional vertical handoff trigger mechanism.

Key words: heterogeneous wireless network; vertical handover; trigger mechanism; Media Independent Handover (MIH); available data rate estimation

0 引言

目前,全球移动互联网用户以及终端的数目日益增长,人们对移动互联网的要求也越来越高。单一的无线网络已经满足不了人们对移动互联网无缝、实时以及高数据传输速率的要求。未来的移动互联网是需要各种无线网络接入技术通过相互融合与协作完成的^[1]。

第三代移动通信系统(3rd Generation, 3G),是包含时分同步码分多址接入技术(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA),宽带码分多址接入技术(Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA)和码分多址接入技术 2000(Code Division Multiple Access 2000, CDMA2000)标准的移动通信系统,覆盖范围广,但是为用户提供的数据速率并不高,采用高速下行分组接入(High Speed Downlink Packet Access, HSDPA)技术的 WCDMA 网络理论数据速率能达到 8 Mb/s 左右。无线局域网(Wireless Local Area Networks, WLAN)是一种被广泛应用的互联网接入技术,采用美国电气和电子工程师协会(Institute of Electrical and

Electronics Engineers, IEEE)制定的 IEEE 802.11g 标准的 WLAN 具有高达 54 Mb/s 的理论数据速率并且费用低廉等优点,但是覆盖范围较小。将 3G 与 WLAN 技术有效地结合起来,能够为用户提供更好的无线互联网体验^[2-3]。

在 3G 网络与 WLAN 融合的研究中,垂直切换的触发机制是研究的重点所在。目前,相关学者提出了很多垂直切换触发的机制,其中大多数是通过链路层来进行触发的^[4-6]。传统的链路层触发是以接收信号强度(Received Signal Strength, RSS)作为切换触发的指标^[7]。该切换方法的步骤是移动终端接收和测量当前网络与候选网络的 RSS,然后比较两者的 RSS。若当前网络 RSS 大于候选网络的 RSS 则不切换,若当前网络 RSS 小于候选网络的 RSS 则切换到候选网络。然而在异构网络环境下,不同无线接入技术即使有相同的 RSS 也并不能提供相同的服务质量,而且利用 RSS 触发并不能有效地利用数据速率更高且服务质量更好的网络。

在图 1 的网络环境中,3G 网络与 WLAN 构成异构的无线网络, WLAN 网络通过无线接入点(Access Point, AP)通常能够为移动节点(Mobile Node, MN)提供比 3G 基站(Base

收稿日期:2013-01-21;修回日期:2013-02-26。

作者简介:张金福(1987-),男,河南焦作人,硕士研究生,主要研究方向:异构无线网络、移动通信;原玲(1964-),女,山东荣成人,副教授,主要研究方向:宽带移动通信;游健强(1989-),男,广东广州人,硕士研究生,主要研究方向:异构无线网络、移动通信。

Station, BS)更高的可用数据速率,因此充分利用 WLAN 资源将会给用户带来更好的移动互联网体验。本文提出的异构网络垂直切换算法能有效地利用 WLAN 资源,同时对于由于用户负载过大等原因引起的网络条件差的 WLAN 进行过滤。

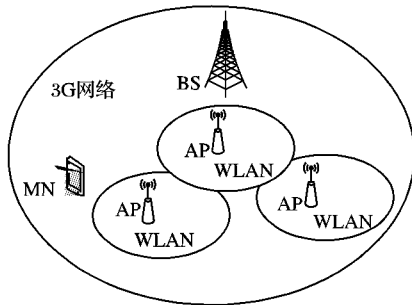


图1 3G与WLAN异构网络

1 切换所需参数的获取

1.1 IEEE 802.21 介质独立切换

IEEE 802.21 介质独立切换(Media Independent Handover, MIH)协议定义了可扩展的介质独立访问的机制,该机制不仅优化了 IEEE 802 系统间的切换同时也方便了 IEEE 802 系统和蜂窝系统之间的切换^[8]。

