

移动 WiMAX 的切换机制

张明, 王锁萍, 何涛

(南京邮电大学软件学院, 南京 210003)

摘要: 实现链路的无缝切换是支持移动网络的关键技术。为了使切换过程中的包丢失和包延迟最小, 对 IEEE802.16e 标准中规定的移动宽带无线接入系统的切换过程进行研究。针对 WiMAX 网络体系结构中的系统内切换、系统间切换以及实现端到端 QoS 保证的切换 3 种主要切换方式, 介绍相应的切换机制, 描述主要切换流程, 并给出改进机制和最新研究成果。

关键词: 移动 WiMAX; 切换; 移动 IP; 服务质量

Handover Mechanism in Mobile WiMAX

ZHANG Ming, WANG Suo-ping, HE Tao

(Software College, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003)

【Abstract】 Realizing the seamless handover is the key technology to support mobile network. The handover process of mobile broadband wireless access system prescribed in IEEE802.16e standard is studied. The corresponding handover mechanisms of intra-system handover, inter-system handover, and guaranteeing end-to-end QoS handover are introduced. Their major handover procedures are described and improved schemes relevant together with the latest research harvest are supplied.

【Key words】 mobile WiMAX; handover; mobile IP; QoS

1 概述

IEEE802.16e 是移动 WiMAX 的技术标准^[1], 它是一种宽带无线城域网接入技术, 支持用户以车速移动, 并提供多种业务的高速率数据传输, 其关键技术是传输链路的无缝切换。当移动用户(MS)跨越不同小区或者服务质量(QoS)得不到保证时, 切断与当前服务基站(BS)的连接, 与相邻 BS 建立一条新连接。如何使得切换过程中包丢失和包延迟达到最小, 保证业务的正常传输, 成为移动 WiMAX 的一项重要研究内容。

标准中定义了 3 种切换方式, 分别为硬切换(HHO)、宏分集切换(MDHO)和快速基站交换(FBSS)。其中, HHO 是必须采用的, 是一种简单的切换, 采用“先断开, 后建立”方式, 即 MS 断开与服务 BS 的连接之后才开始建立与目标 BS 的连接; MDHO 和 FBSS 是可选的, 它采用软切换方式, 即“先建立, 后断开”。在通信过程中, MS 和 BS 保留一份候选 BS 的列表, 称为宏分集。它随着相邻 BS 的信号强度的变化而更新。两者的不同点在于, MDHO 中的 MS 与宏分集里面的每个 BS 同步、通信, 而 FBSS 中的 MS 与宏分集里的所有 BS 同步, 但只与其中的一个中心基站(Anchor BS)通信。

WiMAX 网络系统的切换分为系统内切换和系统间切换。其中, 系统内切换是指同一个接入网关内的切换, 系统间切换是指不同接入网关间的切换。如果发生切换的 2 个小区在同一个接入网关内, 则切换主要由媒体接入控制子层(MAC)来负责; 否则, 切换还涉及到网络层, 应保持 MS 与相应主机的 IP 连通性。

2 系统内切换

系统内切换主要由 MAC 层负责, 也称为 L2 切换, 针对的是同一个接入网关下的移动。切换请求可以由 MS 或者服务 BS 发起, 以 MS 为例, 切换流程如图 1 所示。

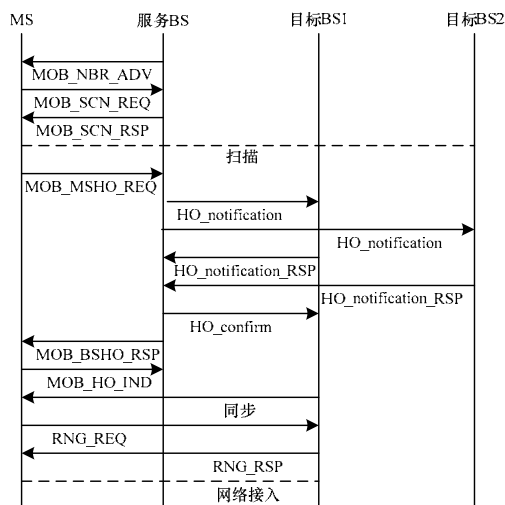


图 1 MS 发起的切换流程

完整的切换过程分为 5 个阶段:

