

移动 IPv6 切换技术

林嘉燕, 俞鹤伟

(华南理工大学 计算机科学与工程学院, 广东 广州 510006)

摘要:在移动 IPv6 网中,移动节点在不同子网间移动时产生切换,由此产生的延时和丢包问题限制了移动 IPv6 的应用。可见,移动 IPv6 切换技术的研究刻不容缓。概述了移动 IPv6 切换技术的发展情况及其工作原理,详细阐述了几种基本的改进切换技术,并在此基础上对三种针对时延改进的切换技术进行时延分析。通过分析,可以看出这三种改进的切换技术确实能有效减少切换时延,从而提高切换性能。其中,层次型快速切换是最能减少切换时延的一种方法。

关键词:移动 IPv6;快速切换;层次切换;切换时延;移动锚点

中图分类号: TN915.04

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)10-0158-04

Handover Technology Based on Mobile IPv6

LIN Jia-yan, YU He-wei

(School of Computer Science & Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: In the mobile IPv6 network, mobile node will produce handovers when it moves among different sub networks. The problems of delaying and losing data packets limit the application of mobile IPv6. Research on handover based on mobile IPv6 is no time to delay. Summarize the developing and working-principles of mobile IPv6 handover. And then recount particularly the basically improved handover technologies. On this basis, analyze the delay of three improved handover technologies which have been improved aiming at decreasing delay. By analyzing, can know that all the three technologies can decrease delay, and can improve handover-performance, and the hierarchical fast mobile IPv6 handover is the most effective method.

Key words: mobile IPv6; fast handover; hierarchical handover; handover delay; mobile access point

0 引言

随着 Internet 和移动通信技术的发展,人们对移动 IP 网的需求不断增加,对移动 IP 网的服务质量要求也越来越高。但是传统网络中所使用的 IPv4 协议固有的不足使移动 IPv4 存在作为下一代网络标准协议的瓶颈。IPv6 的标准化,使得将 IPv6 作为下一代网络的标准协议成为可能。同时,IPv6 的巨大地址空间以及在各节点强制实现 IPSec 等诸多优点使作为 IPv6 一分子的 MIPv6 成为迄今为止最优秀的支持移动接入的网络协议,是下一代移动网络协议的不二选择。

1 移动 IPv6 研究发展情况

目前,国际上主要由 Internet 工程任务组(IETF, Internet Engineering Task Force)负责 IPv6 的标准制定

工作。2004 年 6 月, IETF 公布了 RFC3775, 作为 MIPv6 的建议标准, 结束了 MIPv6 的草案状态, MIPv6 进入正式的实用阶段。目前针对 MIPv6 的研究, 主要集中在 RFC 文档中的一些问题和有待扩展的方面; 其中, MIPv6 的 QoS 支持技术、切换技术, 及子网移动技术是当前研究的热点。IETF 成立了 MIP-SHOP 工作组, 负责解决标准 MIPv6 协议的切换延迟问题并制定相应标准。MIPv6 快速切换方案(FMIPv6)和 MIPv6 层次管理方案(HMIPv6)已被提交为草案。同时人们还提出许多对 FMIPv6 和 HMIPv6 的改进方案和组合方案^[1]。

2 移动 IPv6 的工作原理

移动 IPv6 技术是让使用 TCP/IP 协议网络的移动用户在跨网移动时, 无需修改原有 IP 地址, 仍能继续享有固定用户所享有的一切权限和网络服务的基于 IPv6 的技术。

2.1 移动 IPv6 技术中的功能实体

(1) 移动节点(Mobile Node, MN): 在网络中随意

收稿日期: 2008-01-06

基金项目: 广东省科技计划工业攻关项目(2006A10101004)

作者简介: 林嘉燕(1984-), 女, 福建莆田人, 硕士研究生, 研究方向为移动 IPv6; 俞鹤伟, 博士, 副教授, 研究方向为计算机通信网络技术。

漫游的主机或路由器。

(2)家乡代理(Home Agent, HA):位于 MN 家乡路上的路由器,允许 MN 向其注册当前转交地址(Care of Address, CoA),MN 离开家乡时,截取发往 MN 家乡地址的分组通过隧道转发到 MN 注册的 CoA。

