

非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构^{*}

孙伟峰, 杨寿保, 杨 琛, 陈 阳

(中国科学技术大学计算机科学技术系, 安徽合肥 230026)

摘要: 移动用户对实时业务(语音、视频业务)的需求引发了对移动 IPv6 环境下服务质量问题的研究. 针对移动 IPv6 实时业务的 QoS 特性, 提出了一种可缩放的服务质量架构——非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构, 定义了该架构中的基本元素、架构的部署及其在实际使用中的交互, 并利用比较分析和仿真的方法验证了该架构的可行性、可扩展性、切换延迟及传输延时小等优越性.

关键词: 流透明; 层次化移动管理; 非集中管理; QoS 架构

中图分类号: TP393.01, TP393.02

文献标识码: A

0 引言

移动可分为两类^[1]: (1) 宏移动(Macro-Mobility): 移动主机从一个访问网络移动到另外一个访问网络, 也称为域间移动(Inter-Domain); (2) 微移动(Micro-Mobility): 限定在某个区域内的移动, 也称为域内移动(Intra-Domain). 一般来说, 宏移动中交互信息的 RTT 要比微移动所要交互的信息 RTT 大几倍到数十倍, 将移动节点移动的指令交互过程限制在域内, 可以大大减少切换的时间 RTT; 并且可以减少广域网中的消息数目. 通常的移动中有 69% 的移动是微移动^[2], 要解决移动条件下的 QoS 问题, 一定要处理好微移动, 如何在这种微移动下提供快速、无缝的访问是近几年移动工作组和 seamoby 工作组研究的热点. 将宏移动和微移动区分的研究有很多: 如层次化移动 IPv6(hierarchical mobile IPv6, HMIPv6)^[3]和移动 IPv6 的快速切换(fast handover for mobile IPv6, FMIPv6)^[4].

层次化移动 IPv6 引入移动停靠点 MAP 和移动节点两个地址: 区域转交地址 RCoA 和链路转交地址 LCoA, 由 MAP 实现 RCoA 和 LCoA 之间的映射并进行隧道转发. 这样, 就保证了移动节点在进行微移动的时候只需要完成 MAP 域中的局部绑定更新, 缩短切换延时, 避免 MAP 域外的消息传递. 但是, 层次化移动 IPv6 在 MAP 和 MN 之间引入了隧道, 增加额外处理开销, 在 MN 比较多的情况下可能使 MAP 成为瓶颈. 一种改进方法^[5]就是在 MAP 域内引入临时家乡代理(temporary home agent, THA)、边界网关节点(gateway edge-node, GEN), 在功能上完成类似 MAP 的功能.

优化移动方案只是减少因移动而引起的切换延迟, 并没有提供完整的 QoS 解决方案.

* 收稿日期: 2004-02-27

基金项目: 国家 863 项目(2001AA121041); 中国科学院研究生创新研究项目.

作者简介: 孙伟峰, 男, 1978 年生, 博士生. 研究方向: 计算机网络. E-mail: wfsun@mail.ustc.edu.cn

当前在优化移动方法基础上的局部 QoS 方案, 有柏林工业大学的移动 IPv6 基于 QoS 条件的切换模型^[6], 中国科学技术大学提出的基于层次化移动管理的流透明移动 IPv6 QoS 模型^[7]; 整体 QoS 方案有 Nokia 中国研发中心提出的 QoS 架构^[8], 柏林工业大学的 SeQoMo 项目^[9] 和 IST 的 Moby Dick 项目^[10].

移动 IPv6 协议的提出是为了解决移动用户的增多及移动通信数据量的增长, 但当前的移动 IPv6 协议还不能满足用户的需求: 移动 IPv6 协议对实时服务支持不足, 如 VoIP 最多能忍受 150 毫秒的延迟(ITU 的 G. 114 标准), 而移动节点从外地网络注册并进行认证的时间却可能是几百毫秒; 移动 IPv6 协议只适合于移动节点在外地网络相对静止的情况, 当移动节点频繁切换时, 将会出现过多的消息在网络上传播, 并且切换时间也相对较长; 另外, 不同数据业务也需要不同服务, 对这些服务要提供不同的服务质量保证. 针对这些问题, 需要对移动 IPv6 协议进行改进, 构建一个可部署的移动 IPv6 服务质量框架.

