

面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案

杨 怡

(中国电子科技集团公司第二十八研究所,江苏 南京 210096)

摘要:快速切换方案在降低切换延迟方面所取得的效果已经得到了公认,但其交互过程较为复杂,不利于该技术的大规模推广。针对该问题,文中结合分层移动 IPv6 提出了一种高效快速切换方案。该方案不仅通过缩短重复地址检测的时延进一步降低快速切换的切换延迟,还借助应用层和链路层的信息有选择的执行快速切换,从而既降低了切换延迟也简化了切换交互过程、降低切换注册中的消息流量。实验结果表明,本方案中注册开销和切换延迟均低于现有快速分层移动 IPv6 方案。

关键词:分层移动 IPv6;快速切换;注册开销;切换延迟

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)10-0225-04

An Efficient Fast Handover Scheme for Hierarchical Mobile IPv6

YANG Yi

(Chinese Electronics Technology Group Corporation No. 28 Research Institute, Nanjing 210096, China)

Abstract: It is known to all that fast handover is the most effective scheme for mobile IPv6 to reduce handover latency. However, the interaction during fast handover is too complicated, which largely reduced the scheme's popularity. Aimed at this problem, an efficient fast handover scheme for hierarchical mobile IPv6 is proposed in this paper. In this scheme, improved the interactions during fast handover, and run the fast handover procedure according to the information from link layer and application layer. The simulation results show the scheme reduces both the registration cost and handover latency, compared with existing fast handover scheme.

Key words: hierarchical mobile IPv6; fast handover; registration cost; handover delay

0 引言

注册开销与切换延迟是移动 IPv6 网络^[1]的两个重要性能指标,前者与网络中注册消息的流量大小与分布有关,用于衡量注册消息所带来的传输压力;后者为切换所导致的通信中断时间,反映了切换对通信的影响。根据现有的研究,这两种性能有一定的互斥性,很难同时进行优化,其中快速移动 IPv6^[2,3]是最典型的例子。快速移动 IPv6 是目前公认的降低切换延迟的最有效方案,通过将网络层切换与链路层切换并发进行,有效降低了切换延迟,但也带来了复杂的注册消息交互过程。因此,如何在有效降低切换延迟的基础上进一步降低注册开销是目前移动 IPv6 网络研究中的难题。研究^[4-8]等通过将分层移动 IPv6^[9-11]与快速移动 IPv6 结合提出了快速分层移动 IPv6 方案,继承了分层移动 IPv6 协议优势,大大降低了注册开销,但频繁的快速切换过程给网络带来的传输压力仍然不可忽

视。

针对上述问题,文中提出了面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案。该方案借助应用层和链路层信息,判断切换发生时移动节点的通信状态以及是否进行快速切换,从而在保证低注册开销的同时,有效降低切换延迟;不仅如此,每个接入路由均维护转交地址占用列表,以记录当前子网内正在使用的所有转交地址信息,从而缩短重复地址检测的时延。数值分析和仿真试验结果证明,与现有的快速分层移动 IPv6 方案相比,本方案大大降低了切换延迟和注册开销。

1 方案描述

在本方案中,为了准确判断切换发生时移动节点的通信状态,应用层需监视所有会话,并维护变量 NoS 以记录当前会话数;而链路层需在切换发生前触发快速切换方案,该触发机制与快速移动 IPv6 中的链路层触发机制基本相同。

1.1 切换流程

面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案的切换流程如图 1 所示,当链路层切换触发时,立即根据变量

收稿日期:2011-11-24;修回日期:2012-02-27

基金项目:国家自然科学基金资助项目(90604003,60603067)