(3)通信对端(Correspondent Node, CN):与 MN 通信的节点,可为固定也可为移动。

2.2 移动 IPv6 技术的工作原理

当 MN 没移动时,工作方式与固定节点一样;当 MN 移动时,通过申请转交地址与 HA 和 CN 绑定实现移动上网。工作方式:

(1)MN 检测路由器的“通告”消息,如果发现自己移动到了外部子网,就通过获取外部子网的前缀消息,结合无状态或有状态的地址自动配置来形成新的 CoA。

(2)MN 通过在子网内进行重复地址检测(DAD)验证地址后向 HA 发送一条绑定更新消息;HA 收到后作绑定确认,就完成了一次新转交地址的注册过程;而后 HA 使用邻居通知消息截获所有发往 MN 的数据包,并通过隧道方式转发给 MN。

(3)同时, MN 通过向 CN 发送绑定更新来告知 CN 新 CoA, CN 收到绑定更新消息后发给 MN 绑定确认,然后 MN 通过用第二类路由头与 CN 进行通信,避免移动 IPv4 中出现的三角路由问题。工作原理图如图 1 所示。

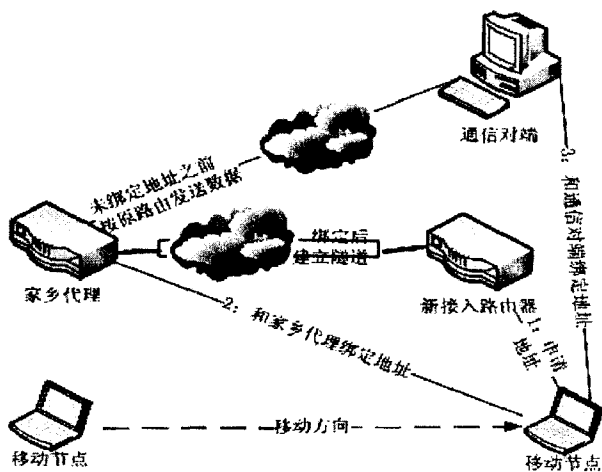


图 1 移动 IPv6 工作原理图

3 移动 IPv6 切换的基本改进方案

MN 在两个子网中移动时需要进行切换。协议处理和信号强度等原因,切换可能会导致 MN 在一定时间内不能发送和接受数据, CN 与 MN 之间的通信就会中断, MIP 标准给出移动检测、转交地址获取和重新绑定的基本过程^[2]。在此基础上,人们又提出了多

种改进切换方案,主要以减少切换引起的连接中断时间、维持或提高已有连接的服务质量为主。其中基本改进方案有:快速切换、平滑切换、层次管理模型和层次型快速切换。

3.1 移动 IPv6 平滑切换

随着 VoIP 等实时应用的出现, MIP 中的切换效率变得很重要。运行实时程序的 MN 进行切换时,需要尽量平滑的切换;特别是在实时传输中,切换的过程不仅要速度快,还要考虑状态信息转移等问题。

为了尽量满足实时应用等要求,提出通过在移动代理为 MN 设置缓存来减少包丢失的平滑切换技术。实现方法是:把正在为 MN 服务的移动代理所接收到的数据分组解封装发送到 MN,同时把这些数据分组备份到一个发送缓冲器中,缓存的内容按先进先出原则淘汰。激发切换后, MN 向新的移动代理注册时,把缓冲器的地址在注册请求中列出。而新代理在接到注册请求后,通知缓冲器和 MN 新的转交地址;缓冲器更新 MN 的绑定消息之后将缓存的和之后接收到的所有数据分组都重新封装发送到新代理。新代理收到注册请求后向 MN 转发这些数据分组^[3]。

3.2 移动 IPv6 快速切换

移动 IPv6 快速切换是在 MIPv6 协议的基础上通过提前注册以及在外地网络切换时与前一个网络保持通信来加快 MN 的切换过程,从而减少了通信连接的中断时间,实现快速切换。切换过程如图 2 所示。