(1) 获取网络拓扑。服务 BS 周期性地发送 MOB_NBR_ADV 消息, 广播相邻 BS 的信息。MS 通过监听该消息, 获得相邻 BS 的 ID。

(2) 小区重选。MS 向服务 BS 发送 MOB_SCN_REQ 消息, 请求扫描相邻 BS 所需要的时间。服务 BS 根据 MS 的请求为其分配扫描时间, 并通过 MOB_SCN_RSP 消息告知 MS。然后 MS 对相邻 BS 进行扫描, 与其上/下行链路进行同步, 测量相邻 BS 的接收信号强度和信噪比, 并将扫描结果报告给

作者简介: 张明(1977 -), 男, 博士研究生, 主研方向: 通信网络的资源分配, QoS 理论与技术; 王锁萍, 教授、博士生导师; 何涛, 博士研究生

收稿日期: 2009-05-10 **E-mail:** zhangm@ihep.ac.cn

服务 BS。在这个过程中,MS 还可同相邻基站建立某种关联,并考虑它能否成为切换的目标。

(3)切换请求。MS 检测来自服务 BS 的接收信号强度和信噪比,如果测量值低于门限,相邻小区的信号强度大于目前小区,则启动切换。MS 向服务 BS 发送切换请求 MOB_MSHO_REQ,其中包含推荐的目标 BS 的 ID。

(4)切换判决。服务 BS 收到切换请求后,向推荐 BS 发送切换通知 HO_notification,询问能否满足 MS 的切换请求。推荐 BS 收到切换通知后,做出能否满足要求的回应 HO_notification_RSP。服务 BS 根据回应选定目标 BS,并发送确认信息 HO_confirm,通知该目标 BS,MS 将切换至此。服务 BS 向 MS 发送切换回应 MOB_BSHO_RSP。

(5)切换的执行。MS 收到切换回应后,发送 MOB_HO_IND 消息,与服务 BS 断开连接,并与目标 BS 执行网络接入操作,如同步、测距、鉴权、注册等。

整个切换过程比较耗时,造成较大的延迟,这对延迟敏感的实时业务影响较大。为此,不少文献提出一些改进的快速切换算法。文献[2]对其中的几个步骤进行了修改。首先,通过减少候选目标 BS 来节省扫描时间。MS 在对相邻 BS 扫描之前,根据相邻 BS 的载干比(CINR)和到达时间差异(ATD),选择一个最有可能的 BS 作为目标 BS。这样 MS 只需扫描一个目标 BS,省掉了扫描其他相邻 BS 的时间。其次,采用快速的同步和关联来减少数据传输的延迟。建议 MS 获取服务 BS 链路映射消息时,同时获取相邻 BS 的链路映射消息,并且服务 BS 要合理安排时隙,避免 MS 测距与数据传输发生碰撞,这样,同步、关联和数据传输就能够同时进行,节省了大量时间。最后,提出了优化切换发起定时的方法,把 MS 的移动速度作为发起切换的一个考量,找到一个最佳的切换时间点。3 种新措施能够较好地减少切换延迟,增加系统的吞吐量。在文献[3]的方案中,MS 同目标 BS 建立了下行链路同步后就接收下行传输数据,而不再等到整个切换完成才接收数据。文献[4]提出一种护照切换算法,该算法使得下行链路同步后就传输下行数据,上行测距后就进行上行传输,在剩余的切换时间里 MS 可以一直同目标 BS 通信。这样,业务的中断时间仅限于同步和测距过程。这些算法的共同点是尽量减少连接中断时间,尽快恢复数据的传输,从而减少数据传输时延和丢包率。

3 系统间切换

系统间切换是指跨越网关的切换,它涉及到 L2 切换和网络层(L3)切换。L3 切换在移动 IPv4(MIPv4)和移动 IPv6(MIPv6)中进行了充分研究^[5-7]。下面以 MIPv6 为例,简单讲述 L3 层切换过程。移动 IPv6 网络中包含归属代理(HA)、移动节点(MN)、对端节点(CN)等实体,MN 通过接入路由器连接到 Internet 上。当 MN 在归属网络时,有一个家乡地址,当它移动到外地链路时获得一个转交地址。MN 将家乡地址与转交地址的映射告知 HA 和 CN。这样,CN 与 MN 之间就可以直接进行正常通信。

在基本的移动 IPv6 协议框架下,MN 在切换过程中无法进行数据包的传递,这对于实时业务是不允许的。快速移动 IPv6(FMIPv6)对其进行了改进^[8],在原接入点(PAR)和新接入点(NAR)之间建立隧道,将切换操作限定在 PAR 和 NAR 之间。这样,实时业务传输可以在移动 IP 完成注册之前就得以恢复,极大地减少切换导致的时延。FMIPv6 的网络模型如图 2 所示。