MIH 的参考模型如图 2 所示,MIH 功能(MIH Function, MIHF)是介于网络层与数据链路层的一个功能实体。MIHF 通过服务访问点(Service Access Point, SAP)为上层的移动网络协议(Mobile Internet Protocol, Mobile IP)、信令控制协议(Session Initiation Protocol, SIP)、主机标识协议(Host Identity protocol, HIP)等上层协议和 IEEE 802.11、IEEE 802.16、第三代合作伙伴计划(The 3rd Generation Partnership Project, 3GPP)、3GPP2 等下层标准和协议提供介质独立命令服务(Media Independent Command Service, MICS)、介质独立事件服务(Media Independent Event Service, MIES)和介质独立信息服务(Media Independent Information Service, MIIS)三种服务。

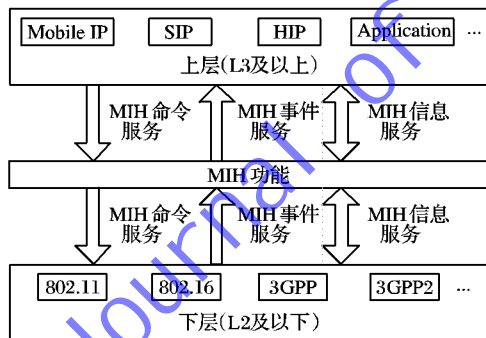


图2 MIH参考模型

1.2 基于 MIIS 的候选 WLAN 参数获取

候选网络相关参数的准确获取是决定切换效率的决定因素。在部署了 MIHF 的网络环境下,MIIS 提供了一个框架和相应的机制,通过该机制移动终端可以发现和获取存在于一个地理区域内网络的相关参数信息,以方便网络选择和切换。这些服务的范围可以是本地的也可以是远程的,MIIS 同时支持数据链路层和网络层的信息访问^[9]。

当前接入网络为 3G 网络时,移动终端周期性检测 WLAN 信号,若发现 WLAN 信号则移动终端向 3G 网络的 MIHF 发送 MIH_MN_HO_Candidate_Query request 请求,3G 网络的 MIHF 随后向候选 WLAN 的 MIHF 发送 MIH_N2N_HO_Query

_Resource request 原语来请求所需的候选 WLAN 相关参数;候选 WLAN 的 MIHF 收到该请求后马上向 3G 网络的 MIHF 发送 MIH_N2N_HO_Query_Resource response 来回应其请求,3G 网络的 MIHF 收到回应的相关参数后通过 MIH_MN_HO_Candidate_Query response 原语将得到的候选 WLAN 参数发送给移动终端。

2 基于可用数据速率的切换触发机制

2.1 垂直切换的步骤

基于数据速率的切换触发步骤如图 3 所示。

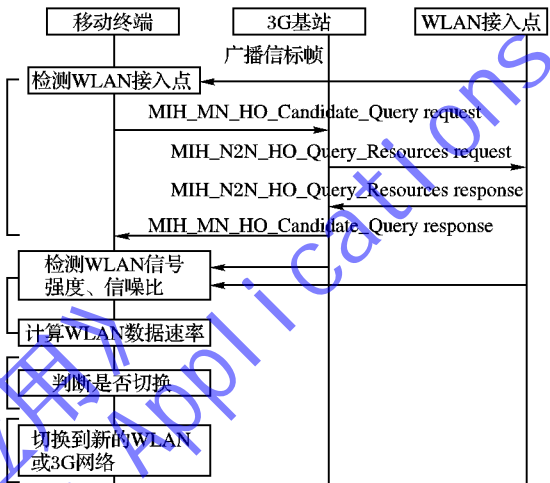


图3 切换触发过程

1)当前接入网络为 3G 网络时,移动终端将周期性检测 WLAN 信号,并通过 MIIS 获取候选 WLAN 的相关参数;

2)移动终端收到候选 WLAN 相关参数后,计算并预测候选 WLAN 的最大可用数据速率;