1 非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构

设计移动 IPv6 协议的 QoS 架构, 要考虑到以下问题: 在移动 IPv6 环境下提供端到端的 QoS 保证; 由切换引起的网络中断尽可能短; 将 QoS 的重新建立限定在尽可能小的范围内; QoS 架构需具有好的适用性、可部署性、可缩放性. 非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构的设计就是从以上几个方面考虑的.

1.1 架构元素

整个 QoS 架构有以下几个关键实体: 移动节点、访问路由器、无线基站、网络管理系统、QoS 代理、临时家乡代理、边界网关节点、认证授权计费系统、家乡代理、通信对端.

移动节点是用户和移动设备的结合, 内部构成如图 1 所示.

图 1 最上层是应用层, 可以是对带宽和时延都有要求的 VoIP 等应用, 也可以是对 QoS 不敏感的普通应用; 应用层以下为服务质量控制层(QoS 层)和认证授权层(AAA 层), 应用层提供了一组 API, 实现层与层之间的透明性; 网络层处在衔接的位置, 可以分为移动网络子层和固定网络子层; 网络层以下是和具体的传输技术相关联的网络设备.

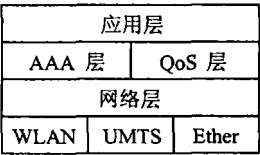


图 1 移动节点的结构

Fig. 1 The architecture of mobile node

内部的架构元素可以抽象为移动模块、QoS 模块和安全模块. 移动节点和无线基站是整个架构中与移动传输相关的实体, 抽象成为移动模块; 每个访问路由器、中间路由器具有处理 QoS 功能的 QoS 模块, 另外还有 QoS 代理, 负责管理与 QoS 相关的状态维护. 在安全模块方面, 用户通过认证后即可得到相应的服务, 而这个服务是由认证授权计费系统参照用户和运营商之间的订阅服务给出的.

1.2 架构部署

非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构中, 整个网络分为核心网络和边缘网络两类. 核心网络是指高带宽、聚集流的固定网络, 连接边缘网络. 边缘网络是指核心网络之外, 用于处理无线环境的网络. 整体结构如图 2 所示, 包括一个网络管理系统, 一个认证授权计费系统, 一个 QoS 代理, 一个或多个边界网关节点, 一个临时家乡代理, 多个无线基站, 多个移动节点.

1.3 架构交互

非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构的交互分为三个部分,移动相关处理、QoS 相关处理以及安全相关处理。

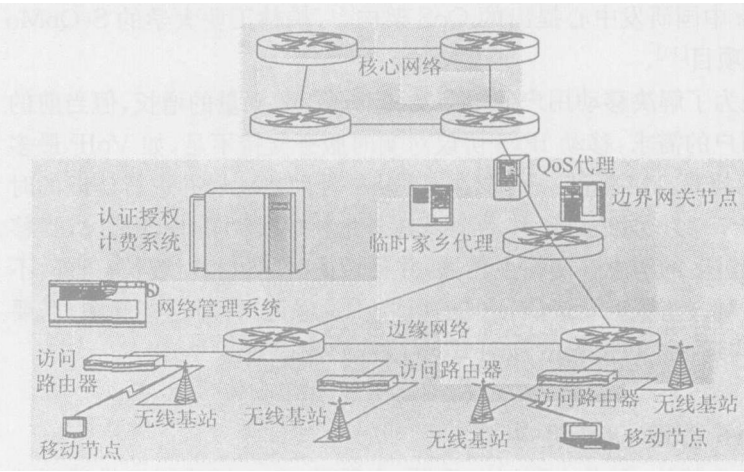


图 2 QoS 架构的实际部署

Fig. 2 The development of QoS architecture

移动节点进入访问网络后,接收到携带 THA 选项的路由公告,生成区域转交地址,根据接入路由器的路由公告生成链路转交地址;移动节点发送局部绑定更新给 THA,如果注册成功,将启用链路转交地址和区域转交地址;然后移动节点向家乡代理(HA)和通信对端(CN)发送绑定更新,该绑定更新中也携带了 QoS 头标选项。为了处理简单,在 THA 管理域中关闭入口过滤功能,移动节点可以直接使用区域转交地址发送给家乡代理和通信对端。接收到绑定更新后,家乡代理和通信对端发送绑定确认信息。

