

基于 802.11 无线局域网的移动 IP 切换仿真分析

李汝恒¹, 曹水仁², 龙 华²

(1. 大理学院 物理与电子信息学院, 云南 大理 671003; 2. 昆明理工大学 信息工程与自动化学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 利用 OPNET 仿真软件, 建立 802.11 环境下的移动 IP 网络, 在不同无线网络场景下仿真研究移动 IP 参数对切换主要性能指标的影响, 得出广播周期和代理请求是影响网络性能的重要参数, 过小的广播周期会导致用户数据的接收减小, 过于主动的发送代理请求也会导致协议数据在网络内部占用过多的资源。

关键词: 移动 IP; 无线局域网; 网络仿真

中图分类号: TP393.17 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2008)01-0047-05

Mobile IP Handoff Simulation Analysis Based on 802.11 Wireless Lan

LI Ru-heng¹, CAO Shui-ren², LONG Hua²

(1. College of Physics and Electronic Information, Dali University, Dali 671003, Yunnan, China;

2. Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: With the adoption of OPNET simulation software, a mobile IP network based on 802.11 is established to simulate and analyze the changes of network performances in different wireless network scenarios. Important parameters such as broadcast cycle and agent request are obtained. It is concluded that the less broadcast cycle are, the less user data will be received, and that the resources of network are occupied when a lot of agent requests are sent.

Key words: mobile IP; wireless LAN; network simulation

0 引言

近年来, 基于 IEEE802.11 的无线局域网(Wlan)技术发展迅速. 无线局域网的规模也逐步扩大. 对有中心结构化网络, 每个站点都与一个特定的接入点相关. 如果站点从一个小区切换到另一个小区, 即发生漫游. 漫游指无线工作站在一组无线访问点之间移动, 并提供对于用户透明的无缝连接, 包括基本漫游和扩展漫游. 由于 802.11 无线局域网只规定了 MAC 层和物理层, 为了保证移动站在扩展服务区之间的漫游, 需要在 MAC 层之上引入移动 IP 技术以保证在高层会话不中断的情况下允许移动节点在不同的网间移动. 为实现无缝漫游, 基于 Wlan 上的移动 IP 切换机制已有相关的研究(如 Seshan 等), 用 IP 多播和缓存器减小切换时延, 并利用基站和移动节点间信号强度进行切换预测^[1]. Tan 等提出用域名代理进行多播数据穿过多个小区. 这是一种软切换, 当链路层进行硬切换时这种机制就不能进行^[2]. Snoeren 和 Balakrishnan 提出相邻花销建立快速切换的另一种机制. 这种机制通过浪费一些有线带宽以减小无线接口的信息交换. 这种方法需要修正移动 IP 以支持相邻 MA 的发现. 在切换过程中, 每个移动节点通知新的 MA 关于先前的 MA 以帮助它建立相邻节点的拓扑图并假设切换信息能从数据链路层传递到网络层^[3]. 还要一些是增加额外的条件^[4,5]实现无缝切换, 但这些研究从机制进行切换分析, 没有从整个网络综合进行切换分析^[6]. 本文利用 Opnet 仿真软件, 建立基于 802.11 上的移动 IP 网络模型, 综合仿真分析不同无线网络参数下切换过程中的网络性能.

收稿日期: 2007-09-03.

第一作者简介: 李汝恒(1962~), 男, 副教授. 主要研究方向: 计算机网络通讯. E-mail: Ruheng_li@126.com

1 移动 IP 的切换过程

如图 1 所示,参与移动 IP 的实体有移动节点(MN)和移动代理(MA),其中 MA 包括外地代理(FA)和家乡代理(HA). HA 是在 MN 离开本地网络(HN)时,用隧道技术把地址传送给 MN,并保留 MN 当前位置的信息. FA 为来自 MN 的本地代理地址拆除隧道封装,并将拆封后的地址递交给 MN,为 MN 提供寻路业务的路由器.

移动 IP 的每一个 MN 有本地地址及转交地址,本地地址具有唯一性, MN 移动时其不发生改变. 转交地址是当 MN 连接到外地网络链路上时用来标识 MN 所处位置的地址. 当 MN 处于本地网络链路上时, MN 的工作机制和固定节点一样,无需采用移动 IP 功能. 当 MN 到外地网络链路上时,需要使用一个称作“代理发现”的规程在外地链路上发现一个 FA,并向这个 FA 进行注册,把这个 FA 的 IP 地址作为自己的转交地址^[7].