3)移动终端比较候选 WLAN 与当前 3G 网络的可用数据速率,若候选 WLAN 可用数据速率大于当前 3G 网络的可用数据速率则切换到候选 WLAN,若候选 WLAN 数据速率小于或者等于当前 3G 网络的数据速率则不切换;

4)若检测到新的 WLAN 且其可用数据速率高于当前 WLAN 时则切换到新的 WLAN,如果移动终端超出 WLAN 信号的覆盖范围,则自动切换回 3G 网络。

2.2 WLAN 数据速率的预测

WLAN 的最大数据速率可以由 Shannon 信道容量公式^[10]给出,令 C 表示用户链接到 WLAN 时可获得的最大下行数据速率。根据 Shannon 公式,有:

$$C = B \times \lg(1 + S/N) \quad (1)$$

其中: B 是 WLAN 单一信道的带宽, S 是移动终端接收到的 WLAN 的信号强度, N 是所有干扰和噪声的信号强度。

WLAN 信号强度可由式(2)和(3)^[11]计算得到:

$$\left[\frac{P_r(d)}{P_r(d_0)} \right]_{\text{dB}} = -10 \beta \lg(d/d_0) \quad (2)$$

$$P_r(d_0) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d_0^2 L} \quad (3)$$

其中: d 是终端与无线 AP 之间的距离, $P_r(d)$ 是 d 所对应的 RSS, d_0 是参考距离, $P_r(d_0)$ 是 d_0 所对应的 RSS, β 是路径衰减指数, P_t 为基站发射功率, G_t 和 G_r 分别为发送和接收天线增益, λ 为波长, L 是系统损耗因子。

2.3 切换触发判决的准确性

当移动终端在某一采样点满足切换条件时,该切换判决

可能是由网络或信道环境发生突然变化引起的,这样的话,移动终端就会在3G基站与WLAN无线AP之间来回切换,产生所谓的“乒乓效应”,从而影响网络的连续性并增加不必要的切换。参考文献[12],本文引入驻留定时器的概念来解决这一问题。即当移动终端在某一采样点满足切换条件时先不触发切换,若后续3个采样点依然满足切换条件时才触发切换。

3 仿真分析

仿真场景如图1所示,移动终端的运动速度为10 m/s;3G网络的载波频率是2500 MHz,带宽为5 MHz,WLAN的载波频率是2400 MHz,带宽为20 MHz,背景噪声功率为-86 dBm, $P_t G_t = 100$ mW, $G_r = 1$, $\lambda = 0.125$ m, $d_0 = 1$ m, $L = 1$,发射功率分别是23 dBm、10 dBm。覆盖半径分别为1 km和120 m。3G基站的坐标为(0,0),三个WLAN接入点的坐标分别为(100,10),(400,50)和(700,20)。信号的检测间隔为0.3 s(仿真情况下)。移动台从坐标为(50,0)的位置以10 m/s的速度向右运动。

图4、5分别是基于接收信号强度和本文提出的基于可用数据速率切换触发的实时网络选取图。比较两图可以发现采用基于可用数据速率触发机制,移动终端在WLAN内停留时间更长,例如如图4中移动终端在WLAN1和WLAN2网络中停留时间分别为5 s和17 s,而图5中移动终端在WLAN1和WLAN2网络中停留时间分别为16 s和11 s。使用本文方法,移动终端在网络资源较好的WLAN1中停留的时间比传统的基于RSS切换的方法多11 s。而移动终端在网络资源较差的WLAN2中停留的时间比传统的基于RSS切换的方法少5 s。可见本文方法能更充分地利用数据速率较高的WLAN,同时对数据速率较低的WLAN进行过滤。