若 THA 接收到从 GEN 转发过来的数据报文,将通过隧道的方式转发给移动节点,同时发送绑定更新给 GEN;在收到移动节点新的绑定更新后,THA 查找相关联的 GEN,向它们发送区域绑定更新消息。使用区域转交地址的数据报文,由 GEN 完成区域转交地址到链路转交地址的映射;如果绑定缓存中没有对应的链路转交地址,GEN 将该数据报文发送给 THA,同时发送一个绑定更新请求消息。THA 接收到数据报文和绑定更新请求后,分别用隧道转发和发送局部绑定应答。

上述移动性管理和快速切换机制是相容的,可以不加修改地使用快速切换机制。

1.3.2 QoS 相关的处理

非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构对 QoS 的保证采用的方法是边缘网络内使用资源预留协议(RSVP)^[11],核心网络使用区分服务(Diffserv)^[12]。移动网络的切换可分为域内切换和域间切换,切换处理具体过程如下:

(1) 域内切换的处理

处理过程由图 3 所示。

移动节点接入到外地网络,向 THA 注册

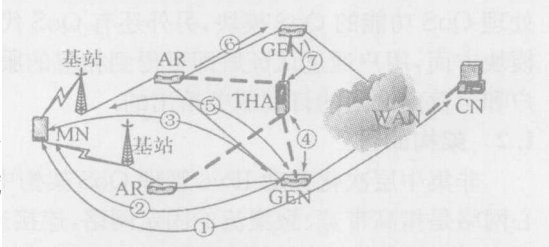


图 3 移动节点进行域内切换的 QoS 相关处理

Fig. 3 The interaction when mobile node

过(RCoA, LCoA)后,向通信对端发送绑定更新(图3),该绑定更新中包含QoS选项逐跳选项,绑定更新经过的每一个支持RSVP的路由器都将对这个选项进行检查,如果能够满足需求,则为此流预留资源(图3)。

移动节点是源端时,用区域转交地址作为该流的源地址,使用(源地址,流标记)二元组这种流标识来区分流的RSVP将不受移动节点域内移动的影响。移动节点进行局部移动,重新配置链路转交地址,向THA发送局部绑定更新消息(图3),并发送RSVP的PATH消息;THA查看相关的边界路由器,发送绑定更新消息(图3);移动节点到边界路由器之间使用RSVP本地修补机制^[13],调整对该流的预留(图3)。如果进行局部移动后,移动节点的数据报文发向新的GEN(图3),则GEN要向THA发送绑定请求(图3),THA告知GEN响应的LCoA、RCoA对应关系,通信和本地修补机制也继续进行。即使移动节点在RSVP本地修补完成前发送了新的数据报文,经过的最长无QoS保证的路径也只是移动节点到边界路由器的距离。

移动节点是目的端时,移动节点进行域内切换,边界路由器接收到移动节点的局部绑定更新,并向移动节点发送传统的PATH消息;移动节点接收到该PATH消息后即返回RESV消息,在新的路径上进行资源预留。

数据报文经过边界路由器进入核心网络前,GEN根据QoS代理的对应规则,完成从综合服务向区分服务的转换,使资源预留的处理对核心网络透明。同样,数据报文经过核心网络再次进入边缘网络,会进行区分服务向综合服务的转换恢复。在整个处理过程中,两个边缘网络之间的核心网络对资源预留过程也是透明的。

(2) 域间切换的处理

发生了域间切换时,如果移动节点是源端,标记该通信的流标识发生改变,移动节点在完成区域注册后通过绑定更新发起新的资源预留过程;如果移动节点是目的端,绑定更新到达通信对端时,通信对端发起对资源预留并认为预留成功,实际的资源预留的工作在边缘网络中进行。

对于单独的PATH消息和RESV消息,边界路由器将会过滤掉,并不向核心网络转发,保证RSVP的消息只在边缘网络内传播,并不向核心网络增加消息数目。

1.3.3 安全相关的处理

移动节点取得链路转交地址后,启动向认证授权计费系统(AAAS)注册的过程;AAAS认证该移动节点,为该移动节点关联服务策略、服务等级、计费等信息,这些信息也是QoS模块进行决策所需要的。一般来说,AAAS向THA提供信息,由THA决策是否运行移动节点接入。不同的用户通常会订阅不同的服务,针对不同的服务订阅采用不同的处理方法是以后研究的一个方向。

2 与当前 QoS 架构的比较

对于非集中层次化移动IPv6管理QoS架构的有效性分析,可以从端到端服务质量保证、系统可缩放性、数据报文传输延迟方面与其他QoS架构进行比较说明。

2.1 端到端服务质量保证的比较

Nokia方案通过RSVP协议来保证服务质量,节点移动会引起重复预留、过大的通信延迟等问题;SeQoMo项目没有提出端到端QoS的解决方法,目前仍处在研究阶段;Mob

Dick 项目中,端到端的 QoS 保证通过区分服务来完成,可缩放性好,无需显式的信令,但只能提供“软”的 QoS 保证.

