

An Improved Fast Hierarchy Mobile IPv6 Handover Technique

Yuan Li, Wensheng Sun

School of Communication Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou
Email: yujian_lee@126.com

Received: Dec. 18th, 2013; revised: Dec. 23rd, 2013; accepted: Dec. 26th, 2013

Copyright © 2014 Yuan Li, Wensheng Sun. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Yuan Li, Wensheng Sun. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: In today's mobile network, the mobile nodes can change their access point very often, so the Mobile IPv6 Handover technique is unable to meet the application requirements. Researchers has proposed many improved schemes, and achieved some success. This paper proposed a new Mobile IPv6 Handover scheme based on the research and comparison with previous schemes. The simulation results show that this scheme can greatly reduce the handover delay.

Keywords: Mobile IPv6; Handover Scheme; Delay

改进的分层移动 IPv6 快速切换技术

李 渊, 孙文胜

杭州电子科技大学通信工程学院, 杭州
Email: yujian_lee@126.com

收稿日期: 2013 年 12 月 18 日; 修回日期: 2013 年 12 月 23 日; 录用日期: 2013 年 12 月 26 日

摘 要: 在当今的移动网络中, 移动节点可以频繁的切换其接入点, 传统的移动 IPv6 切换方案已经不能很好的满足应用需求。为此, 国内外研究人员提出了许多改进方案, 也取得了一定的成效。本文在研究、比较之前切换方案的基础上提出了一种新的移动 IPv6 切换方案。仿真结果显示, 该移动 IPv6 切换方案大大的降低了时延。

关键词: 移动 IPv6; 切换方案; 时延

1. 引言

移动 IPv6 切换是指移动 IPv6 用户更换其接入点, 会话不中断的过程。

如今, 随着计算机技术和通信技术的发展, 移动接入设备得到越来越多人的青睐, 人们已经不满足于仅在固定的地点接入因特网, 而是期望一种无处不在的接入方式。在这种情况下, 移动节点可能会频繁地改变其网络接入点, 那么就需要对现有移动 IPv6 切换方案进行优化以达到增强性能, 减小时延的效果。

由于标准的 MIPv6 协议所提供的切换机制不能很好的满足现有的多媒体业务的需求, 国内外研究人员提出了许多改进方案: 移动 IPv6 快速切换机制 (FMIPv6), 通过对移动节点即将连接的网络进行预测以达到减小时延的效果; 分层移动 IPv6 (HMIPv6), 通过将网络按层次划分以达到减小移动节点在微移动中的时延; 代理移动 (PMIPv6), 基于网络移动性的管理协议。本文在网络分层的前提下基于移动节点的移动性预测提出了一种更快速的切换方式^[1,2]。

2. 分层移动 IPv6 快速切换技术

2.1. 研究现状

当前,被广泛使用的仍然是 IPv4 版本。但是 IPv4 自身存在着地址数量少、路由表膨胀快、配置复杂、缺乏安全保障机制、QoS 和性能保障不足、对移动性支持不足等问题,决定了 IPv4 最终将被 IPv6 所替代。如今,人们对通过移动终端获取数据的需求更加强烈,需要的数据量也不断增加,同时人们也希望在漫游的过程中能随时随地的获取到所需的数据,这就使得移动 IPv6 在终端业务中会得到更加广泛的应用。

亚太地区目前稀少的 IPv4 地址和其迅猛发展的通信产业形成鲜明对比,因此 IPv6 作为对 IPv4 的替代品,其研究得到了大力的支持。在亚太地区中,日本是研究和推广 IPv6 最积极的国家,目的是希望通过 IPv6 的发展来正兴日本颓靡的经济。到目前为止,日本的 IPv6 前期研发工作已经告一段落,并且一些运营商已经推出了 IPv6 的商用业务。