代理发现有两类消息:代理广播消息(AA)和代理请求消息(AS). 代理广播消息是 HA 或 FA 在自己所连接的网络上周期性地广播代理广告消息以声明自己的存在, MN 通过对消息的监听判断自己是在本地网络上还是在异地网络上,如果 MN 发现自己仍在本地网络上,不启动移动 IP 功能. 如果 MN 检测到它已移动到一个新的异地网络上,则通过注册获得转交地址, MN 得到转交地址后通过绑定向本地代理进行注册,以便让本地代理存储 MN 的当前位置;另一种消息是代理请求消息,当 MN 没有耐心等待下一个周期发送的代理广播消息时,它可以发送代理请求消息. 这个消息的唯一目的就是让链路上的所有代理立即发送一个代理广播消息. 当移动节点快速地切换链路,而代理发送广播消息的频率相比而言就太慢了,此时启动代理请求消息就很有必要.

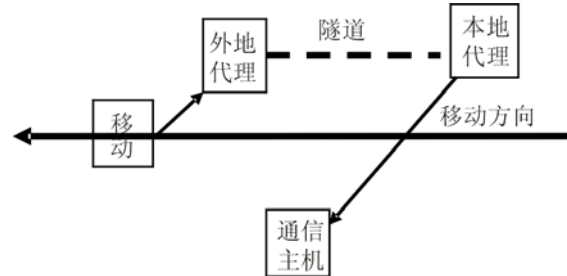


图1 移动IP的工作原理

Fig.1 Principle of the mobile IP

2 基于 802.11 无线局域网的移动 IP 切换

基于 802.11 无线局域网上的移动 IP,其特点是在无线节点上增加移动 IP,使 AP 具有家乡代理实体或外地代理实体的功能, MN 具有完成移动切换的功能. 切换分为三个阶段完成:1)链路层的切换;2)移动 IP 的检测;3)移动 IP 注册^[8].

当 MN 和与之连接 AP 点间的信号强度减弱超过其接受阈值时, MN 就寻找新的 AP,这就是链路层切换的开始. 链路层切换的第一步是通过扫描发现新的 AP,在发现新 AP 后根据信号强度等参数选择并连接 AP. 移动 IP 的移动检测在链路切换后应立刻进行,因为运行在不同的异构网络上,移动 IP 并不意识到链路层发生的事件,故移动检测可以纯粹由网络层完成.

移动检测有基于广播机制、基于链路层提示机制以及二者混合的方式. 广播机制发送代理广播消息,其 Mobile IPv4 标准算法是基于广告寿命区域的 ICMP 代理. 广告寿命存活期是指缺乏后续广告的最大时间. 在广告寿命存活期间 FA 或 HA 利用 ICMP 路由广播代理信息,如果 MN 在一定的时段没有接受到广告, MN 将认为目前代理不可到达,暗示 MN 移动到新的网络. 如果 MN 没有存储从其他代理接受的最近广告,它将发送代理请求搜寻新的代理,两个成功广播间隔是 1/3 的广告存活期. 基于链路层提示的机制通过发送请求代理消息实现检测,当移动 IP 层意识到链路层切换事件的发生, MN 立刻发送代理请求消息, FA 或 HA 将对代理请求消息进行回应. 这种方法牺牲移动 IP 层和链路层的独立性以达到移动检测优化的目的,允许从链路层的信息传到移动 IP,能够完成快速移动检测. 这能够采用更低的广播数据率获得更有效的带宽. 在这种情况下 MN 将不得不用绑定政策,即移动主机或路由要求 HA 保持多个绑定信息并发送包含 IP 包目的地址到不同的 FA.

根据上述机制,可得移动 IP 层的切换时间 $T_{HANDOVER}$ 为检测时间 T_{MD} 和注册时间 T_{REG} 之和. 即:

$$T_{HANDOVER} = T_{MD} + T_{REG}$$

根据上式,检测和注册都会影响切换性能导致网络性能变换.本文就不同广播周期及仅使用广播代理和启用请求代理后的无线环境下仿真分析切换延时、丢包率以及客户端和服务端发送数据和接收数据量的网络性能.

3 移动IP的切换过程仿真

3.1 仿真参数及场景

本文利用 OPNET 仿真软件^[9] 搭建基于 802.11 协议的移动 IP 模型,场景如图 2 所示.无线局域网的接入点(AP)构成网络家乡代理和外地代理 HA、FA_1、FA_2 和 FA_3,并通过路由器构成扩展无线局域网.服务器为无线局域网提供(RPG)服务,RPG 在 OPNET 中是模拟多媒体信源的自相似业务数据源^[10].移动 IP 包含 RPG 客户机和移动路由(MR),如图 3 所示,其沿图 2 所示轨迹在 HA、FA_1、FA_2 和 FA_3 移动. HA 路由器采用移动 IP 为 MR 提供家乡代理服务,当 Mobile_IP_NET 沿着轨迹线移动时,MR 就会根据移动情况分别与 FA_1、FA_2、FA_3 进行外地代理处理以提供 RPG 客户机和服务器的连接. Wlan 采用 802.11b,链路数据速率为 11M,移动 IP 采用 Ipv4 标准.网络仿真时间为 15 min.