非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构中,端到端的 QoS 保证通过两个层次来完成,在边缘网络内采用流透明的 RSVP 方案,在核心网络用聚集流的区分服务,整个系统的可缩放性与 Moby Dick 相同.支持流的 RSVP 方案需要显式的信令进行预留和释放,但由于使用了 QoS 选项、绑定更新和绑定确认合并的方案,没有增加切换时信令的数目,RSVP 的路径保持消息也限制在边缘网络内传播.单向的信令处理使得通信能够在绑定完成后就能获得 QoS 保证.另外,使用 RSVP 协议,可以保证在相同网络状况下,可以得到比 Moby Dick 方案更好的 QoS 保证.

2.2 系统可缩放性的比较

Nokia 和 SeQoMo 的方案中没有给出实际意义上可部署的架构;Moby Dick 方案采用层次化移动 IPv6 和快速切换的作为优化移动方案,移动停靠点可能会成为网络通信的瓶颈,影响系统的可缩放性;从减少隧道开销的角度看,移动停靠点应该靠近移动节点,从实际部署方面看,移动停靠点应该尽量靠近边界,以达到对各个网络访问的平衡.因此选择合适的移动停靠点位置也是一个问题.

非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构采用 THA 与边界路由器,使用缩放性更好的路由方式而放弃隧道方式,得到了更好的可缩放性和更强的实际可部署性.

2.3 延迟比较

移动 IPv6 中的延迟包括切换延迟和数据报文延迟,下面分别对其进行分析.

2.3.1 切换延迟

未经优化的 QoS 架构下发生切换的延迟分析公式:

$$t_{\text{delay}} = t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{CN}) + t_{\text{BA}}(\text{CN} - \text{MN}) + t_{\text{Path}}(\text{MN} - \text{CN}) + t_{\text{Resv}}(\text{CN} - \text{MN})$$

延时略大于 2 倍的 MN 与 CN 传输一次的时间 $t_{\text{RTT}}(\text{MN} - \text{CN})$. 如果采用信令合并,则可以省去 $t_{\text{Path}}(\text{MN} - \text{CN})$ 和 $t_{\text{Resv}}(\text{CN} - \text{MN})$. 可见 QoS 信令合并可以明显缩短切换后资源重预留的时间. 以下的分析都是在 QoS 信令合并的前提下做的.

Moby Dick 以层次化移动 IPv6 方案为基础,层次化移动方案下的切换延迟:

$$t_{\text{delay-intra-domain}} = t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{MAP}) + t_{\text{BA}}(\text{MAP} - \text{MN})$$

$$t_{\text{delay-inter-domain}} = t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{MAP}) + t_{\text{BA}}(\text{MAP} - \text{MN}) + t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{CN}) + t_{\text{BU}}(\text{CN} - \text{MAP}) + t_{\text{BA}}(\text{MAP} - \text{MN})$$

基于对局部移动方面的统计分析,有 69% 的移动是微移动^[14],加权得到:

$$t_{\text{delay}} = t_{\text{delay-intra-domain}} * P_{\text{Intra-domain}} + t_{\text{delay-inter-domain}} * P_{\text{Inter-domain}} =$$

$$t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{MAP}) + t_{\text{BA}}(\text{MAP} - \text{MN}) + 0.31 * (t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{CN}) + t_{\text{BA}}(\text{CN} - \text{MN}))$$

由于 MAP 的位置原因, MN 和 MAP 之间的通信延时 $t_{\text{BU}}(\text{MN} - \text{MAP}) / t_{\text{BA}}(\text{MAP} - \text{MN})$ 与 MN - CN 之间的通信时间 $t_{\text{BU}}(\text{CN} - \text{MAP}) / t_{\text{BA}}(\text{CN} - \text{MAP})$ 要相差一个数量级,所以层次化移动 IPv6 可以缩短切换延迟多于 60%. 然而,当 MN 和 CN 在同一个 MAP 域内(对于通常的 GSM 通信来说应该还是比较普遍),MAP 的引入反而会降低性能.