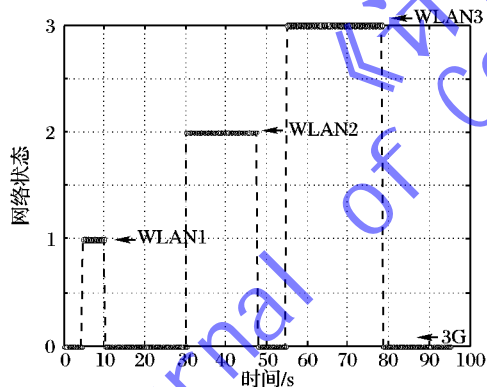


图4 基于接收信号强度的实时网络状态

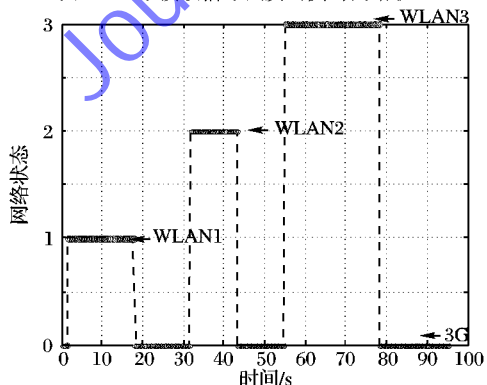


图5 基于可用数据速率的实时网络状态

图6~7分别为基于接收信号强度和本文提出的基于可用数据速率切换触发的实时数据速率图。比较两图可以发现

图7在1 s~5 s和10 s~16 s等时间段内比图6有更高的可用数据速率。可见采用本文方法能够为移动终端提供更高的可用数据速率。

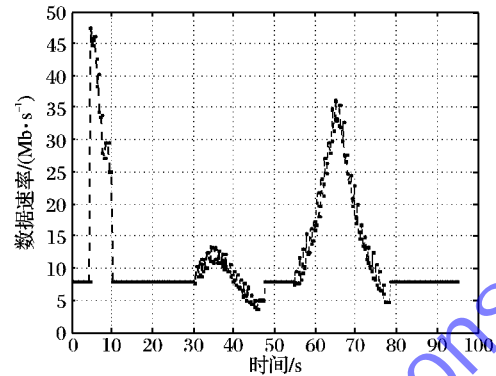


图6 基于接收信号强度的实时数据速率

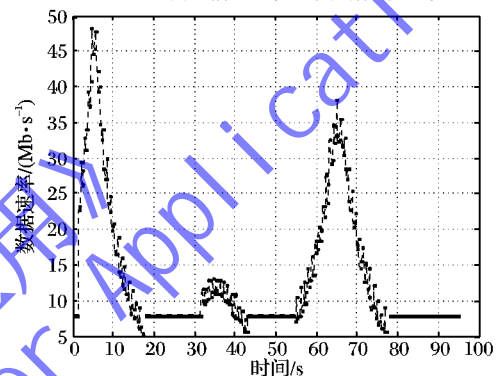


图7 基于可用数据速率的实时数据速率

4 结语

本文提出了一种基于可用数据速率的3G网络与WLAN的垂直切换触发机制,该机制利用MHS服务获取候选WLAN的相关参数,并通过这些参数计算候选WLAN的可用数据速率,比较3G网络与候选WLAN的可用数据速率,做出切换触发决策。仿真结果表明该方案对网络资源利用得更充分,并且能够有效避免不必要的切换。

在下一步的研究工作中,将更精确地预测候选网络的可用数据速率,从而更精确地做出切换触发决策;同时,将会考虑更多不同的无线网络的接入问题。

参考文献:

- [1] 李军. 异构无线网络融合理论与技术实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [2] MA L S, JIA D Y. The competition and cooperation of WiMAX, WLAN and 3G [C]// 2005 2nd International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems. Piscataway: IEEE Press, 2005: 1-5.
- [3] KIM H J, KIM K Y, CHOI S G. User's experienced quality based handover method for dual-mode mobile terminal with 3G and WLAN [C]// 2011 IEEE International Conference on Consumer Electronics. Piscataway: IEEE Press, 2011: 459-460.
- [4] CHOI H H, SONG O, CHO D H. A seamless handoff scheme for UMTS-WLAN interworking [C]// 2004 Global Telecommunications Conference. Piscataway: IEEE Press, 2004: 1559-1564.
- [5] HU X, BI Y N, HUANG J W, et al. Study on unified under layer trigger mechanism for handover optimization in mobile IP networks [C]// 2005 2nd International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems. Piscataway: IEEE Press, 2005: 6-6.