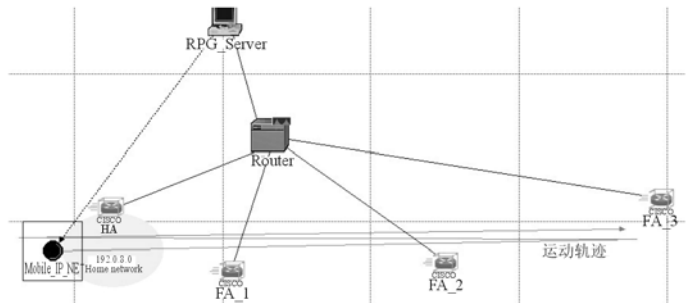


图2 网络仿真场景
Fig.2 Topology of the simulation network

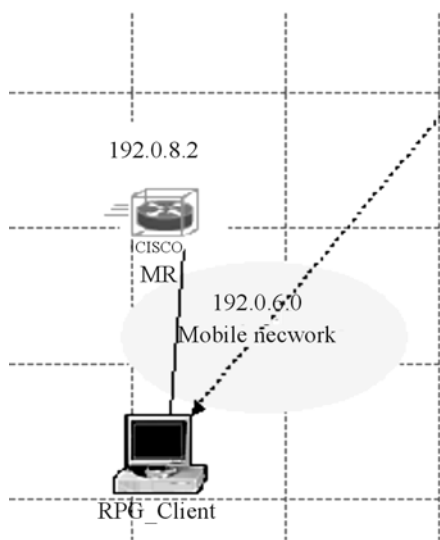


图3 Mobile_IP_NET 内部
Fig.3 Topology of mobile_IP_NET

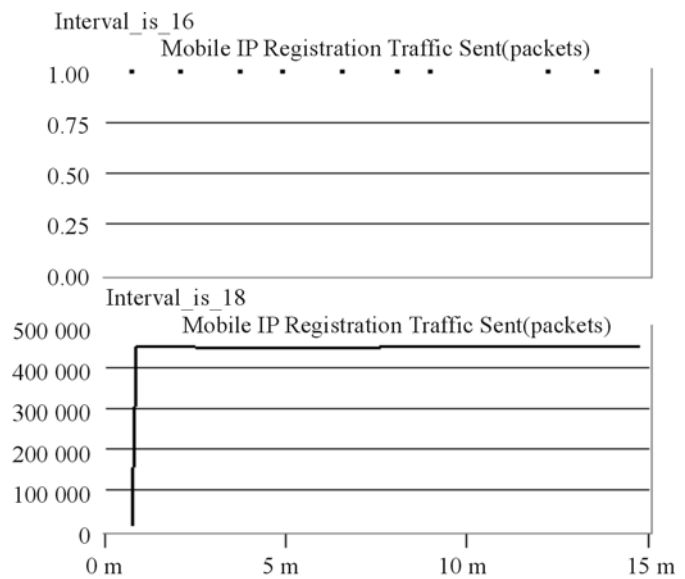


图4 HA在两种广播周期下发送注册信息
Fig.4 HA sending registration information in two broadcast cycle

3.2 仿真结果及分析

1) 广播周期的影响

如上所述,代理广播 HA 或 FA 周期性地在自己的链路上通告代理的存在,通告的周期性是影响切换检测的重要因素.基于图 2 和图 3 的仿真场景,广播周期分别为 16 s 和 8 s.

图 4 显示当周期减小一半时,HA 发送的注册信息包将增加上万倍.这将会在网络内部占用很大的资源.图 5 所示为两种周期下 RPG_Client 接收到的信息,可以看出广播周期为 16 s 时,RPG_Client 接收到的信息较广播周期为 8 s 时的大.图 6 显示了 WLAN 的丢包率,对广播周期为 8 s 的情况,因过小的广播周期占用网络资源,导致数据丢包率较广播周期为 16 s 时增大.