作者简介:杨 怡(1981-),女,江苏淮安人,博士,主要研究领域为移动 IPv6 网络中的移动性管理、资源管理等。

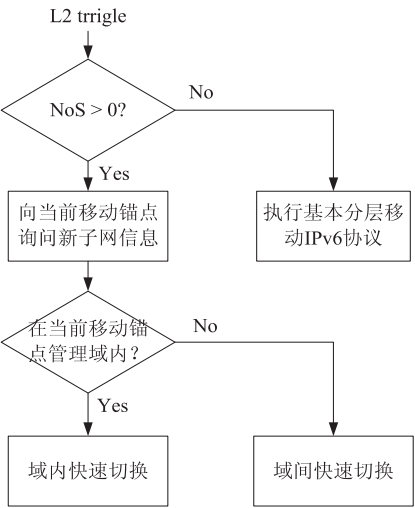


图 1 切换流程

NoS 判断应用层是否正在进行通信;若 NoS 为 0,则应用层没有通信,则移动节点执行基本的分层移动 IPv6 协议;若 NoS 大于 0,则表明通信正在进行中,此时移动节点通过代理路由器广播请求 (Router Solicitation for Proxy Advertisement, RtSolPr) 向当前移动锚点询问已探测到的新子网的信息,移动锚点立即在本地查找新子网的地址信息、及其所在移动锚点的地址信息,并通过代理路由器广播 (Proxy Router Advertisement, PrRtAdv) 将上述信息告知移动节点;若新子网仍在当前移动锚点管理域,则执行域内快速切换,否则执行域间快速切换。

1.2 域内快速切换

当移动锚点通过代理路由器广播消息将新子网的地址信息、所在移动锚点管理域信息通知移动节点时,若新子网仍在当前移动锚点管理域中,则执行域内快速切换过程,如图 2 所示。

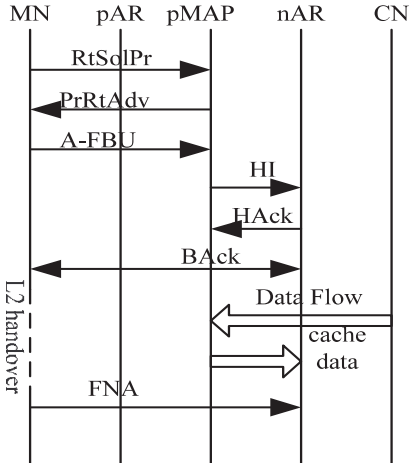


图 2 域内快速切换过程

移动节点根据新子网的地址前缀配置新链路转交地址 (new on-Link Care of Address, nLCoA), 并通过快速绑定更新 (Fast Binding Updat, FBU) 将新链路转交地址发送给当前移动锚点 (primary Mobile Anchor

Point, pMAP); 移动锚点在收到快速绑定更新请求后, 立即向新子网所在接入路由器 (new Access Router, nAR) 发送切换请求 (Handover Initiate, HI) 消息, 并由新接入路由器检测 nLCoA 的合法性, 即执行重复地址检测; 若新链路转交地址冲突, 则新接入路由器重新为该节点选择新链路转交地址, 并通过切换应答消息 (Handover Acknowledgement, HAck) 返回给当前移动锚点; 移动锚点收到切换应答消息后, 立即在本地的绑定缓存中修改该移动节点的链路转交地址为切换应答消息中封装的地址, 并分别向移动节点和新接入路由器发送绑定应答 (Binding Acknowledgement, BAck); 收到绑定应答后, 新接入路由器立即在其缓存中为移动节点缓存所有数据报文; 当移动节点完成链路层切换, 并收到新子网的路由器广播 (Router Advertisement, RA) 后, 立即向新接入路由器发送快速邻居广播消息 (Fast Neighbour Advertisement, FNA), 并由新接入路由器将其缓存中数据报文直接发送给移动节点。

1.3 域间快速切换

当移动锚点通过代理路由器广播消息将新子网的地址信息、所在移动锚点管理域信息通知移动节点时, 若新子网不在当前移动锚点管理域中, 则执行域间快速切换过程, 如图 3 所示。