随着移动 IP 电话业务进入移动通信网络,我国的移动 IP 业务开始与移动通信结合起来。移动通信网络的发展将围绕着数据和互联网业务,同时也将承载着移动多媒体、移动电子商务、实时语音等多种新兴业务。由此产生的漫游、计费、终端等多方面的操作将更加复杂,而 IPv6 正是能简化这些服务的关键所在。所以 IPv6 为第三代移动网络的发展做出了强有力的

保障。

目前,WLAN 在我国使用越来越普遍。随着网络技术的发展,人们将会对无缝互联的接入方式提出更高的要求,即确保在不同网络的环境下,用户的业务不中断,真正实现无缝连接。移动 IPv6 的相关特点使得其变成实现这一目标的关键所在^[3]。

总而言之,移动 IPv6 作为移动通信发展的中坚力量,将发挥至关重要的作用。

2.2. 移动 IPv6

移动 IPv6 网络结构体如图 1 所示,具体流程如下,从图中可知移动节点在外地网络的时候存在三角路由问题:

当移动节点在归属地网段内时,与通信对端之间的通信不存在三角路由问题。

当移动节点移动到外地网络时,移动节点的归属地地址不变,同时获得一个转交地址(care-of address, CoA),并进行重复地址检测(duplicate address detection, DAD)。当完成 DAD 过程,确保新的转交地址可用时,移动节点将归属地地址和转交地址之间的映射关系告知归属地代理。此时,移动节点和通信对端(correspondent node, CN)之间的通信仍然使用归属地地址,数据包仍然发往移动节点的归属地网段。归属地代理(home agent, HA)截获这些数据包,并根据已获得的映射关系通过隧道方式将这些数据包发给移动

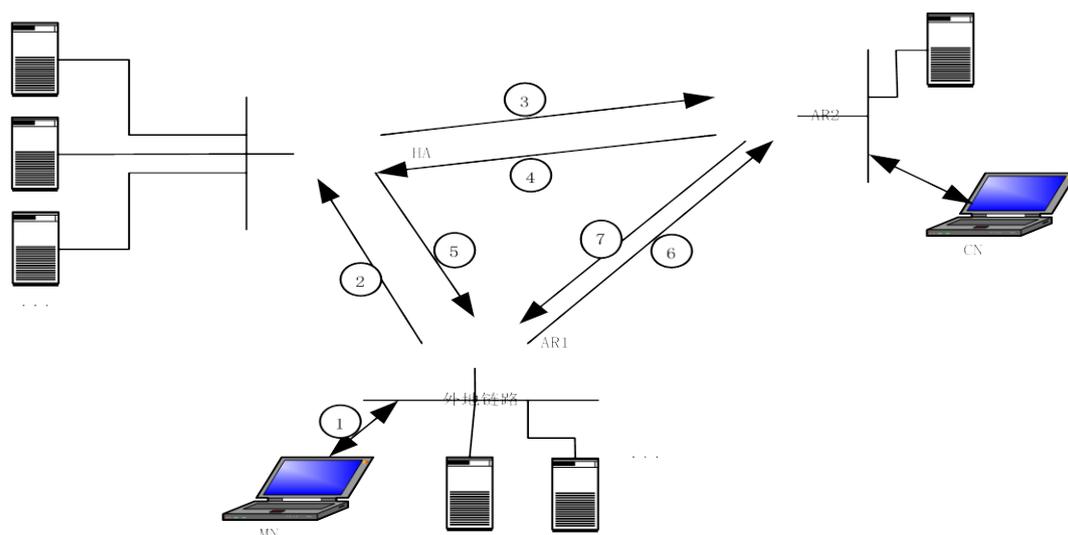


Figure 1. MIPv6 triangular routing
图 1. MIPv6 三角路由

节点的转交地址。移动节点就可以和通信对端进行通信了^[4-6]。

移动节点也将归属地地址和转交地址的映射关系告诉通信对端。当通信对端知道了移动节点的转交地址后,就可以直接将数据包发给其转交地址所在的外地网段。这样移动节点就能直接和通信对端进行通信了。