非集中式层次化移动方案下的切换延迟:

域内(Intra-domain)切换时间:

如果 MN, CN 不在同一个 THA 所辖域内,

$$t_{\text{delay-intra-domain}} = t_{\text{BU}}(\text{MN}-\text{THA}) + t_{\text{BA}}(\text{THA}-\text{MN}) + t_{\text{BU}}(\text{THA}-\text{GEN}) + t_{\text{BA}}(\text{GEN}-\text{THA})$$

如果 MN、CN 在同一个 THA 所辖域内, $t_{\text{delay-intra-domain}} = t_{\text{BU}}(\text{MN}-\text{CN}) + t_{\text{BA}}(\text{CN}-\text{MN})$, 域间(inter-domain) 切换时间:

$$t_{\text{delay-inter-domain}} = t_{\text{BU}}(\text{MN}-\text{THA}) + t_{\text{BA}}(\text{THA}-\text{MN}) + t_{\text{BU}}(\text{THA}-\text{GEN}) + t_{\text{BA}}(\text{GEN}-\text{THA}) + t_{\text{BU}}(\text{MN}-\text{CN}) + t_{\text{BA}}(\text{CN}-\text{GEN}) + t_{\text{BA}}(\text{GEN}-\text{THA}) + t_{\text{BA}}(\text{THA}-\text{CN})$$

域内切换时, 引入边界网关节点 GEN 会存在额外的开销, 因为每次局部移动都会向 GEN 发送绑定更新消息, 比层次化移动 IPv6 方案略有差距。在域间切换时, 也相比层次化移动 IPv6 增加了 THA 和 GEN 之间的通信开销。但在层次化移动 IPv6 的分析中忽略了 MAP 处理 LCoA 和 RCoA 之间的查找映射、封装; 在整个层次化规模很大的情况下, 大量的消息要 MAP 来处理, 会成为网络的瓶颈, 并会引入三边路由问题。非集中层次化移动 IPv6 管理 QoS 架构中, THA 不需要过多的处理, 网络中可以部署多个 GEN, 可以保证整个网络规模很大的情况下, 由多个 GEN 同时处理, 仍然可以得到有保证的服务质量。

2.3.2 数据报文延迟

相对静止的移动 IPv6 移动管理下的数据报文延迟:

移动 IPv6 的数据报文采用了优化路由的处理方式, 在通信过程中, 只有通信对端发起的第一个数据报文才会被家乡代理通过隧道转发给移动节点; 通信对端在建立了相应的绑定缓存后就可以直接通过路由方式发送给移动节点。在移动节点相对静止时, 可忽略第一个数据报文的传输时间, 效果是最好的, 中间路由器无需任何额外处理, 无需隧道方式。通信延迟:

$$t_{\text{data-delay-ipv6}} = \sum_{i=\text{CN}}^{\text{MN}} \left(\frac{D}{B_i} + d_i \right)$$

其中, i 为通信中任意一个中间节点, D 为发送数据的大小, B_i 为该中间节点的链路带宽, d_i 是在该节点的延迟。

层次化移动 IPv6 管理下的数据报文延迟:

层次化移动 IPv6 的数据报文从宏观上来看, 也是采用了优化路由的方式; 微观上, 只有在层次化管理域内移动才使用隧道的方式。因此, 可以把通信延迟分为两个部分: 通信对端到 MAP 的延迟和 MAP 到移动节点的延迟。

$$t_{\text{data-delay-hm-ipv6}} = \sum_{i=\text{CN}}^{\text{MAP}} \left(\frac{D}{B_i} + d_i \right) + \sum_{i=\text{MAP}+1}^{\text{MN}} \left(\frac{D+T}{B_i} + d_i \right) \quad (T \text{ 为因隧道封装增加的数据})$$

非集中层次化移动 IPv6 管理下的数据报文延迟:

在非集中层次化移动 IPv6 管理中, 可以把通信延迟分成通信对端到边界网关节点和从边界网关节点到移动节点两个部分。

$$t_{\text{data-delay-dhm-ipv6}} = \sum_{i=\text{CN}}^{\text{GEN}} \left(\frac{D}{B_i} + d_i \right) + \sum_{i=\text{GEN}+1}^{\text{MN}} \left(\frac{D+T}{B_i} + d_i \right)$$