(下转第1841页)

$$\mathbf{X}_1(n) = [x(n), x(n-1), \dots, x(n-k+1)] \quad (14)$$

自适应滤波器 AF_2 输入信号:

$$\mathbf{X}_2(n) = [x(n+k), x(n+k-1), \dots, x(n+1)] \quad (15)$$

自适应滤波器 AF_1 估计回波:

$$y_1(n) = \mathbf{X}_1(n) \mathbf{W}_1^T(n) \quad (16)$$

自适应滤波器 AF_2 估计回波:

$$y_2(n) = \mathbf{X}_2(n) \mathbf{W}_2^T(n) \quad (17)$$

自适应滤波器 AF_1 误差信号:

$$e_1(n) = s(n) + x'(n) - y_1(n) \quad (18)$$

自适应滤波器 AF_2 误差信号:

$$e_2(n) = e_1(n) - y_2(n) \quad (19)$$

自适应滤波器 AF_1 权值更新:

$$\mathbf{W}_1(n+1) = \mathbf{W}_1(n) + 2\mu e_1(n) \mathbf{X}_1(n) \quad (20)$$

自适应滤波器 AF_2 权值更新:

$$\mathbf{W}_2(n+1) = \mathbf{W}_2(n) + 2\mu e_2(n) \mathbf{X}_2(n) \quad (21)$$

自适应滤波器 AF_1 、 AF_2 模拟外信道得到估计回波信号 Y_1 、 Y_2 。最终使 $X = S$, 达到回波抵消的目的。

3 仿真与分析

仿真条件设置:环境为 Matlab, 信号源为 GSM 单载波信号, 自适应滤波器的抽头数为 16, 外信道为单径信道, 信道衰减系数为 0.4, 时延为 100 个采样点即 $10 \mu s$ 。基于自适应滤波器原理的回波抵消方案(原方案), 基于同时更新并行自适应滤波器原理的回波抵消方案(改进的方案一)与基于分别更新并行自适应滤波器原理的回波抵消方案(改进的方案二)的仿真对比如图 4 所示。

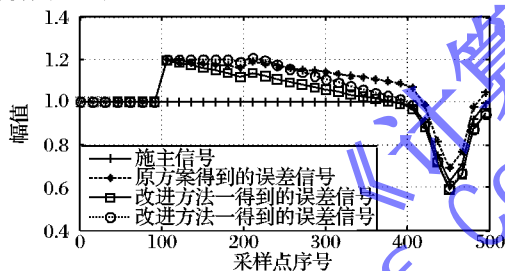


图4 三种方案回波抵消仿真对比图

如图 4 所示, 由于信道外部时延为 100 个点, 即信源发送前 100 个点的时候转发信号还没有影响到施主信号, 从 100 个点以后, 才开始影响施主信号。当自适应滤波器的算法收敛时, 原方案、改进的方案一与改进的方案二得到的误差信号均非常接近施主信号, 则说明三种方案都可以实现数字直放站的回波抵消功能。但是收敛速度不同, 基于同时更新并行自适应滤波器原理的回波抵消方案大概在 370 个点的时候自适应滤波器开始收敛, 收敛速度最快; 基于分别更新并行自适应滤波器原理的回波抵消方案大概在 400 个点的时候自适应

滤波器开始收敛, 收敛速度较慢; 基于自适应滤波器原理的回波抵消方案大概在 450 个点的时候自适应滤波器开始收敛, 收敛速度最慢。分析表明, 基于并行自适应滤波器原理的回波抵消方案与基于自适应滤波器原理的回波抵消方案相比, 回波抵消收敛速度提高了 11.11% ~ 17.78%。