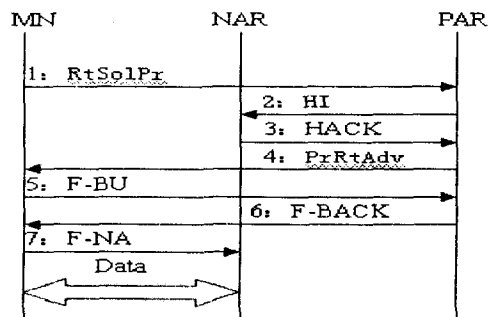


图 2 移动 IPv6 快速切换消息流程图

(1)当 MN 预测到自己会移动到新的网络时,就发出一个路由器请求代理消息(Router Solicitation for Proxy, RtSolPr)给前接入路由器(Preceding Access Router, PAR)。

(2)PAR 收到 RtSolPr 之后发出一个切换发起消息(Handover Initiate, HI)给新接入路由器(New Access Router, NAR), HI 消息中包含了 MN 在 PAR 中使用的 CoA,如果使用的是无状态地址自动配置, HI 消息中还包含了 PAR 为 MN 生成的 NCoA。

(3)NAR 收到 HI 后,若其中包含 MN 的 NCoA, NAR 将检测其是否可用;否则分配一个可用的 CoA。

再发送一个切换确认消息 (Handover Acknowledgement, HACK) 给 PAR, 告诉 PAR 新的 CoA 或者指示其是否可用。

(4) PAR 收集完相关信息后, 发送代理路由器通告消息 (Proxy Router Advertisement, PrRtAdv) 给 MN, MN 收到后就可以得到 NCoA。

(5) MN 收到 PAR 发来的 PrRtAdv 后, 向 PAR 发送快速绑定更新消息 (Fast-Binding Update, F-BU), 建立一个 PAR 和 NAR 之间的隧道; 然后 PAR 回应快速绑定确认消息 (Fast-Binding Acknowledgement, F-Back), F-Back 消息将发到 PAR 所在的网络, 并通过隧道发送到新的网络, 确保 MN 收到该消息。

(6) MN 到达新的网络, 并与 NAR 建立起第 2 层连接后, MN 发出一条快速邻居通告消息 (Fast-Neighbor Advertisement, F-NA), NAR 就可以向 MN 转发数据分组了^[4]。

3.3 移动 IPv6 层次管理模型

MN 在外地网络中频繁切换将在网络中产生大量绑定更新消息; 这些消息浪费大量的带宽资源; 而且频繁的切换给通信带来的时延和分组丢失会越来越严重。研究表明大量的移动切换还是发生在小范围内, 层次管理模型就是为了解决这种小范围移动产生的切换即微移动切换而提出的方案。它把整个 Internet 分成了若干个域, 同时引入了一个新的实体 MAP, MAP 可以是层次型移动 IPv6 网络中任何层次的路由器。引入了 MAP 之后, MN 的转交地址将划分为链路转交地址 LCoA 和区域转交地址 RCoA。其中, LCoA 是指保存在 MAP 内的 MN 的临时地址; RCoA 是指保存在 HA 和 CN 内的 MN 所在的 MAP 的地址。假设网络结构图如图 3 所示。

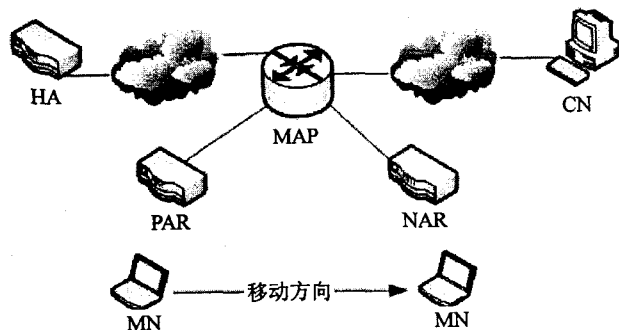


图 3 移动 IPv6 层次管理模型网络结构图

(1) MN 在本地移动时 (即在同一个 MAP 管理区域内), MN 只向 MAP 注册新的 LCoA, RCoA 并没有改变, 此时无需向 HA 和 CN 重新绑定。

