

异构网络的垂直切换仿真建模及其性能评估

赵宜升, 李云, 刘占军, 刘期烈

(重庆邮电大学无线信息网络研究中心, 重庆 400065)

摘要: 针对无线网络的异构化趋势, 对 WLAN 和 UMTS 形成的异构网络进行扩展, 使其包含 WLAN, WiMAX 和 UMTS 3 种网络。基于介质独立切换对扩展后异构网络中的垂直切换进行仿真建模。评估切换时延、切换期间的丢包数目和网络使用效率, 结果表明, 链路即将断开(LGD)方式的切换时延小于链路断开(LD)方式, 且丢包数较少, 网络使用效率随着功率强度门限系数的增大而降低。

关键词: 介质独立切换; 异构网络; 垂直切换

Simulation Modeling of Vertical Handover in Heterogeneous Network and Its Performance Evaluation

ZHAO Yi-sheng, LI Yun, LIU Zhan-jun, LIU Qi-lie

(Research Center for Wireless Information Network, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065)

【Abstract】 Aiming at the heterogeneous trend of wireless network, this paper extends the heterogeneous network composed of WLAN and UMTS, and makes it contain WLAN, WiMAX and UMTS. Simulation model of vertical handover in extended heterogeneous network is built based on Media Independent Handover(MIH). It analyzes the handover delay, packet loss count and network usage efficiency during the handover period. Simulation results indicate that Link Going Down(LGD) mode has little handover delay and packet loss count than Link Down(LD) mode. The network usage efficiency decreases when the power level threshold coefficient increases gradually.

【Key words】 media independent handover; heterogeneous network; vertical handover

1 概述

未来无线网络将呈现异构特点, 不同接入技术之间的切换称为垂直切换。网络层、传输层和应用层具有支持垂直切换的相关协议, 如网络层的移动 IPv6^[1]及其扩展协议、传输层的移动流控制传输协议和应用层的会话初始协议。IEEE 802.21 标准提出介质独立切换(Media Independent Handover, MIH)^[2]概念。

相关文献对 MIH 进行研究, 文献[3]关注移动期间对服务需求的满足以及 IEEE 802.21 标准如何使无缝技术间的切换成为可能。文献[4]提出一个实现 IEEE 802.21 MIH 标准的框架, 并通过 802.11 和 802.16e 的融合试验评估其性能。文献[5]评估了 IEEE 802.21 标准提供的移动性支持机制和算法性能, 建立 UMTS 和 IEEE 802.11 的异构网络场景模型。

2 相关工作

移动 IPv6 中的功能实体包括家乡代理、接入路由器、对端节点和移动节点。当移动节点从一条链路移动到另一条链路上时, 获取一个转交地址, 并向家乡代理发送绑定更新消息, 以注册转交地址。家乡代理收到此消息后, 回复绑定确认消息。对端节点和移动节点可以采用双向隧道和路由优化 2 种方式进行通信。

介质独立切换的思想是在低层和高层间引入一个新的协议层, 该层具有 MIH 功能, 通过与不同低层间的相互作用以及与远端 MIH 功能的通信来屏蔽介质异构性, 使高层无须了解低层网络的差异, 从而优化了移动节点在不同类型接入介质间的切换。MIH 功能通过对低层、高层和对端定义的服务访问点(Service Access Point, SAP)提供 3 种服务, 即介质独立

事件服务、介质独立命令服务和介质独立信息服务。SAP 包括 MIH_LINK_SAP 和 MIH_SAP。

3 仿真建模与切换流程

3.1 仿真建模

为了仿真基于 MIH 的垂直切换机制, 使用扩展的 NS-2.29。它具有 MIH 功能和 MAC 层对 MIH 的支持作用, 并使移动节点(Mobile Node, MN)具有多接口特点和发现子网的功能。

实现 MIH 功能的关键组成部分有 MIH 代理、MIH 接口信息、MIH 用户代理、MIH 扫描、mihf_info, session_info, mih_pending_req。其中, MIH 代理实现 MIH 功能, 它负责与低层、高层及远端 MIH 功能通信; MIH 接口信息是 MIH 代理的子类, 负责存储关于 MAC 接口的信息; MIH 用户代理是 MIH 代理的子类, 负责接收来自 MIH 代理的事件消息, 并向 MIH 代理发送命令, 接口管理(Interface Management, IFMNGMT)代理是 MIH 用户代理的子类, MIPv6 代理是 IFMNGMT 代理的子类, Handover 类是 MIPv6 代理的子类; MIH 扫描是 MIH 代理的子类, 负责处理扫描请求; mihf_info 结构体负责远端 MIH 功能的信息; session_info 结构体负责与远端 MIH 功能的当前会话信息; mih_pending_req 结构体

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60702055); 华为公司合作基金资助项目(YBWL2008033)

作者简介: 赵宜升(1984—), 男, 硕士研究生, 主研方向: 无线网络; 李云, 教授; 刘占军, 讲师; 刘期烈, 博士研究生

收稿日期: 2009-11-23 **E-mail:** yisheng0848@163.com

负责存储等待的请求消息。通过修改 MAC 层使其具有 MIH_LINK_SAP 功能,并能处理触发事件。MIH_LINK_SAP 被添加到 MAC 类中,实现 MAC 层对 MIH 的支持。