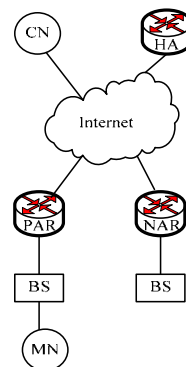


图 2 FMIPv6 网络模型

FMIPv6 的信息交换流程如图 3 所示,主要经过如下步骤:

(1)MN 向 PAR 发送代理路由器请求消息 RtSolPr。PAR 将代理路由器公告消息 PrRtAdv 发送给 MN,消息中包含相邻路由器的 MAC 地址、IP 地址等。

(2)MN 发送快速绑定更新消息 FBU,PAR 收到后向 NAR 发送切换开始消息 HI,然后 NAR 回应切换确认消息 Hack。

(3)PAR 发送一个快速绑定确认 FBack 给 MN 和 NAR。这样,在 PAR 和 NAR 之间建立起隧道,传输给 MN 的分组被转发给 NAR。

(4)MN 在连接到 NAR 后发送快速邻居公告消息 FNA 给 NAR,NAR 将缓存的分组传输给 MN。

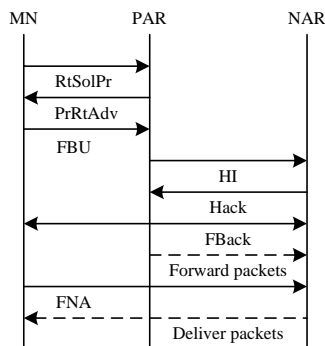


图 3 FMIPv6 信息交换流程

为了提高切换的效率,将 WiMAX 的 L2 切换和 L3 切换进行联合设计,为系统提供无缝切换。文献[9]提出了一种优化方案,在 WiMAX 网络上实现 FMIPv6,信息流程如图 4 所示。

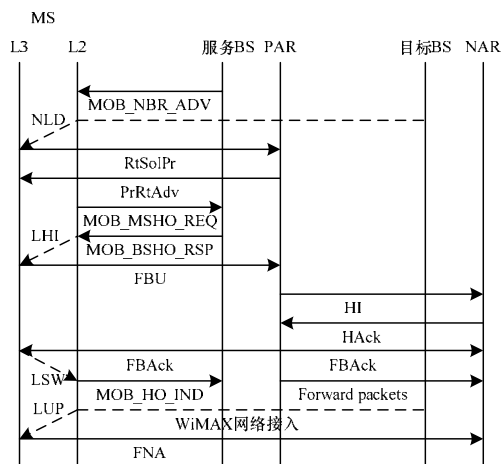


图 4 跨层信息交换流程

方案定义了4种类型的触发：NLD, LHI, LSW 和 LUP。当 MN 探测到一个新的 BS 时, NLD 用来触发 MS 发送、接收 RtSolPr 和 PrRtAdv 消息寻找 NAR; LHI 是在 MS 收到服务 BS 发送的切换回应后, 触发 L3 向 PAR 发送绑定更新, 然后在 PAR 和 NAR 之间建立一个隧道; 一旦隧道建成, 就向 MS 发送快速绑定确认, 这时 MS 产生 LSW 触发通知 L2, 将链路转向目标 BS, 并执行网络重新接入过程; 最后, L2 使用 LUP 触发 L3 发送快速邻居公告, NAR 收到 FNA 后将缓存的分组发送给 MS。

文献[10]在此基础上进一步改进, 由 MS 负责发起 L2 切换, 服务 BS 负责发起 3 层切换, 2 种切换同时进行。另外, 还有一些其他的节省切换时间的方法, 如快速描述、测距、网络重进入^[11]、快速鉴权^[12]、提前搜集候选目标 BS 的转交地址^[13]等。通过这些跨层优化方案, 能够更加有效地改善切换性能。

4 端到端 QoS 保证的切换

虽然 WiMAX 的 MAC 层定义了保证业务 QoS 的机制, 但它并没有定义如何实现端到端 QoS 保证。为了使得全 IP 的 WiMAX 网络实现端到端的 QoS 保证, 文献[14]提出了一种支持 QoS 的基本框架。它将 IP 层的 QoS 保证机制与 MAC 层的 QoS 保证机制相结合, 探讨了业务流的 QoS 类型映射、接纳控制、帧控制和重映射等机制。文献[15]提出了一种多层 QoS 控制的系统结构, 它支持 2 种 Internet QoS 模型: 综合服务模型(IntServ)和区分服务模型(DiffServ)。为了保证移动环境下业务的 QoS 要求, 文献[16]提出了一种更完备的保证 QoS 的移动架构, 它能够实现无缝切换。文中首先采用动态 RSVP(DRSVP)协议支持 MIP, 通过 DRSVP 的 PATH 消息完成网络层与 MAC 层的业务分类映射, 并且使用跨层路由器建立 DRSVP 隧道, 系统采用 2 种软切换算法 MDHO 和 FBSS, 目标 BS 根据信号强度和 MS 的主动探测信息提前做好切换准备, 避免切换时造成分组丢失, 以此加快切换速度, 实现无缝切换。