根据层次化移动 IPv6 管理下的数据报文延迟 $t_{\text{data-delay-ipv6}}$, 为了得到尽量小的延迟, 层次化移动 IPv6 移动管理可以缩短两个部分的延迟: 从 CN 到 MAP 的延迟, 需要 MAP 的传输路径和优化路由下的路由尽量相同, 即要求 MAP 尽量靠近边界; 从 MAP 到移动节点的延迟, 则希望 MAP 尽量靠近移动节点, 来降低因为隧道而引起的额外开销。这同样说明, 层次化移动 IPv6 不易部署 MAP 的位置, 在实际部署中, 需要仔细的权衡, 特别是对存在多个通路的域, 不合适的部署反而会引起整个网络中的通信延迟的增加。

根据非集中层次化移动 IPv6 管理下的数据报文延迟 $t_{data\ delay-dhmv6}$, 非集中式层次化移动管理几乎不增加延迟, 因为 GEN 所处的位置就在网络的边界, 是通信的必经节点. GEN 的处理会增加少量的开销: 查找绑定缓存, 根据查找的结果做相应的处理. 由于 GEN 可以根据网络的负载情况而在不同的通路上部署多个, 每一个都可以用来处理部分移动节点的通信, 因此和层次化移动 IPv6 相比, 这种非集中式的处理开销比集中式的 MAP 处理开销要小得多; 对 GEN 的要求也远比对 MAP 的要求要低, 在可部署性、可缩放性上, 这种方案都比层次化移动 IPv6 优越.

从端到端的质量保证、系统的可缩放性和延迟方面的分析比较可以得出, 非集中层次化移动 IPv6 管理是有效的, 更能够满足端到端的 QoS 保证, 并具有可缩放性.

3 非集中层次化移动 IPv6 管理的仿真与分析

3.1 对数据报文传输延迟和切换延迟的仿真分析

对数据报文传输延迟和切换延迟的仿真利用仿真工具 OMNeT++^[15], 分别对传统的移动 IPv6 环境、层次化移动 IPv6 管理环境非集中层次化移动 IPv6 管理环境的的数据传输延迟和切换延迟进行了仿真.

图 4a、图 4b 分别是层次化移动 IPv6 仿真场景和非集中层次化移动 IPv6 仿真场景, 传统的移动 IPv6 仿真场景同图 4a, 只是将 MAP 的功能禁掉.

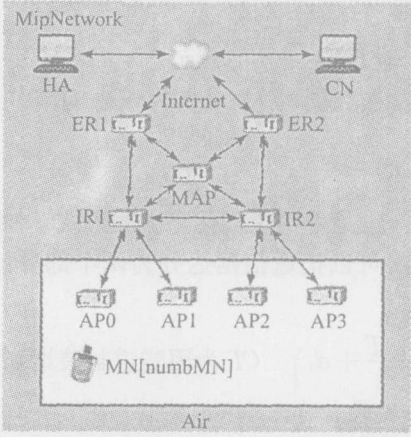


图 4a 层次化移动 IPv6 仿真场景

Fig. 4a Scenario of HMIPv6

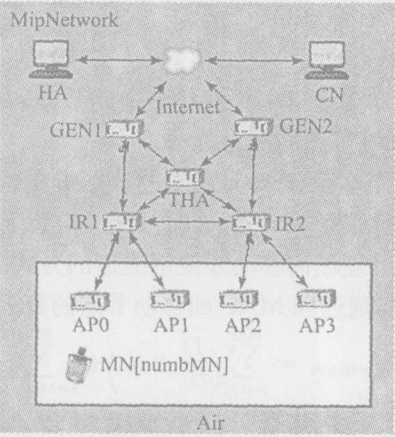


图 4b 非集中层次化移动 IPv6 仿真场景

Fig. 4b Scenario of DG-HMIPv6

测试场景参数如下: Internet 延时 100 ms; 经过路由器延时 50 μ s; 有线链路带宽 100 Mbps; 无线链路带宽 11 Mbps; 数据报文每 20 ms 发送 8 000 字节; 无线覆盖区域半径为 100 m; 移动节点与无线基站距离 30 m, 以 140 m/s 的速度移动.

