

文章编号:1004-1478(2011)06-0083-05

一种基于代价函数的3G-WLAN垂直切换算法

张建伟¹, 李朝阳², 郭鹏飞², 王玲艳²

(1. 郑州轻工业学院 软件学院, 河南 郑州 450002;

2. 郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要:针对目前切换算法没有综合考虑多种属性,因而容易产生乒乓效应的问题,提出了一种基于代价函数的3G-WLAN垂直切换算法.该算法采用基于代价函数对接入网络进行评估的思想,根据网络的特点,分析网络参数并对参数归一化,使其能够自适应地进行切换判断,实现移动节点自适应的切换判决.实验结果表明,该算法能有效减少不必要的切换,增强异构网络的适应性.

关键词:异构网络;垂直切换;网络参数;代价函数;归一化

中图分类号:TP393;TN929.5

文献标志码:A

A vertical handoff algorithm in 3G-WLAN based on cost function

ZHANG Jian-wei¹, LI Zhao-yang², GUO Peng-fei², WANG Ling-yan²

(1. College of Software Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China;

2. College of Comp. and Com. Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

Abstract: To solve the problem that current handoff algorithm is not taken into account a variety of properties and prone to ping-pong effect, an algorithm of 3G-WLAN vertical handoff based on the cost function was proposed. This algorithm adopts for the thought of evaluating access network based on cost functions and according to the features of network to analyze the parameters of network and normalized them, so it can handoff decision adaptively and realize the handoff sentence adaptively to the mobile node. The results showed that the algorithm can effectively decrease unnecessary handoff and improve adaptability of heterogeneous network.

Key words: heterogeneous network; vertical handoff; network parameters; cost function; normalized

0 引言

随着计算机技术的发展以及人们对移动通信需求的不断增加,急需随时随地的通信.基于此,多种无线接入技术,如蜂窝移动通信系统(GSM),无线局域网(WLAN),WiFi,WCDMA,WiMAX等,共存于同一个通信系统中,构成了异构网络^[1].在异构

网络环境中,为了使移动终端从一种接入网移动到另一种接入网时保持连接不中断,实现异构网络间的无缝漫游,研究者提出了垂直切换技术.

切换判决是垂直切换技术的关键.目前已有不少文献提出了各种垂直切换判决算法,主要有4类:1)类似蜂窝系统中的水平切换,以接入信号强度作为参考对象^[2-4];2)基于用户的垂直算法,根据接

收稿日期:2011-09-13

基金项目:国家973重点基础研究发展计划(2007CB307102,2007CB307100);河南省基础与前沿技术研究计划项目(082300410280);郑州轻工业学院博士基金项目(2010BSJJ011)

作者简介:张建伟(1971—),男,河南省方城县人,郑州轻工业学院副教授,博士,主要研究方向为宽带信息网络.

入网络特性及用户特性的不同,提出用户垂直切换方案^[5-6]; 3)采用模糊控制等算法,结合网络性能及用户特性,做出垂直切换判决^[7-9]; 4)采用代价函数法,综合考虑接入网络及用户端的多种属性,根据网络性能指标设定目标代价函数,通过优化目标函数做出合适的垂直切换判决. 目前各种基于代价函数的垂直切换算法中,在设定代价函数及优化限制条件时,通常选取影响垂直切换算法性能的参数之一或某些参数的组合^[10-13]. 文献[14]以蜂窝网络与 WLAN 之间的垂直切换为例,分析了影响垂直切换算法性能的各种参数,并依据各参数对垂直切换目标代价函数的影响对参数进行了分类.

本文将提出一种基于代价函数的 3G - WLAN 自适应垂直切换算法. 该算法采用代价函数对接入网络进行评估,根据网络的特点,通过选择接入优先级、接收信号强度等参数,自适应地判断以决定切换是否执行.

1 基于代价函数的垂直切换算法

1.1 3G - WLAN 的切换场景

3G - WLAN 的切换场景如图 1 所示,3G 蜂窝网络的基站被大面积布设,实现了对一定区域范围的全覆盖. 假设移动节点始终处于 3G 蜂窝网络的覆盖范围内,而 WLAN 作为热点部署,通常放置在办公楼、商店等人口密度高的地区,其覆盖是不连续的. 可以认为 WLAN 热点的有效通信范围全部处于蜂窝网络的覆盖之下,节点在任何时候都可以成功地从 WLAN 切换到蜂窝网络. 当用户在蜂窝网络和 WLAN 共同存在的通信系统中移动时,就会出现异构网络间垂直切换的情况. 而是否要切换、何时切换,应根据切换指标,由基于代价函数的垂直切换算法计算网络的性能来决定.