2.3. 分层移动 IPv6 切换方案

移动 IPv6(MIPv6)是目前被普遍接受、能够解决未来移动终端在不同网络间漫游的流动性管理协议。然而,该协议在重复地址检测和位置更新环节耗时严重,服务质量很难满足实时业务的需求。随着移动节点离开归属地网络的距离和切换频率的增大,其切换平均时延会不断增加,服务质量也随之下降。针对这一问题,IETF提出了分层移动 IPv6(hierarchical mobile IPv6, HMIPv6),即通过引入微移动概念和层级式管理方式来改善 MIPv6 切换性能。

HMIPv6 从微观流动性出发,提出了“域”的概念,并在每个域中设置一个移动锚点(mobility anchor point, MAP)的新实体,其功能是充当域内 MN 的“本地”归属地代理。MN 在一个 MAP 域中使用两个转交地址链路转交地址(on-link care-of address, LCoA)和区域转交地址(regional care-of address, RCoA),其中 LCoA 用于向 MAP 注册,RCoA 用于向归属地注册和通信注册。

当 MN 移动到一个新的 MAP 域后,即发生了域间宏移动,它会接收到接入路由器发出的路由通告报文,并根据该报文的前缀信息和“MAP 选项”配置出 LCoA 和 RCoA。为了确保这两个新生成的地址不会和其他地址发生冲突,MN 需要分别对他们进行重复地址检测。如果 MN 只是在同一个域内的不同子网间切换,即发生了微移动,那么 RCoA 无需重新配置,只需要重新配置 LCoA,并对其进行重复地址检测操作,成功后只需向 MAP 注册该 LCoA,而不必向域外地 HA 和 CN 进行注册^[7]。

这种基于 MAP 域的管理策略使得 MN 的域内微移动对 HA 和 CN 透明,实现了位置更新过程的本地化,即减小了信令开销,又达到了缩短平均切换时延的目的。尽管如此,由于 HMIPv6 沿用了 MIPv6 的重

复地址检测方式,每次切换都至少造成一次重复地址检测过程。尤其是当 MN 发生宏移动时,它需要分别对 LCoA 和 RCoA 进行重复地址检测,更加剧了时延,丢包率严重,仍然很难满足现有实时业务的需求。

3. 改进的分层移动 IPv6 快速切换方案

针对上述问题,本文将提出一种基于 HMIPv6 的新的切换技术,它通过在移动节点中增加一个路由缓存实体模块,用以保存移动节点曾经接入过的路由信息(包括:转交地址、连接的时长,连接的间隔等等),使得移动节点能够根据路由缓存中的信息来预测移动方向并判断可能连接的网络。如果移动节点曾经连接过该网络,由于转交地址配置的算法、移动节点的 MAC 地址和接入网络的网络前缀都不会改变^[4],那么就可以直接使用之前配置过的转交地址,而不需要进行重复地址检测,从而缩短了移动切换的时延。

3.1. 流动性预测

实际上,人类的活动通常是重复性的。在工作生活中,人们通常会经常性的到达某些场所。因此,移动节点也通常会连接到这些场所的所在网络。所以我们可以使用移动节点的流动性历史记录来预测移动节点移动的方向。在这个方案中,我们为移动节点设置了路由缓存,用来保存移动节点曾经连接的路由的信息。当移动节点移动时,它会查询路由缓存来查找移动节点最有可能连接的网络。移动节点就会根据优先级给这些网络的接入路由发送路由请求报文,接入路由通过回应路由通告来接受移动节点的路由请求。这样,移动检测的时延被大大缩小了^[8-10]。