5 结束语

移动 WiMAX 是面向全面移动性的接入网络, 应具备支持移动业务的能力。如何在终端移动状态下, 使得正在进行的服务不被中断, 业务的 QoS 得到保证, 是移动性管理的重要内容。本文针对移动 WiMAX 系统的切换进行了研究, 详细描述了系统内切换、系统间切换以及实现端到端 QoS 保证的切换方式, 介绍了其切换机制, 并给出了相应的切换流程和主要的切换步骤。针对每一种切换, 在介绍基本方案的基础上, 讨论了对基本方案的改进方案, 并给出了最新的研究成果。未来的研究重点是在 WiMAX 与其他异构网络之间实现无缝切换。

参考文献

[1] IEEE 802.16e-2005 IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband

Wireless Access Systems[S]. 2005.

- [2] Lee D H, Kyamakya K, Umondi J P. Fast Handover Algorithm for IEEE 802.16e Broadband Wireless Access System[C]//Proc. of the 1st International Symposium on Wireless Pervasive Computing. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 6-11.
- [3] Choi S, Hwang G H, Kwon T, et al. Fast Handover Scheme for Real-time Downlink Services in IEEE 802.16e BWA System[C]//Proc. of the 61st Vehicular Technology Conference. [S. l.]: IEEE Press, 2005: 2028-2032.
- [4] Jiao Wenhua, Jiang Pin, Ma Yuanyuan. Fast Handover Scheme for Real-time Applications in Mobile WiMAX[C]//Proc. of IEEE International Conference on Communications. [S. l.]: IEEE Press, 2007: 6038-6042.
- [5] IETF. IP Mobility Support for IPv4[S]. RFC 3344, 2002.
- [6] IETF. Mobility Support in IPv6[S]. RFC 3775, 2004.
- [7] 秦 冀, 姜雪松. 移动 IP 技术与 NS2 模拟[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [8] IETF. Fast Handovers for Mobile IPv6[S]. RFC 4068, 2005.
- [9] IETF. Mobile IPv6 Fast Handovers over IEEE 802.16e Networks[S]. RFC 5270, 2008.
- [10] Park J, Kwon D H, Suh Y J. An Integrated Handover Scheme for Fast Mobile IPv6 over IEEE 802.16e Systems[C]//Proc. of the 64th Vehicular Technology Conference. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 1-5.
- [11] Chen Ling, Cai Xuejun, Sofia R, et al. A Cross-layer Fast Handover Scheme for Mobile WiMAX[C]//Proc. of the 66th Vehicular Technology Conference. [S. l.]: IEEE Press, 2007: 1578-1582.
- [12] Chang C K, Huang C T. Fast and Secure Mobility for IEEE 802.16e Broadband Wireless Networks[C]//Proc. of the International Conference on Parallel Processing Workshops. [S. l.]: IEEE Press, 2007: 46-51.
- [13] Li Peng, Yi Xiaoxin, Pan Yan. A Seamless Handover Mechanism for IEEE 802.16e Systems[C]//Proc. of the International Conference on Communication Technology. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 1-4.
- [14] Mai Yiting, Yang Chunchuan, Lin Y H. Cross-layer QoS Framework in the IEEE 802.16 Network[C]//Proc. of the 9th International Conference on Advanced Communication Technology. [S. l.]: IEEE Press, 2007: 2090-2095.
- [15] Chen Jianfeng, Jiao Wenhua, Guo Qian. Providing Integrated QoS Control for IEEE 802.16 Broadband Wireless Access Systems[C]//Proc. of the 62nd Vehicular Technology Conference. [S. l.]: IEEE Press, 2005: 1254-1258.
- [16] Yao Huijuan, Kuo Gengsheng. An Integrated QoS-aware Mobility Architecture for Seamless Handover in IEEE 802.16e Mobile BWA Networks[C]//Proc. of the Military Communications Conference. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 1-7.

编辑 顾逸斐