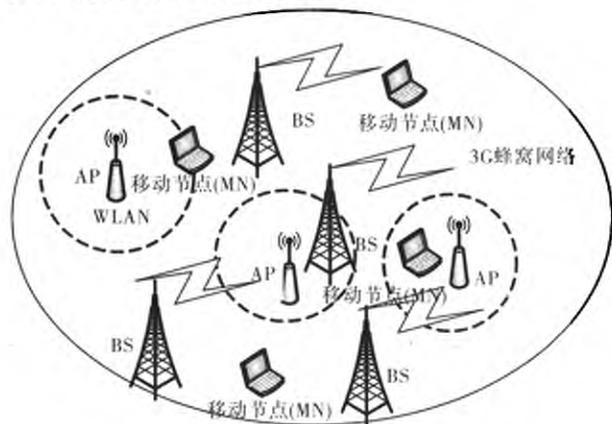


图 1 3G - WLAN 的切换场景

1.2 代价函数模型

不同的通信应用对于所支持的网络都会提出相应的 QoS 要求,3G 与 WLAN 能提供的 QoS 存在较大差异. 代价函数根据节点上运行的切换算法及其应用程序对可选接入网络进行综合评估,从中选择代价值最小的网络作为切换的目标网络. 代价函数的表达式^[15]为

$$C_j = (1/F_j) \sum W_i V_{ji} \tag{1}$$

式中, V_{ji} 为第 j 个网络中的第 i 个参数值, W_i 为该参数在整个代价函数中的权值, F_j 为第 j 个网络的优先级. 代价函数最小的网络就是最优的切换目标网络.

1.3 网络参数及参数归一化

在基于代价函数的垂直切换过程中,首先比较 2 个网络的性能,然后依据合适的目标函数选择性能较佳的网络,最终为用户确定要切换的目标网络. 由于不同网络参数值的计量单位不同,式 ① 不能直接作求和运算,需要进行归一化.

1.3.1 参数分析 该算法中对垂直切换影响较大的参数如下.

1)接收信号强度(RSS). 接收信号强度是指用户从蜂窝网的 BS(base station) 或 WLAN 的 AP (access point) 处接收到的信号强弱,通常以接收信号功率来衡量. 由于 3G 蜂窝网与 WLAN 的覆盖范围及网络中的 BS 与 AP 的发射功率均差别较大,用户接收到的来自 2 个网络的信号强度相差较大,因此 2 个网络的接收功率门限值的差别也较大.

2)连接时延. 连接时延是指数据从发送端传输到接收端时,在业务接入点所测得的时间差. 当移动节点不在 WLAN 的覆盖范围或在覆盖范围但 AP 无法与有线主干网络相连时,通信时延就会大幅增加. 相对 WLAN 网络来说,3G 蜂窝网的传输时延较小.

3)网络带宽(B). 网络带宽是指网络所能提供的最大数据传输速率,即单位时间内从系统内一点到另一点能够传输的最大数据量. 3G 蜂窝网络可提供较高的带宽. 例如 UMTS(universal mobile telecommunication system) 可为室外用户提供 384 Kb/s 的带宽,为室内用户提供接近 2 Mb/s 的带宽. 目前基于 IEEE 802. 11b 的 WLAN 提供的带宽可达 11 Mb/s.

4)费用(C). 费用是指用户为通信服务所支付的开销,是用户选择接入网络时所考虑的重要因素之一,在不同网络提供类似服务的情况下,往往会选择价格更便宜的网络. 与 3G 蜂窝网相比, WLAN 带宽更宽,而网络建设成本较低,并且使用免

授权频段,因此,单位带宽的WLAN的服务费用远低于蜂窝网.

5)选择接入优先级.当移动节点同时在3G蜂窝网络和WLAN的覆盖范围内时,需要为3G蜂窝网络与WLAN在不同条件下的垂直切换设置网络选取优先级这一特殊参数.例如,当要求网络提供高速率、高带宽、低时延的服务(如视频传输、实时话音通信)时,WLAN将获得高于蜂窝网络的优先级;当要求提供全区域覆盖、可靠传输的服务时,蜂窝网络将获得高于WLAN的优先级.优先级的变化情况如图2所示.根据网络通信的不同需求,获得对应的选择接入优先级参数,可以提高通信网络对实际需要的适应度,使选择的接入网络更加符合实际需求,提高切换的灵活性.