从 0 s 到 5 s 之间, 选择 MN 正常接入时传输的数据包 100 组, 取其传输时间的平均值, 得到 MN 和 CN 之间的数据报文传输延迟(此环境下的切换对于层次化移动管理来说皆为域内切换), 并取其间 3 次切换的平均值, 得到切换时间, 结果如表 1:

表 1 仿真结果

Tab.1 Simulation results

延迟	t_{MIPv6}/ms	t_{HMIPv6}/ms	$t_{DG-HMIPv6}/ms$
传输延迟(MN-CN)	105.902	108.830	105.926
传输延迟(CN-MN)	106.980	109.903	106.982
切换延迟(域内)	219.94	14.309	16.576

从仿真结果可以看出,传统的移动 IPv6 中的数据报文传输延迟是最小的,因为数据在传输过程中没有经过对数据进行的隧道操作,但是切换延迟却大的不可忍受,不具备实时性.

为比较层次化移动 IPv6 和非集中层次化移动 IPv6 性能,我们分别对三次传输延迟的结果进行分析比较,具体试验数据如表 2 所示:

表 2 HMIPv6 和 DG-HMIPv6 数据表

Tab.2 Simulation results of HMIPv6 and DG-HMIPv6

	t_{HMIPv6}/ms			$t_{DG-HMIPv6}/ms$		
	1	2	3	1	2	3
MN-CN	108.830	108.829	108.829	105.929	105.926	105.926
CN-MN	109.902	109.902	109.903	109.939	106.982	106.982

层次化移动 IPv6 和非集中层次化移动 IPv6 相比,前者切换延迟要好一些,因为避免了对边界网关节点(GEN)的处理,而在传输延迟上后者更占优势.在除去 Internet 的 100 ms 传输延迟影响后,在边缘网络的数据传输延迟上,可以减少 30% 的延迟,同理论分析相符合,在模拟试验中也证明的非集中层次化移动 IPv6 的数据传输延迟要比层次化移动 IPv6 的数据传输延迟要小.

3.2 对服务质量 QoS 的仿真

对非层次化移动 IPv6 的 Qos 仿真利用仿真工具 NS-2^[16],在 Internet 中使用区分服务保证,在 AP 和 GEN 之间应用资源预留协议.仿真场景中增加了“干扰节点”,模拟网络中的传输数据.在移动节点和通信对端正常通讯时,通过监测 CN 接收到 MN 的数据包,得到的结果如图 5.

从仿真结果可看出,进行了 QoS 保证的曲线与没有 QoS 保证的曲线相比有丢包少,抖动小的特点,验证了非集中层次化移动 IPv6 管理的 QoS 框架的有效性.

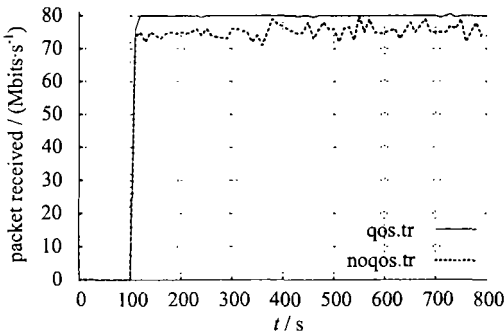


图 5 服务质量的仿真结果

Fig.5 the simulation results of QoS and no-QoS guaranteed

4 总结与展望

本文在现有移动 IPv6 的 QoS 研究的基础上,提出了一种适合移动环境的、运营商可实际部署的、支持 QoS 保证的、有良好可缩放性的网络架构,描述了该架构的工作过程.通过与现有服务质量框架进行比较分析,说明了该架构有良好的可缩放性,是可以部署,可行的.