4 结语

为了提高数字直放站回波抵消的收敛速度, 本文在数字直放站回波抵消模块中采用两个自适应滤波器并行计算、联合递推更新权值的技术方案。通过仿真与分析: 三种方案都可以达到回波抵消的目的; 但是收敛速度有一定的区别, 基于同时更新并行自适应滤波器原理的回波抵消方案的收敛速度最快, 基于分别更新并行自适应滤波器原理的回波抵消方案的收敛速度较慢, 基于自适应滤波器原理的回波抵消方案的收敛速度最慢。本文提出的基于并行自适应滤波器原理的回波抵消方案有效提高了数字直放站回波抵消的收敛速度。

参考文献:

- [1] 徐振宇. 浅谈数字光纤直放站[J]. 信息系统工程, 2012, 25(5): 112-113.
- [2] 林衡华, 闵锐. CDMA 数字直放站在村通工程中的应用研究[J]. 通信技术, 2012, 37(5): 77-79.
- [3] 林海鹏. 数字光纤直放站的特点及应用[J]. 通信与信息技术, 2011(4): 82-84.
- [4] 李学易, 郝禄国, 杨建坡, 等. 同频数字直放站回波干扰消除器的设计[J]. 电视技术, 2010, 34(7): 16-19.
- [5] MAYYAS K. Low complexity LMS-type adaptive algorithm with selective coefficient update for Stereophonic acoustic echo cancellation [J]. Computers and Electrical Engineering, 2009, 35(3): 450-458.
- [6] 万政伟, 惠晓威, 朱婷. 基于 NLMS 算法的自适应滤波器的研究与应用[J]. 计算机系统应用, 2010, 19(4): 46-49.
- [7] 石鑫, 李春龙, 李昊. 基于 RLS 算法的自适应噪声抵消系统研究[J]. 电子测量技术, 2010, 33(3): 44-47.
- [8] 姜泉璐, 汪立新, 吕永佳, 等. 基于 LMS 自适应滤波器的设计[J]. 电子设计工程, 2011, 19(14): 67-69.
- [9] LOTFIZAD M, YAZDI H S. Modified clipped LMS algorithm [J]. EURASIP Journal on Applied Signal Processing, 2005, 2005(1): 1229-1234.
- [10] 张书仙, 阮航, 侯孝民. 基于 LMS 算法的自适应滤波器性能分析及仿真[J]. 遥测遥控, 2010, 31(3): 39-44.
- [11] 王振朝, 梁军君, 王竹毅, 等. 多径回波信道条件下回波抵消技术研究[J]. 电信科学, 2012, 28(5): 60-64.
- [12] 吴国辉, 曾伟, 代冀阳. 适于变步长 LMS 自适应滤波的遗传算法[J]. 自动化仪表, 2012, 33(12): 17-20.
- [13] SĂRĂCIN C G, SĂRĂCIN M, DASCĂLU M, et al. Echo cancellation using the LMS algorithm [J]. UPB Scientific Bulletin: Series C, 2009, 71(4): 167-174.

(上接第 1827 页)

- [6] YOO S, CYPHER D, GOLMIE N. LMS predictive link triggering for seamless handovers in heterogeneous wireless networks [C]// 2007 Military Communications Conference. Piscataway: IEEE Press, 2007: 1-7.
- [7] AZIZ A, RIZVI S, SAAD N M. Fuzzy logic based vertical handover algorithm between LTE and WLAN [C]// 2010 International Conference on Intelligent and Advanced Systems. Piscataway: IEEE Press, 2010: 1-4.
- [8] IEEE 802.21. IEEE standard for local and metropolitan area networks - part 21: media independent handover [S]. Piscataway: IEEE, 2009.
- [9] BUIATI F, VILLALBA L J G, CORUJO D, et al. IEEE 802.21 Information services deployment for heterogeneous mobile environments [J]. IET Communications, 2011, 5(18): 2721-2729.
- [10] LI P, FANG Y G. The capacity of heterogeneous wireless networks [C]// 2010 International Conference on Computer Communications. Piscataway: IEEE Press, 2010: 1-9.
- [11] RAPPAPORT T S. Wireless communication principles and practice [M]. 2nd ed. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2009.
- [12] 朱辉. 改进的异构无线网垂直切换算法[J]. 西安邮电学院学报, 2012, 17(1): 38-41.