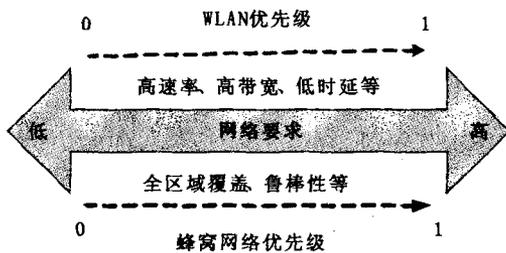


图2 异构网络的优先级

1.3.2 参数归一化 由于3G蜂窝网与WLAN的网络结构及特性差异很大,2个网络的参数取值范围差别也较大,导致参数比较和网络性能评估比较困难,因此需要进行参数的归一化.

1)RSS的归一化.用户设备接收的来自BS及AP的信号强度有较大差别.当移动节点在蜂窝网与WLAN公共覆盖的范围内,由于通常WLAN的覆盖范围远比蜂窝网小,用户距AP的距离较BS的距离近得多,因此,用户接收到的来自AP的RSS比来自BS的强.若直接比较来自BS及AP的RSS,将导致用户接收到的来自AP的RSS相对WLAN的最大功率及接收功率门限而言不够强,但用户仍被接入到WLAN中.此时,难以确保用户在WLAN内的通信链路的质量及用户通信的QoS.因此,为公平有效地比较RSS,应根据各网络的接收功率门限及最大功率进行RSS的归一化.文献[11]给出了归一化后网络*i*的RSS,定义为

$$S_i = \frac{P_i^c - P_i^{th}}{P_i^{max} - P_i^{th}}$$

其中, P_i^c 为用户从网络*i*接收到的当前信号强度, P_i^{th} 为网络*i*的接收门限, P_i^{max} 为网络*i*中BS或AP的最大发射信号强度.从式中可以看出, S_i 反映了用

户当前接收信号与最大发射功率之间的关系,可以较好地衡量某网络中用户当前接收信号的强度,因此是较合理的归一化.

2)时延的归一化.由于3G蜂窝网与WLAN采用的资源管理机制及用户请求接入机制不同,所以2个网络产生的连接时延也不同.时延回报函数^[6]为

$$f_d(s, a) = \begin{cases} 1 & d_a \leq L_D \\ \frac{U_D - d_a}{U_D - L_D} & L_D < d_a < U_D \\ 0 & d_a \geq U_D \end{cases}$$

其中, s 为系统当前状态矢量; a 为用户垂直切换的目标网络; d_a 为目标网络的连接时延; L_D, U_D 分别为用户连接所允许的最小及最大时延要求.通过比较用户连接时延要求与各个网络当前连接时延,可以有效地评估不同目标网络的连接时延.

3)网络可用带宽的归一化.网络可用带宽是网络性能的重要标志之一.对用户来说,网络可用带宽越大,则传输速率越高,传输时延越小.由于3G蜂窝网与WLAN的最大带宽值以及为用户提供的可用带宽取值范围不同,因此垂直切换的判决过程中,若采用直接比较各网络可用带宽的方案,将会影响切换判决的公平性和有效性.为此,可将各网络带宽进行归一化后再进行比较.本文将带宽回报函数^[10]与带宽归一化的方法^[11]结合起来,以实现系统可用带宽的归一化.带宽回报函数为

$$f_b(s, a) = \begin{cases} 1 & b_a \geq U_B \\ \frac{b_a - L_B}{U_B - L_B} & L_B < b_a < U_B \\ 0 & b_a < L_B \end{cases} \quad (2)$$

其中, b_a 为目标网络的可用带宽; L_B, U_B 分别为用户连接所需的最小及最大带宽要求.由于从用户连接时对带宽需求的角度衡量了候选网络状况,所以带宽回报函数较好地反映了各候选网络为用户连接提供带宽的能力.带宽归一化公式为

$$G_i = B_y / B_i \quad (3)$$

其中, B_y 为网络*i*的可用带宽, B_i 为网络*i*的总带宽. G_i 反映了各网络当前可用带宽在网络总带宽中的比例,可较好地反映网络的带宽负载情况.