(2) MN 移动到新的 MAP 管理区域时 (即 MAP 改变了), 会进行 MAP 的发现操作, 并通过接入路由器 (Access Router, AR) 使用无状态的方式获得两个转交

地址: RCoA 和 LCoA。

(3) MN 向 MAP 发送一个绑定更新消息。绑定更新消息在家乡地址域中形成新的 RCoA, LCoA 作为绑定更新消息的源地址。绑定更新消息将 MN 的 RCoA 和 LCoA 进行绑定。

(4) MAP 返回绑定确认消息到 MN, 指示注册成功与否。

(5) MN 收到从 MAP 发来的绑定确认消息后, 通过发送绑定更新消息到 HA 和 CN, 并写入到 HA 和 CN 的绑定缓存将 RCoA 和 MN 的家乡地址绑定。

3.4 层次型移动 IPv6 快速切换

层次型移动 IPv6 快速切换综合了移动 IPv6 层次管理和快速切换技术优点。在微移动时的消息流程图如图 4 所示。

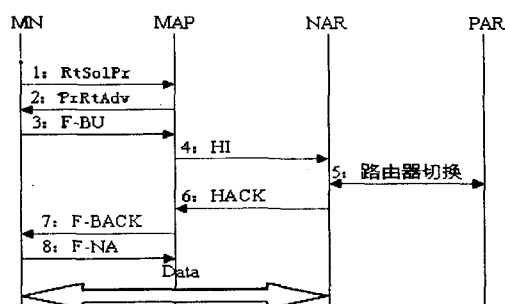


图 4 层次型移动 IPv6 快速切换消息流程图

(1) MN 由第 2 层的触发意识到要进入同一个 MAP 管理域内的新子网时, 发送一个 RtSolPr 消息到 MAP, 请求关于 NAR 及其新的链路转交地址 (NL-CoA) 的信息。

(2) MAP 收到 RtSolPr 消息后便返回一个 PrRtAdv 消息到 MN。于是 MN 开始配置一个 NL-CoA, 为了连接先前的链路转交地址 (PCoA) 和 NAR, MN 还要发送一个 F-BU 到 MAP。

(3) MAP 收到 F-BU 消息后发送一个到 NAR 的 HI 消息, 在 AR 间开始了切换过程。

(4) NAR 收到 HI 消息后将通过 DAD 验证 NL-CoA 的有效性后, 发送一个 HACK 到 MAP, 于是就在 NAR 和 MAP 间建立了一个双向的隧道。

(5) MAP 收到 HACK 消息后, 就会传送一个 F-BACK 消息到 MN。

(6) 当 MN 得到 NAR 的连接消息后, 便发送一个 F-NA 消息到 NAR; NAR 收到后, 便可以向 MN 转发数据分组^[5]。

3.5 针对时延的三种移动 IPv6 基本改进方案时延

MIPv6 网络中, MN 在不同子网间移动切换引起的时延主要由链路层切换时延和网络层时延组成。链路层时延是固有时延 (略), 下面讨论网络层的时延:

1) 接入时延:路由器周期性地链路上广播路由通告, MN 从 PAR 进入到 NAR 从路由通告来获知 NAR 的相关信息, 因而会产生依赖于路由器广播频率的接入时延, 记为 T_1 。

2) 注册时延: MN 配置 NCoA 并进行 DAD, 然后向 HA 和 CN 发送绑定更新, 注册 NCoA 的时延主要由两部分组成: 一是 MN 配置 NCoA 的时间 T_c , 以及为 NCoA 进行 DAD 的时间 T_d 。二是 MN 发送绑定更新给 HA 和 CN 注册 NCoA 的时间 T_b , 由 MN 所在的外地网络到其家乡网络的网络时延决定。

因此, MIPv6 切换的网络层时延为 $T = T_1 + T_c + T_d + T_b$ 。以下针对图 3 分析快速切换、层次切换和层次型快速切换所产生的时延:

(1) 快速切换时延: MN 在维护和 PAR 之间连接的同时尝试进行新的连接, 在处理上具有并行性。理想情况下, 通信和新的接入以及注册重叠, 切换时延 T_k 近似为 0。当然这种理想情况是很难达到的, 一般情况下只能是部分重叠从而使 T_c 减少, 标记为 T'_c , 因而 $T_k = T_1 + T'_c + T_d + T_b (T'_c \ll T_c)$ 。

(2) 层次管理模型切换时延: 在微移动情况下, 只需绑定 NAR 和 MAP, 无需向 HA 和 CN 的绑定注册。MN 与 MAP 的距离通常比 MN 与 HA 和 CN 的距离要近得多, 时间标为 T'_b , 因而

$$T_h = T_1 + T_c + T_d + T'_b (T'_b \ll T_b)。$$

(3) 层次型快速切换时延: 这种切换结合快速切换和层次管理模型的优点, 从上面的消息流程图可知在微移动中,

$$T_{hk} = T_1 + T'_c + T_d + T'_b (T'_c \ll T_c, T'_b \ll T_b)。$$

(上接第 126 页)

6 结束语

根据在线教育资源系统的现状, 分析归纳出原有相关系统存在的不足, 提出基于 SOA 的分布式架构 MIX \ S。以程序设计竞赛系统为实例, 提出分布式程序设计竞赛系统的解决方案; 运用本体论的分析, 建立了分布式程序设计竞赛系统的本体模型。该系统目前已在东华大学投入使用, 并于此系统上成功举办了数次校内比赛。

参考文献:

- [1] Brown A. Using Service - Oriented Architecture and Component - based Development to Build Web Service Applications [R]. A Rational Software White Paper from IBM, 2002: 11 - 15.
- [2] 叶 钰, 应 时, 李伟斋, 等. 面向服务体系结构及其系统

4 结束语

随着社会的不断发展, 信息化程度的不断提高, 及互联网和无线传输技术的迅猛发展, 基于移动 IPv6 的实时应用不断地引入, 节点的移动速度不断变快。而节点在不同子网中移动时因切换而产生的时延和丢包等问题还未得到完善解决。因而, 研究如何减少移动 IPv6 网络中切换引起的时延和数据分组丢失, 从而提供基于移动 IPv6 的无缝切换是非常有意义的。在概述了国内外移动 IPv6 的发展情况及工作原理的基础上, 详述了基于移动 IPv6 的几种改进切换技术; 并对几种针对减少时延的改进切换技术进行时延分析, 发现这几种改进方法确实能有效减少时延。另外, 移动 IPv6 切换中所产生的分组丢失以及节点在快速移动时的第三方切换、乒乓移动等问题还有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 蒋 亮, 郭 健. 下一代网络移动 IPv6 技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005: 28 - 30.
- [2] Fikouras N A, Malki K E, Cvetkovic S R, et al. Performance of TCP and UDP during Mobile IP Handoffs in single - Agent Subnetworks [C] // Wireless Communications and Networking Conference. [s.l.]: IEEE, 1999: 1258 - 1262.
- [3] 李 栋, 张有志. 移动 IPv6 切换技术的研究 [D]. 济南: 山东大学信息科学与工程学院, 2006.
- [4] 孙利民, 阚志刚, 郑健平. 移动 IP 技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 124 - 140.
- [5] 胡斯捷, 蔡伟鸿. 移动 IPv6 越区切换技术的研究 [D]. 汕头: 汕头大学工学院, 2005.

构建研究 [J]. 计算机应用研究, 2005 (2): 32 - 34.

- [3] Bharadwaj R, Mukhopadhyay S, Padh N. Service composition in a secure agent - oriented architecture [C] // In Proceedings of the IEEE International Conference on E - Technologies, E - Commerce and E - Services (EEE). [s.l.]: IEEE Computer Society, 2005: 25 - 27.
- [4] Noy N F, McGuinness D L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology [R]. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL - 01 - 05, Stanford Medical Informatics Technical Report SMI - 2001 - 0880, 2001.
- [5] 王良斌, 朱国进. 本体论与构件复用 [J]. 计算机工程与应用, 2004, 40 (14): 53 - 56.
- [6] OWL Web Ontology Language Overview [EB/OL]. W3C Recommendation. 2004 - 02 - 10. <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.