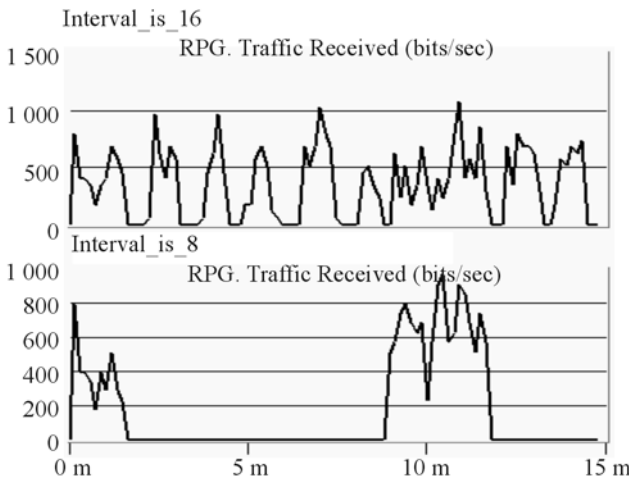


图5 RPG Client在两种广播周期下接收的数据包

Fig.5 Traffic received by RPG client in two broadcast cycles

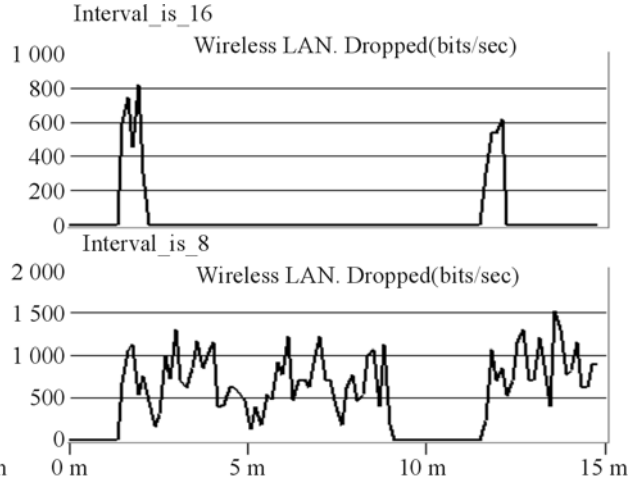


图6 在两种广播周期下Wlan的丢包率

Fig.6 Data dropped of WLAN in two broadcast cycles

2) 两种切换方式的比较

根据前面所述,移动切换可以使用广播注册和代理请求. 本文仿真分析仅使用广播代理和启用代理请求对切换的影响. 参数与场景与前相同. 图7显示在两种切换时MR注册时发送的数据包. 可以看出启用代理请求注册所使用的数据量大于广播机制. 这也导致网络中数据量增大,如图8显示两种切换机制下RPG_Client接收到的数据量. 从图中可以看出,使用代理请求后其接收的数据量小于使用广播机制的切换. 这意味着如果在具有使用广播机制的场景下使用代理请求会因发送过多的注册信息占用了网络资源,影响数据的接收.

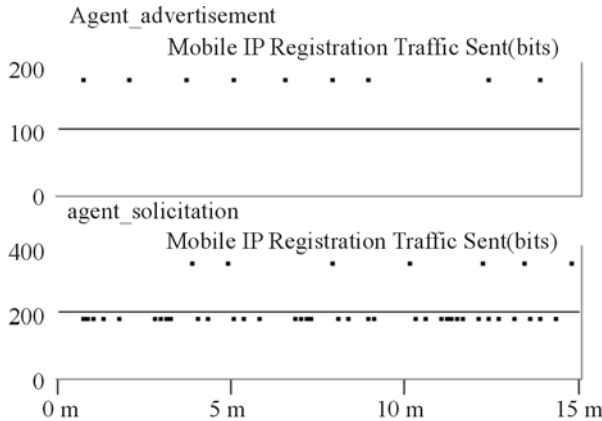


图7 两种切换机制下MR发送注册信息的数据

Fig.7 Registration traffic sent by MR in two handoff schemes

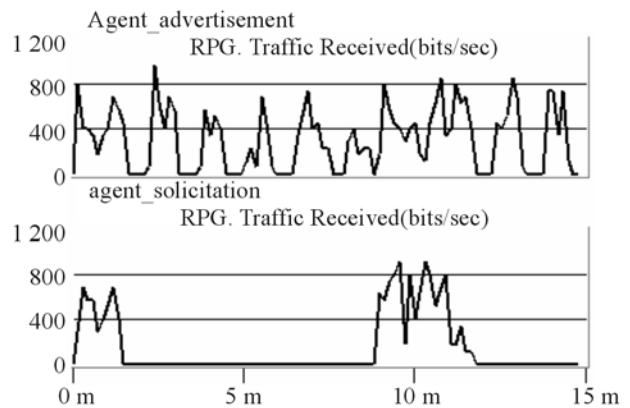


图8 两种切换机制下RPG Client接收数据包

Fig.8 Traffic received by RPG client in two handoff schemes

4 结论

对于移动IP,广播周期是一个重要参数,过小的广播周期将导致大量的网络资源被占用,导致用户数据的接收减小. 同时是否使用代理请求也需要根据情况而定,在能使用广播注册的情况下,过于主要的发送代理请求也会导致数据在网络内部资源的占用. 文章对移动IP的参数进行了仿真分析比较,得出的结论对切换的优化具有一定的参考价值.

参考文献:

[1] Seshan S, Balakrishnan H, Katz R. Handoffs in cellular wireless networks: The Daedalus implementation and experience[J]. Kluwer Int. J. Wireless Commun. Syst., 1997, 1.4(2): 141 - 162.

