

一种结合移动 IP 和 SIP 实现 IP 网络移动性管理的优化方案^{*}

邹青松 陈前斌 聂能

(重庆邮电学院光互联网及无线信息网络研究中心 重庆 400065)

摘要 本文提出了一种网络层和应用层相结合实现 IP 网络移动性管理的新方案。移动终端的固定 IP 地址作为数据传输的地址;当终端和所在子网使用的是不同的 IP 子网前缀时,使用转交地址形成隧道对数据进行收发;SIP 地址作为用户帐号,是在应用层使用服务的地址,通过把它动态地和移动终端绑定来使用终端。方案中还提出了以 SIP 地址域的分级方式进行组织管理的用户数据库系统,定义了为子网中移动终端服务的区域代理。新方案能够对现役设备和协议改动较小的程度下,为下一代网络提供移动性管理。

关键词 移动性管理,用户数据库系统,区域代理,SIP,Cellular IP

An Optimized Scheme of Mobility Management for IP-based Network Integrating MIP and SIP

ZOU Qing-Song CHEN Qian-Bin NIE Neng

(Special Research Centre for Internet and Wireless Information Network, Chongqing University of Post and Telecommunication, Chongqing 400065)

Abstract The new mobility management scheme for IP-based network is proposed, integrating network layer and application layer. The static IP of mobile node is the address for data transition; if the mobile node has a different network-prefix from the subnetwork which it attaches to, the data will be transmitted by tunnel using care-of-address; the SIP address is the user account, and the user can use services on the application layer by binding the SIP address to any mobile node dynamically. The scheme also defines a user database system organized by hierarchical domains of SIP address, and a domain agent managing mobile nodes in subnetwork. The new scheme can implement the mobility management for the next generation network by just making a few modifications to existing equipments and protocols.

Keywords Mobility management, User database system, Domain agent, SIP, Cellular IP

1 引言

下一代网络正向多网融合和全 IP 发展,要求具备通用的移动通信能力。而作为其基本功能的移动性管理就被要求能够:独立于接入技术,基于 IP,支持 QoS 和安全,支持终端移动性、用户移动性、服务移动性。目前主要是在网络层通过发展 MIP(Mobile IP)^[1] 及其改进协议^[2,3],或者在应用层通过发展 SIP(Session Initial Protocol)^[4~7],来研究下一代的移动性管理技术。但这两类方案都有不足之处:MIP 及其改进协议很难实现个人移动和服务移动,对现有设备改动也较大;用 SIP 来实现移动性管理,对 TCP 的支持不好,而且还需要在整个网络中额外增加大量的服务器。因此,就有了将这两方面简单结合的方案。本文也是将这两方面的一些实体和功能进行一定的修改之后再结合在一起,使它们优势互补。

本文第 2 部分介绍已有的网络层和应用层结合实现移动性管理的几个方案,第 3 部分给出新的方案,最后给出结论。

2 目前的一些综合方案

文[5]中提到 SIP 不支持 TCP 连接。建议解决方法是在 UDP 的基础上把 SIP 用于实时通信,而把 MIP 用于 TCP 连接。只要移动终端(MN)能灵活地选择使用家乡地址或者转交地址就可以实现。当传送 RTP 流时使用转交地址;当进行 TCP 连接时使用家乡地址,并让数据通过家乡地址路由。为此,就需要在协议栈增加一个移动策略表(mobile policy table),用于决定什么时候家乡地址作为源地址,什么时候转交地址作为源地址,是否使用隧道,甚至是否使用双向隧道。