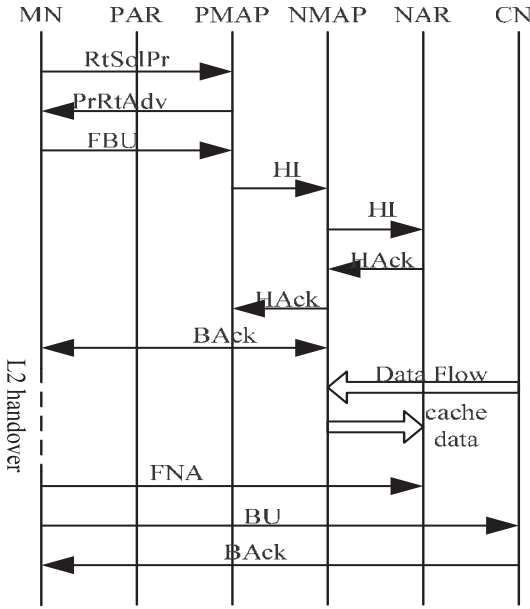


图 3 域间快速切换过程

移动节点分别根据新子网和新移动锚点的地址前缀配置新链路转交地址 (new on-Link Care of Address, nLCoA) 和新区域转交地址 (new Regional Care of Address, nRCoA), 并通过快速绑定更新将 nLCoA 和 nRCoA 发送给当前移动锚点 (previous Mobile Anchor Point, pMAP); 当前移动锚点在收到快速绑定更新请求后, 立即向新移动锚点 (new Mobile Anchor Point, nMAP) 发送切换请求消息, 并在消息中封装 nLCoA 和

nRCoA;新移动锚点收到切换请求后,立即将该切换请求消息转发给 nLCoA 所对应子网的接入路由器,即新接入路由器(new Access Router,nAR),并由新接入路由器检测切换请求消息中封装的链路转交地址的合法性;若新链路转交地址冲突,则新接入路由器重新为该节点选择新链路转交地址,并通过切换应答消息返回给新移动锚点;与此同时,新移动锚点对消息中封装的区域转交地址执行重复地址检测,若冲突则重新为该节点选择区域转交地址,并在收到新接入路由器的切换应答消息后,修改其中的区域转交地址,随后将该切换应答消息直接发送给当前移动锚点;当前移动锚点收到切换应答后,立即在本地的绑定缓存中修改该移动节点的下一跳地址为切换应答消息中封装的区域转交地址,并分别向移动节点和新移动锚点发送绑定应答;新移动锚点收到绑定应答后,立即在其绑定缓存中记录 nLCoA 和 nRCoA 的绑定,并将该绑定应答消息转发给新接入路由器,由新接入路由器为该移动节点创建数据报文缓存;与此同时,移动节点收到绑定应答消息,完成快速域间切换的准备工作,在链路层切换并收到新接入路由器的路由器广播后,立即向新接入路由器发送快速邻居广播消息,并由新接入路由器将其缓存中数据报文直接发送给移动节点;随后,移动节点通过绑定更新消息将当前区域转交地址注册到通信节点(Correspondent Node,CN)。

其中,快速绑定更新消息中添加了‘R’标志位,以携带移动节点根据新移动锚点信息所配置的区域转交地址;切换请求消息和切换应答消息中也分别添加了‘R’标志位来封装移动节点的新区域转交地址。

1.4 改进地址重复性检测机制

在分层移动 IPv6 网络中,移动节点的区域转交地址和链路转交地址都是由无状态地址自动配置协议在网络前缀和 MAC 地址的基础上自动生成的,研究表明其地址冲突的概率极小,仅为 $1/(2^{62})$,重复地址检测(Duplicated Address Detection,DAD)绝大多数情况下都能成功,但现有的重复性地址检测却要消耗 1 秒以上的延迟,这大大增加了快速切换触发至移动节点收到绑定应答时所消耗的时间。正如研究所显示,从快速切换触发至移动节点收到绑定应答时所消耗的时间直接关系到快速切换的成功率,所消耗时间越长则快速切换的成功率越低,反之则越高。

为了提高快速切换的成功率,本方案提出了一种改进地址重复性检测机制。

本方案在接入路由器中添加了转交地址占用列表,该列表记录了 <CoA, livetime> 表项,以转交地址 CoA 为索引,而 livetime 则记录了该地址最后一次使用时间,链路转交地址的重复性检测主要依靠对转交地址占用列表的检索。当接入路由器收到切换请求 HI 消息,或接收到本子网内的任意邻居请求消息(Neighbor Solicitation, NS)时,便开始对 HI 消息中封装的链路转交地址或 NS 消息的目的地址进行重复地址检测。接入路由器在其转交地址占用列表中查找该链路转交地址,若转交地址占用列表中没有该链路转交地址,则直接通过 Hack 消息或邻居公告消息(Neighbor Advertisement, NA) 返回该地址;若找到对应项且其 livetime 还在有效期内,则发现地址冲突并选择一个未占用地址,随后通过 Hack 消息或邻居公告消息(Neighbor Advertisement, NA) 返回该地址。