假设有一个数据表项 D,用来存储一个移动节点的历史移动记录。每当移动节点移动到一个新的网络的时候,这个网络的路由 ID 就被记录到这个数据表项中来。表项中相连的两个 ID 是同一个网络中的邻居路由。首先,我们需要从数据表项 D 中产生规则。每一条规则 $r:C_i \rightarrow C_j$ 都带有一个权值,用以表示移动节点从路由 C_i 移动到路由 C_j 的次数。

我们用一个有方向性的图表 G,在这个表格中,每一个小区都是这个图表的顶点。假设有两个邻居小区 A 和 B,如果从 A 到 B 和从 B 到 A 都有带权值的边,那么就表示能够从 A 直接移动到 B,反之亦然。

下面是一个移动节点的历史记录表项实例:

图 2 中相邻的小区是邻居小区。我们提出以下算

法:

移动性规律探索算法:

输入: 数据表 D 、路由的个数 n 、和图表 G

输出: 移动性规律 R

初始化: $R = \emptyset$, $k = 0$;

$while(k < n)$

{for $a_i \in D$ && $a_i.ID = k$

{if $r \in R$: $k > a_{i+1}.ID$

$r.count = r.count + 1$;

else //Add new Rule

{ $R = R \cup r$: $k > a_{i+1}.ID$;

$r.count = 1$;}

$k = k + 1$;

}}

return R

通过使用移动性规则探索算法, 我们来生成所有可能的规则和其权值。然后我们选择出其中权值最高的规则来执行移动性预测算法。

移动性预测算法:

输入: 移动用户当前接入的节点 c 、移动性规律

R 、每次预测的最大次数 m

输出: 预测的下一个小区 $Pcells$

初始化: $Pcells = \emptyset$ $k = 0$

for each rule r : $c_i \rightarrow c_j \in R$

{if $c_i = c$

{ $MatchingRules = MatchingRules \cup r$;

$Array[k] = (c_j, r.count)$;

$k = k + 1$;

}}

$Array \leftarrow sort(Array)$

$index = 0$;

$while(index < m \ \&\& \ index < Array.length)$

{ $Pcells = Pcells \cup Array[index]$;

$index = index + 1$;}

return $Pcells$;

我们通过移动性预测算法来预测移动节点的移动方向。我们通过一个变量 m 来表示移动节点每次移动所能承受的最大预测次数。然后我们从其中挑出 m 个, 即为移动节点移动性预测的节点。

3.2. 转交地址的配置和重复地址检测

当移动节点接收到接入路由发送过来的路由报文时, 将检查其中的前缀信息可选项, 以决定是否当前链路上有效的网络前缀:

1) 如果在路由缓存发现该前缀信息, 表示移动节点曾经连接过这个网络, 那么就可以继续使用以前连接时使用的转交地址, 而不用进行转交地址配置和重复地址检测, 所以移动切换的时延被大大的缩小了。