将式②③相结合,当多个候选网络的可用带宽均大于连接所需带宽时,比较各网络的可用带宽占总带宽的比例,从而可选择满足带宽要求且网络负荷相对较轻的候选网络.

1.4 切换稳定周期

为解决垂直切换中的乒乓效应问题,本文设定

一个稳定周期来延迟移动节点执行切换的时间^[16]. 稳定周期为

$$T_s = t + t / (e^{C_0 - C_c} - 1)$$

其中, T_s 为稳定周期, t 为当前最优可接入网络的链路时延, C_0 为最优可接入网络的代价函数值, C_c 为当前网络的代价函数值.

1.5 切换算法

本文根据网络代价函数、稳定周期等因素来判断是否对接入网络进行切换. 当移动节点经过计算代价函数发现当前网络代价函数小于目标网络代价函数时, 切换判决模块首先保存当前的代价函数值, 并计算稳定周期; 然后启动模块内部的计时器. 在计时结束时, 节点主动计算当前时刻目标切换网络的代价函数值, 并与最初的代价函数值进行比较: 如果当前网络代价函数与初始偏差大于门限 C , (预先设定), 则认为目标网络稳定性较差, 不执行切换; 否则进行网络切换. 图 3 为垂直切换算法的流程图.

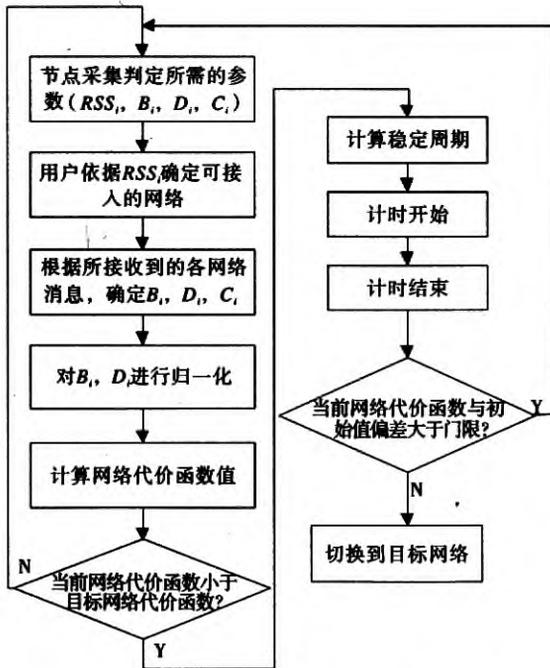


图 3 切换算法流程图

2 仿真分析

本文仿真环境是如图 1 所示的 3G - WLAN 系统模型, 其中每个 UMTS 基站的覆盖区域半径为 1 000 m, 带宽为 3 Mb/s; 每个 WLAN 热点的覆盖区域半径为 200 m, 带宽为 54 Mb/s. 移动节点在切换场景中以 10 m/s 的速度沿直线移动, 如图 4 所示,

不断进入和离开 WLAN 的有效覆盖区域.

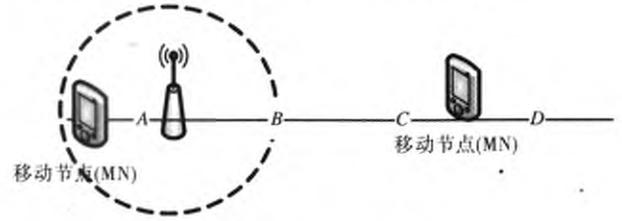


图 4 评价场景模拟图

仿真中以信号强度、通信时延、优先级作为垂直切换的参考指标. 设置信号强度权值为 0.5, 通信时延权值为 0.5, 吞吐率权值为 0.2, 优先级都设置为 1. 分别用传统的切换算法、模糊控制算法及文中提出的切换算法做 20 次仿真, 仿真结果如图 5 所示.