而区域转交地址的重复性检测主要依靠对绑定缓存的检索。当移动锚点收到 HI 消息时,便开始对 HI 消息中封装的区域转交地址进行检索。若绑定缓存中包括该区域转交地址的对应项,则地址冲突,移动锚点为该节点选择一个未占用的地址并通过 Hack 消息返回。

2 仿真实验

本部分采用离散事件模拟器 NS2 对分层移动 IPv6 方案(HMIPv6)、快速分层移动 IPv6 方案(FF-HMIPv6)、面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案(EFHMIPv6)进行模拟^[12,13],并比较其注册消息流量及切换延迟。本实验中的源码采用 ns2-allinone-2.26 版本,以扩展模块实现基本的分层移动 IPv6 网络功能和快速分层移动 IPv6 功能,并在此基础上实现面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案,仿真拓扑如图 4 所示。

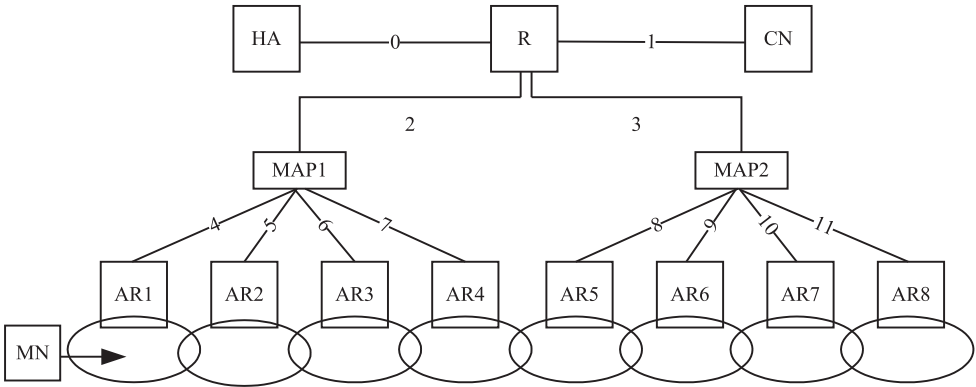


图 4 仿真拓扑

在仿真环境中,每个移动锚点管理域中均包含四

个接入路由器,且每个接入路由器均配置一个 802.11b 接入点 (Access Point, AP),其无线信号覆盖域半径为 75m;设置 4~11 号链路的传输延迟均为 40ms,2、3 号链路的传输延迟为 8ms,0、1 号链路的传输延迟为 72ms;节点的移动模型服从简化的 Random waypoint model^[5,13],即若 MN 当前位置 (Current point) 为 (x, y),则可沿直线匀速移动到任意相邻位置 (Next point),相邻位置包括 (x+90,y)、(x-90,y),当 MN 到达下一位置后等待一段时间,以使得切换时间间隔服从指数分布,实验中编写了专门的程序,为各个节点生成符合上述移动模型的场景,初始位置随机产生。在仿真环境中部署五组,每组 20 个节点,每组节点的切换频率相同,但会话频率不同,其参数设置如表 1,各个方案的仿真时间均为 1000。

表 1 参数设置

	一	二	三	四	五
μ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
λ	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2
SMR	0.1	0.2	0.5	1	2

除此以外,为了便于计算注册开销,文中设接入路由器到通信节点的距离 $L_{AR-CN}=15$,接入路由器到其所在位置的移动锚点的距离 $L_{AR-MAP}=5$,相邻移动锚点的距离 $L_{pMAP-nMAP}=2$;设注册消息在有线链路的一跳传输开销为 1,即 $\rho=1$,无线链路的一跳传输开销为有线链路的两倍,即 $v=2$;各种方案的总注册开销随会话移动比的变化曲线如图 5 所示,其中注册消息的传输开销均根据数值分析部分的参数进行计算。从图中可知,文中所提出的面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案的移动注册开销明显低于现有的快速分层移动 IPv6 方案;且会话移动比越低,本方案的注册开销与基本分层移动 IPv6 方案越接近。这也证明了本方案能够有效降低现有快速分层移动 IPv6 方案中的注册消息流量。