2) 如果在路由缓存中没有发现该前缀信息, 表示移动节点刚到达这个网络, 那么移动节点就将遵循 MIPv6 的切换步骤, 进行转交地址配置和重复地址检测。

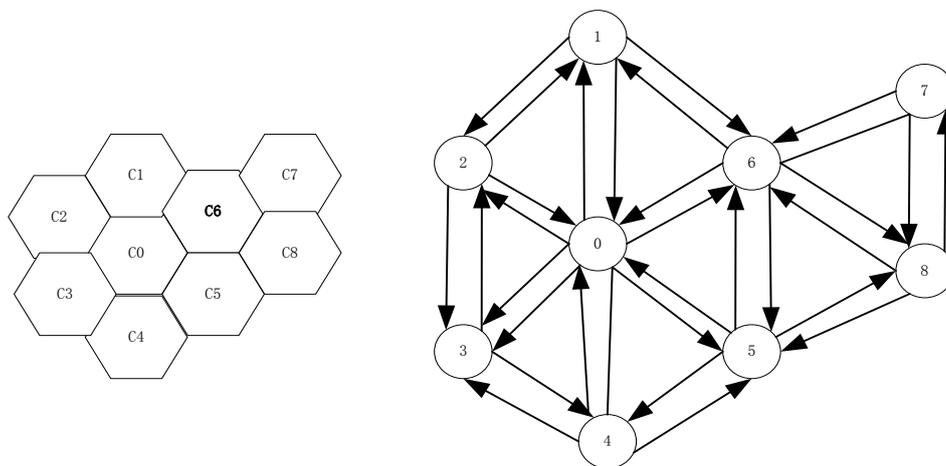


Figure 2. An example of cells
图 2. 小区实例图

4. 仿真及性能分析

为了研究算法的时延,我们将和 HMIPv6 方案进行比较,并用 ns-2 和 Matlab 结合仿真^[11]。网络拓扑如图 3 所示,移动节点在 AR1 连接的网络中,并从 AR1 的连接的网络移动到 AR2 连接的网络。同时移动节点经常在这连个网络之间移动。