将多接口节点视为结合不同技术节点的虚拟节点,此类不同技术的节点是多接口节点的接口,称它们为接口节点。位于上述不同技术节点的邻居发现(Neighbor Discovery, ND)代理具有 3 层运动检测功能,接入点(Access Point, AP)或基站(Base Station, BS)周期性地发送路由器通告消息,以通知 MN 关于网络的前缀信息。MN 可以通过发送路由器请求消息来发现新网络的 AP 或 BS。

3.2 切换流程

MN 在由 UMTS, WiMAX 和 WLAN 3 种网络部署的环境中移动,如图 1 所示,其运动场景包括:(1)先从 UMTS 切换到 WiMAX,再从 WiMAX 切换至 WLAN;(2)先从 WLAN 切换到 WiMAX,再从 WiMAX 切换到 UMTS。本文主要考虑场景(2)。

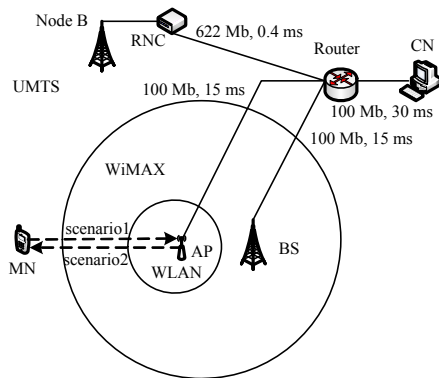


图 1 网络拓扑结构

在场景(2)的切换中,当 MN 快移出 WLAN 的覆盖范围时,WLAN 接口基于功率强度门限触发 LGD(Link Going Down)事件,具体原理如下:假设 P_n 是第 n 个接收数据包的功率, P_{th} 是无错接收数据包的功率强度门限。若以下 2 个条件满足:

$$P_n < \alpha P_{th} \quad (1)$$

$$P_n < P_{n-1} \quad (2)$$

其中, α ($\alpha \geq 1$)是功率强度门限系数,则产生 LGD 事件,并向上依次传给 IFMNGMT 代理和 Handover 代理,当产生该事件的概率达到某个设定值时,WLAN 接口触发 LD(Link Down)事件,并向上分别传给 IFMNGMT 代理、Handover 代理和 MIPv6 代理。MIPv6 代理通过 WiMAX 接口发送流重定向消息,MIH 代理发送 Link Scan 命令,向下传给 WLAN 接口,WLAN 接口发送探测请求消息,网络侧收到此消息后发送探测应答消息。网络侧的 MIPv6 代理发送流重定向确认消息,MN 通过 WiMAX 接口接收数据流。当 MN 从 WiMAX 切换至 UMTS 时,切换流程与上述过程类似。

4 仿真评估

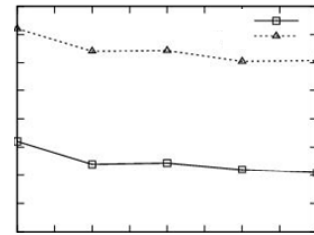
使用仿真软件 NS-2 进行仿真评估。网络拓扑如图 1 所示,将所有节点设置在 $2\ 200\text{ m} \times 2\ 200\text{ m}$ 的区域内。UMTS 的 Node B 是全覆盖的,BS 和 AP 的覆盖半径分别是 $1\ 000\text{ m}$ 和 50 m 。在 CN 和 MN 之间建立 UDP 连接,并在其上建立一个恒定比特速率(Constant Bit Rate, CBR)数据流,每个包的大小是 500 Byte ,该数据流从第 9 s 开始产生,在第 250 s 结束。

对场景(2)中 MN 的切换时延、丢包数和网络使用效率进

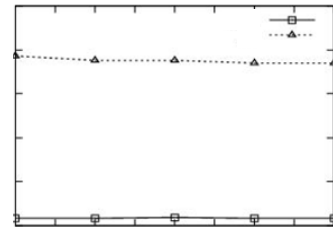
行分析。MN 可通过 2 种方式进行切换,即 LGD 方式和 LD 方式。前者基于功率强度门限触发 LGD 事件,后者在 MN 离开当前网络信号覆盖范围,连续收到错误数据包的个数达到一个门限值时,触发 LD 事件。仿真结果如表 1、图 2 和图 3 所示。

表 1 网络负荷与丢包数目关系

网络负荷/(Kb·s ⁻¹)	WLAN→WiMAX		WiMAX→UMTS	
	LGD	LD	LGD	LD
100	2	8	0	0
200	3	8	0	0
300	5	10	0	0
400	4	7	0	0
500	4	9	0	0

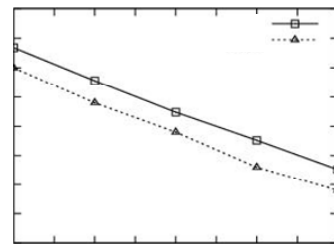


(a)从 WLAN 切换到 WiMAX

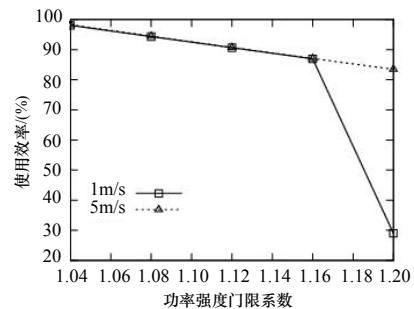


(b)从 WiMAX 切换到 UMTS

图 2 网络负荷与切换时延的关系



(a)WLAN 使用效率



(b)WiMAX 使用效率

图 3 功率强度门限系数与使用效率的关系