同其他服务质量框架相比。该框架具有提供更好的服务质量保障、更小的切换延迟和数据报文传输延迟的优势,仿真验证也证明了这一点。目前,移动 IPv6 环境下的 QoS 研究正走向实用化的阶段。下一步的工作则是结合具体的 VoIP 程序在移动 IPv6 环境下的应用,继续完善该架构,并完成对 AAA 过程的具体实现。

参 考 文 献

- [1] Pack Sangheon, Choi Yanghee. Seamless QoS handling Mechanism in Macro and Micro Mobility[C]. LNCS[A]. London: Springer-Verlag, 2002, 2344: 62-73.
- [2] Castelluccia C. A hierarchical mobile IPv6 proposal[EB/OL]. <http://www.inrialpes.fr/planete/people/bellier/hmip.html>, 1998.
- [3] Soliman Hesham, Claude Castelluccia, Karim El-Malki. Hierarchical Mobile IPv6 mobility management (HMIPv6)[EB/OL]. <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mobileip-hmipv6-08.txt>, 2003.
- [4] Rajeev Koodli. Fast handovers for Mobile IPv6[EB/OL]. <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mobileip-fast-mipv6-08.txt>, 2003.
- [5] T Takechi, R Takechi, H Ono. A Study on Mobile IPv6 Based Mobility Management Architecture[J]. Fujitsu Scientific & Technical Journal, 2001, 37: 65-71.
- [6] FU X, Karl H, Kappler C. QoS-Conditional Handoff for Mobile IPv6[C]. LNCS[A]. Pisa: Springer-Verlag, 2002, 2345: 72-730.
- [7] 陈阳, 杨寿保, 何涛, 等. 基于层次化移动管理的流透明移动 IPv6 QoS[J]. 计算机科学, 2004, 31(7): 41-44.
- [8] KAN Zhigang, ZHANG Run-tong, ZHANG Dong-mei, et al. QoS in Mobile IPv6[C]. In: Proceedings ICI2001-Beijing, 2001, 2: 492-497.
- [9] SeQoMo Project[DB/OL]. <http://www.tkn-berlin.de/research/SeQoMo/>.
- [10] Moby Dick Project[DB/OL]. <http://www.isi-mobydick.org/>.
- [11] J Wroclawski. The Use of RSVP with IETF Integrated Services[R]. RFC2210, IETF, 1997.
- [12] IETF Differentiated Services Working Group (diffserv)[OB/OL]. <http://www.ietf.org/html.charters/diffserv-charter.html>
- [13] Braden R, ZHANG L, Berson S, et al. Resource Reservation Protocol[R]. RFC2205, IETF, 1997.
- [14] Kirby G. Locating the User[R]. In Communication International, 1995.
- [15] OMNeT++ Website[DB/OL]. <http://www.omnetpp.org/>.
- [16] NS-2 Website[DB/OL]. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>.

De-Centralized Hierarchical Mobility IPv6 Managed QoS Architecture

SUN Wei-feng, YANG Shou-bao, YANG Chen, CHEN Yang

(Dept. of Computer Science and Technology, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract: The demand of real time service such as voice and video applications in mobile IPv6 requires new solutions to the problems of Quality of Service. To provide end-to-end,

(下转 353 页)

- 22: 282-332.
- [10] Patzold M, Killat U, Laue F. A deterministic model for a shadowed Rayleigh land mobile radio channel [A]. Proc. 5th IEEE Int. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun., PIMRC 94 [C]. Netherlands: Hague, 1994, 1 202-1 210.
- [11] Theodore S Rappaport. Wireless Communication Principles and Practice[M]. 北京: 电子工业出版社 1999. 50-142.
- [12] John G Proakis. Digital Communications(4th edition)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.

Modeling of Ka-Band Mobile Satellite Channel and Ber Performance Analysis

HUANG He, WANG Dong-jin, LIU Fa-lin

(Department of Electrical Engineering and Information Technology, USTC, Hefei 230027, China)

Abstract: The statistical characteristics of the mobile satellite channel at Ka-band are analysed. Weather conditions, as well as multi-path fading and shadowing are taken into account and a comprehensive simulation model is proposed. System performance simulations are conducted based on the channel and system simulation model. Meanwhile, the analytical derivation of the Ber performance at Ka-band is derived and the results are compared with the simulated results, which proves that the Ka-band mobile satellite channel is reasonable and valid. The model can function as a powerful tool for further system performance experiments.

Key words: Ka-band; satellite channel; Ber performance

(上接 384 页)

flow based QoS in a mobile environment, there must be a proper deployable QoS architecture. A scalable De-Centralized Hierarchical Mobility IPv6 Managed QoS Architecture is proposed. The basic elements, the deployment of the architecture, and the concrete interaction in applications are described. The analysis and the simulation results showed the feasibility of the architecture and its advantages such as higher extensible ability, smaller handover delay and data transfer delay.

Key words: flow transparent; hierarchical mobile management; de-centralized management; QoS architecture