通过 Matlab 仿真,对移动节点移动的时延进行 100 次采样,仿真结果如图 4 所示。

仿真图中,我们通过 Matlab 仿真软件记录了几点

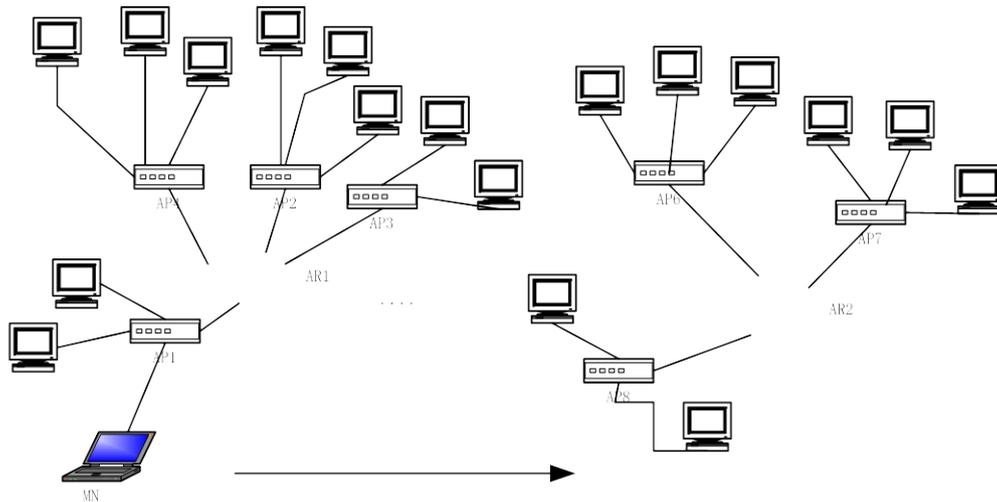


Figure 3. Network simulation topology
图 3. 仿真网络拓扑

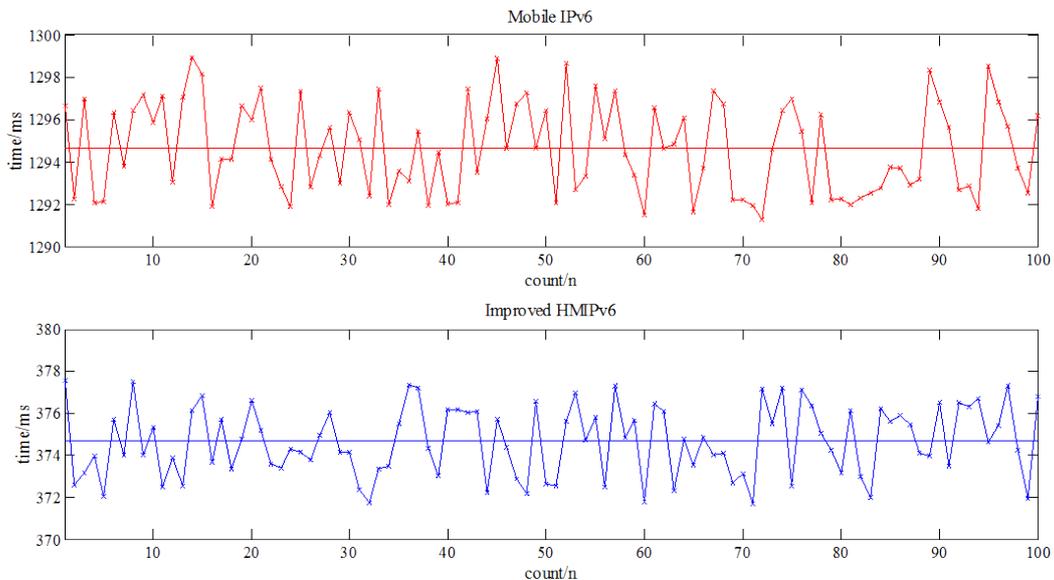


Figure 4. Algorithm simulated delay
图 4. 算法仿真时延

100 次切换的时延,并对切换时延的采样值进行了平均值计算,图中直线对应的就是两种切换方案的平均切换时延。如图所示,基本移动 IPv6 的时延大概在 1.2953 ms,而本文提出的算法中,时延大概在 0.3746 ms 左右。所以,改进的分层移动 IPv6 快速切换算法能够明显地降低切换的时延。

5. 总结语

本文在分析了之前切换方案的基础上,提出了改

进的基于分层的移动 IPv6 切换方案，并和分层移动 IPv6 切换方案进行了比较。实验结果显示，本文提出的算法能够大大的降低移动切换的时延。当移动节点经常在几个小区间移动时，该算法的性能将更加显著。在今后的工作中将考虑如何降低移动节点的缓存开销，并和其他移动改进方案进行比较，从而更加优化算法的性能。

参考文献 (References)

- [1] 张家波, 文展, 张治中 (2009) 基于 IPv6 的快速切换方案改进方案. *数字通信*, **3**, 20-24.
- [2] Seung, Y.P. (2013) On pointer forwarding based mobility management for cost-optimized proxy mobile Ipv6 networks. *7th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, Taichung, 3-5 July 2013, 29-36.
- [3] Hu, W.Q., Li, Y.H., Zou, S.H. and Cheng, S.D. (2011) BCExt-based Proxy Mobile IPv6 extension: A data transmission extension scheme for multi-interface mobile nodes. *2011 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering (CSAE)*, **4**, 548-552.
- [4] 唐军, 裴昌幸, 苏博 (2010) 基于冗余路由信息和预缓存策略的移动 IPv6 快速切换方法. *通信学报*, **10**, 244-252.
- [5] (美) Joseph Davies, 著. 杨轶, 苏啸鸣, 吴超, 译. (2008) 深入解析 IPv6(第 2 版). 人民邮电出版社, 北京.
- [6] Hung, T.C. (2011) Mobile IPv6 fast handover techniques. *13th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, Gangwon-Do, 13-16 February 2011, Ton Duc Thang University.
- [7] Hung, T.C. and Duong, V.T.T. (2011) Mobile IPv6 fast handover techniques. *13th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, Gangwon-Do, 13-16 February 2011, 1304-1308.
- [8] 朱小娟 (2012) 移动 IPv6 的切换方法研究与仿真. 硕士学位论文, 电子科技大学, 成都.
- [9] 郑哲 (2012) 基于访问习惯的移动 IPv6 网络接入方案研究. 硕士学位论文, 北京工业大学, 北京.
- [10] 卢汉成, 李津生, 洪佩琳 (2005) 移动 IPv6 快速切换在无线局域网中的实现. *小型微型计算机系统*, **2**, 169-173.
- [11] Ma, Y.C. (2010) The research of interaction management based on the IPv6 wireless mobile terminals. *3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT)*, **3**, 565-569.