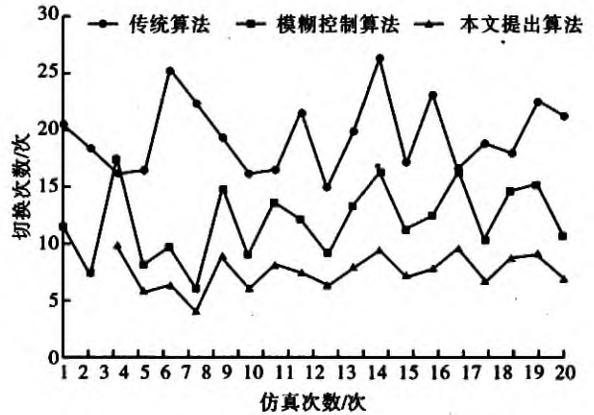


图 5 3 种切换算法切换次数的比较

从图 5 可知, 分别使用传统算法、模糊控制算法及本文提出的算法, 移动节点发生切换的平均次数分别是 19.85 次、12.10 次、6.75 次. 由此可见, 本文提出的算法切换次数最少, 能有效减少不必要的切换, 抑制乒乓效应的发生.

3 结语

针对目前异构网络融合的需求, 本文对 3G 蜂窝网与 WLAN 之间垂直切换过程中涉及的各项性能参数进行了分析, 并且根据算法需要对各参数进行了归一化, 提出了一种新的基于代价函数的自适应垂直切换算法 3G - WLAN. 在切换算法中通过设置稳定周期, 做出了准确的切换决定, 有效地抑制了不必要的切换发生, 消除了乒乓效应. 该算法能保证用户 QoS, 提高网络综合性能, 增强异构无线网络对环境变化的适应性.

参考文献:

- [1] Siddiqui F, Zeadally S. Mobility management across hybrid wireless networks [J]. IEEE Comp Com, 2006, 29 (9):1363.
- [2] Pahlavan K, Krishnamurthy P, Hatami A. Handoff in hybrid mobile data networks [J]. IEEE Personal Com, 2000, 7 (2):34.
- [3] Ylianttila M, Pande M, Mahonen P. Optimization scheme for mobile users performing vertical handoffs between IEEE 802. 11 and GPRS/EDGE networks [EB/OL]. (2001-11-08) [2011-05-12]. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=966320&isnumber=20837>.
- [4] Liu M, Li C, Guo X B, et al. Performance analysis and optimization of handoff algorithms in heterogeneous wireless networks [J]. IEEE Trans Mobile Comp, 2008, 7 (7):846.
- [5] Zhang Q, Guo C X, Guo Z H, et al. Efficient mobility management for vertical handoff between WWAN and WLAN [J]. IEEE Comm Mag, 2003, 41(11):102.
- [6] Song W, Zhuang W H, Cheng Y. Load balancing for cellular/WLAN integrated networks [J]. IEEE Network, 2007 (1):27.
- [7] Hou J, O'Brien D C. Vertical handover decision-making algorithm using fuzzy logic for the integrated radio-and-OW system [J]. IEEE Trans Wireless Comm, 2006, 5 (1):176.
- [8] Majlesi A, Khalaj B H. An adaptive fuzzy logic based handoff algorithm for hybrid networks [EB/OL]. (2002-08-15) [2011-05-10]. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1180012&isnumber=26504>.
- [9] 何晴, 滕光. 一种基于模糊控制的3G-WLAN垂直切换算法 [J]. 科技通报, 2010, 26(2):261.
- [10] Stevens Navarro E, Lin Y X, Wong V W S. An MDP-based vertical handoff decision algorithm for heterogeneous wireless networks [J]. IEEE Trans Vehi Tech, 2008, 57 (2):1243.
- [11] Shen W, Zeng Q A. Cost-function-based network selection strategy in integrated wireless and mobile networks [J]. IEEE Trans Vehi Tech, 2008, 57(6):3778.
- [12] Yang K, Gondal I, Qiu B. Multi-dimensional adaptive SINR based vertical handoff for heterogeneous wireless networks [J]. IEEE Commu Letters, 2008, 12(6):438.
- [13] Tawill R, Demerjian J, Pujolle G, et al. Processing-delay reduction during the vertical handoff decision in heterogeneous wireless systems [EB/OL]. (2008-03-13) [2011-05-03]. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4493561&isnumber=4493499>.
- [14] 柴蓉, 肖敏, 唐伦, 等. 异构网络垂直切换性能参数分析及算法研究 [J]. 重庆邮电大学学报:自然科学版, 2010, 22(1):63.
- [15] 邓中亮, 王晖, 朱宇佳. 一种基于异构网络的自适应垂直切换算法 [J]. 现代电子技术, 2010(4):114.
- [16] 谢胜东, 吴蒙. 基于模糊控制的垂直切换决定算法 [J]. 南京邮电大学学报:自然科学版, 2007(5):6.