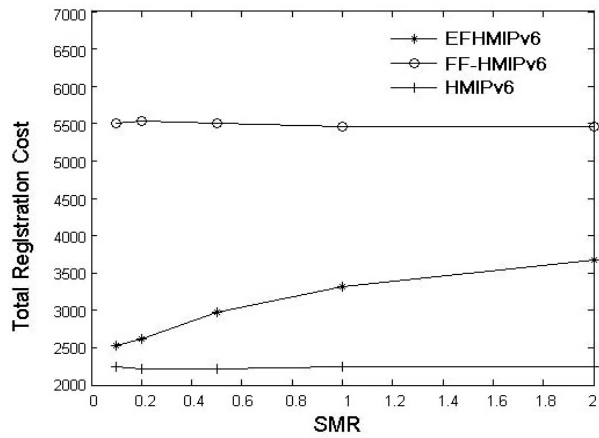


图 5 总注册开销随会话移动比的变化曲线
各种方案中,切换所造成的平均切换延迟随会话

移动比的变化曲线如图 6 所示。从图中可知,切换所造成的平均切换延迟均随着会话移动比的增加而增大;其次,面向分层移动 IPv6 的高效快速切换方案大大降低了分层移动 IPv6 方案中切换延迟,且其延迟明显低于现有的快速分层移动 IPv6 方案。

从上述结论可知,文中所提出的高效分层移动 IPv6 方案能大大降低现有快速分层移动 IPv6 方案中的注册消息流量,且其切换延迟也明显低于后者,进一步降低了移动 IPv6 网络中移动对通信的影响。

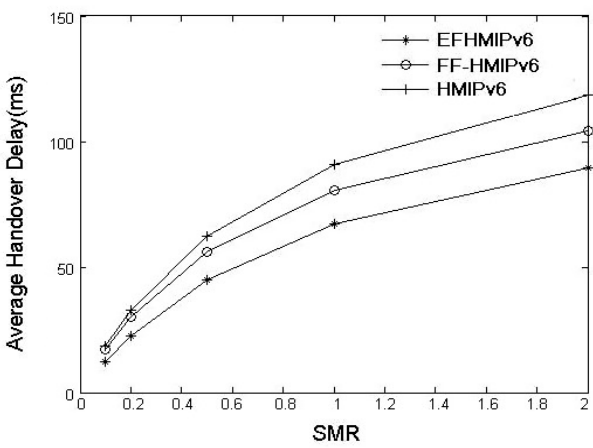


图 6 切换所造成的平均切换延迟随
会话移动比的变化曲线

3 结束语

为进一步提高移动 IPv6 网络的服务质量,文中对现有快速分层移动 IPv6 方案进行改进,提出了一种面向分层移动 IPv6 高效快速切换方案。该方案改进了现有快速分层移动 IPv6 方案的域间快速切换流程,并且在链路层和应用层相关信息的帮助下,根据切换发生时移动节点的通信状态判断是否需要快速切换,从而既降低了切换对通信的影响,也降低了移动注册消息的流量。仿真结果证明,本方案能够大大降低现有快速分层移动 IPv6 方案中的注册消息流量,且切换延迟也明显低于现有快速分层移动 IPv6 方案和基本分层移动 IPv6 方案。

参考文献:

[1] Johnson D, Perkins C, Arkko J. Mobility Support in IPv6[S]. IETF RFC 3775, 2004.

[2] Koodli R. Mobile IPv6 fast handover[S]. RFC 5568, 2009.

[3] 商荣亮, 张晓哲, 酆苏丹. 面向快速路径切换的 OSPF 冗余路径算法[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(6): 1-3.

[4] Jung H. Fast Handover for Hierarchical MIPv6 (F-HMIPv6) [S]. IETF, 2003.

[5] Gwon Y, Kempf J, Yegin A. Scalability and robustness analysis

2.3 移动端应用

移动端应用的数据源都通过调用 web services 从服务器上获取,因此在 iOS 和 Android 平台都需要实现调用 web services^[10~13]。手机端移动审批应用界面效果见图 3。

3 结束语

文中提出了基于 SAP-BWF 的移动审批框架模型,并实现基于 iPad 和 Android 平台移动平台原型系统。系统将丰富的企业 ERP 系统具体审批业务与强大的移动前台进行了有效集成验证,通过原型验证了移动审批框架模型的可行性,实现的平台经完善后可以在企业应用。系统可以帮助企业决策者、员工更及时迅速地获取具体业务信息并做出正确决策而不受地理位置限制。论文通过 web services 方式实现异构系统的信息交换,移动终端通过 Wi-Fi 或者 3G 网络制式,并借助 Internet 中间服务器 VPN 连接企业内部信息系统,为今后类似的应用提供了新的思路和解决方法。另外系统还有一些有待改进地方:

1. 数据交换采用 web services,如何保证其高效运行,同时实现数据传输、不可否认性、黑客攻击等全面安全保证。

2. 如何实现智能选择移动端上网方式,实现网络速度最佳效果。

3. 网络故障,智能地实现数据本地化,恢复网络时智能地与信息系统实现同步。

本系统方案需要投资少,适应市场经济环境下的企业发展变化需求。系统具有跨平台优势,可以使该实现不仅应用于 iPad 和 Android 平台上,也可以在对

客户端应用程序进行一定修改以后,将其应用到其它移动设备上,使该平台的应用范围变得更广。

参考文献:

- [1] 石坚燕. SAP NetWeaver-SAP 新一代业务平台[M]. 北京: 东方出版社,2005.
- [2] 张宏科,苏 伟. 移动互联网技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2010.
- [3] 蔡垂先. 3G 对企业移动战略的影响[J]. 通讯世界,2008 (8):66-67.
- [4] 刘 洋. 基于 Web Service 的移动商务技术和企业信息系统的集成模型研究[D]. 北京:北京邮电大学,2008.
- [5] 翁苏湘. 基于 WAP 的移动电子商务营销模式及策略研究[D]. 北京:北京邮电大学,2010.
- [6] 白 冰,王喜成. 移动商务与 ERP 系统集成应用的 SWOT 分析[J]. 中国管理信息化, 2008,13(3):67-69.
- [7] B'Far R. Mobile Computing Principles: Designing and Development Mobile Applications with UML and XML[M]. Beijing: Publishing House of Electronic Industry Press,2006.
- [8] Fling B. Mobile Design and Development[M]. Beijing: Publishing House of Electronic Industry Press,2010.
- [9] 邱 东. 普遍计算环境中的移动中间件[J]. 成都信息工程学院学报,2005,20(3):310-312.
- [10] 和凌志,王 方. iPhone 开发入门与实战[M]. 北京:电子工业出版社,2010.
- [11] 宋 杰,党李成. Android OS 手机平台的安全机制分析和应用研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(6):152-155.
- [12] 漆 振,孙文磊. iPhone 开发实战[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [13] Papazoglou M P. Web Services: Principles and Technology[M]. [s. l.]: Pearson Education Press,2009.

(上接第 228 页)

of mobile IPv6, fast mobile IPv6, hierarchical mobile IPv6 and hybrid IPv6 mobility protocols using a large-scale simulation[C]//IEEE International Conference on Communication. [s. l.]: IEEE communication society, 2004:4087-4091.

[6] 陈魏鑫,韩国栋,刘洪波. 基于快速 DAD 的分层移动 IPv6 切换算法[J]. 通信学报,2008,29(1):115-120.

[7] 彭 军,张 伟,郭 迎. 一种基于交换的层次型快速移动 IPv6 切换方案[J]. 中南大学学报,2009,40(3):749-755.

[8] 陈 璟,张曦煌. 改进的分层移动 IPv6 网络中的快速切换方法[J]. 计算机应用,2007,27(9):2215-2217.

[9] Soliman H, Castelluccia C, Malki K E L, et al. Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management[S]. IETF RFC 4140,2005.

[10] 彭雪海,张宏科,张思东. 移动 IPv6 分层管理费用的分析与自适应优化[J]. 电子学报,2004(10):86-91.

[11] 杨 怡,董永强. 面向分层移动 IPv6 网络的动态指针推进机制[J]. 软件学报,2011(1):4-15.

[12] Lai W K, Chiu J C. Improving Handoff Performance in Wireless Overlay Networks by Switching Between Two-layer IPv6 and One-layer IPv6 Addressing[J]. IEEE Journal, 2005,23(11):2129-2137.

[13] Wang Shengling, Cui Yong. Intelligent mobility support for IPv6[C]//Proceedings of 33th IEEE Conference on Local Computer Networks. [s. l.]:[s. n.], 2008:403-410.

面向分层移动IPv6的高效快速切换方案

作者: [杨怡](#)
作者单位: [中国电子科技集团公司第二十八研究所, 江苏 南京210096](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2012(10)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201210059.aspx