文[8]使用微移动管理协议(MMP)处理微移动,对于宏移动则基于策略地使用 SIP 处理实时流业务,使用带位置寄存器的 MIP 协议(MIP-LR)处理非实时流业务。这需要有一个实体来检测每一个数据包,判断数据包是属于什么业务的,再发给相应的实体处理。网络中 SIP 的各种服务器,与 AAA 服务器、DHCP/DRCP 或者 PPP 服务器进行交互来提供对实时流业务宏移动的支持。在 MIP-LR 中,MN 的家乡地址和转交地址被归属位置寄存器(HLR)维护,这个寄存器不一定放在家乡网络,而且可以被复制。MN 在会话中移动到其他域时,要向 SIP 服务器注册,并发送 MIP-LR 更新信息给 HLR,然后向通信终端(CN)发 re-INVITE。对于 TCP 连接,MN 移动到不同域,其 IP 地址会发生变化,这时 MN 在向本地网关更新后,还要向 CN 发 MIP-LR 更新。

文[9]也提出,对于宏移动基于策略使用 SIP 处理实时流业务,使用 MIP 处理非实时流业务。并且定义家乡/外地移动服务器(HMS/FMS),是传统 MIP 中 HA/FA 以及 SIP 中 HS/FS 的结合体,具有 SIP 代理、重定向、注册、位置管理等功能,也就是说能够统一管理 MIP 和 SIP 中的各种地址,比如 URI、转交地址等。

以上的三种方案,都是在 MIP(及改进协议)和 SIP 原有基础上比较简单的结合,存在一些缺点:应用层和网络层的一些功能和实体有所重复;MN 需要与过多的管理设备交互,步骤复杂,效率低下,同时也造成了对 MN 过高的功能要求;SIP 信令的传送还是简单地按照 SIP 协议规定的机制,先依靠大量的重定向服务器或代理服务器在应用层进行 SIP 地址

^{*}基金项目:重庆市自然科学基金资助项目(8477)。邹青松 硕士研究生;陈前斌 博士,教授,硕士生导师;聂能 教授,硕士生导师。

路由,然后才由 IP 层路由对信令进行传送。

3 网络层协议和 SIP 结合的优化设计

本文针对现有的综合方案的缺点提出新方案:定义了区域代理 Domain Agent(DA)为子网中 MN 提供注册代理、SIP 地址解析、数据路由等服务;提出了以 SIP 地址域的分级方式进行组织管理的用户数据库系统,将 SIP 地址的解析和用户数据库的维护统一由这个独立系统解决,这个系统将负责 SIP 地址到 IP 地址的映射以及用户的注册、更新等,对用户而言不再有家乡和外地之分,同时在核心网也不再需要 SIP 的重定向和代理服务器。本方案选用 Cellular IP^[3] 处理微移动(因为该协议使用 MN 的 IP 地址作为数据传输地址,移动中可以保持 TCP 连接);宏移动采用类似 MIP 的一些方式,比如 MN 和所在子网使用不同的 IP 子网前缀时,MN 和互联网上的通信通过隧道进行;各种交互和协商主要是使用 SIP 信令。

3.1 用户数据库系统

用户数据库系统同时也就是 SIP 域名管理系统,因为用户帐号就是一个 SIP 地址。这个地址可以是向某个运营商申请来的,运营商通过这个地址来管理用户的信息和用户的通信行为,比如进行计费、提供区分服务、AAA 认证等。用户在某个 MN 上绑定了自己帐号后(可以和任意的 MN 绑定),就能通过这个终端得到提供给自己的服务(比如对自己的呼叫会传到这个终端来,而计费会记在该用户头上)。如果用户不想使用这个 MN 了,可以解除自己帐号和这个 MN 的绑定。由此,用户可以灵活地使用终端(只要安装了相应软件,使用固定终端也可以)得到服务,这就实现了用户甚至服务的移动性。

SIP 地址完整结构是“帐号名@域名”,比如:mike@com.cn。其中“@”是帐号名和域名的分割符,左边的“mike”是用户的帐号名,可以由用户定义,这里右边的“com.cn”是一个只有两级的域名,与运营商有关。域可以有多个级,以间隔号隔开,级别由右向左依次降低,每个级别的域都由对应的管理器维护。网络中的这些管理器以分级的方式组成一个统一的管理系统,逻辑结构如图 1。系统中只有底层管理器负责具体 SIP 地址(也就是用户帐号)的管理,并提供注册、更新、查询等服务。而其他上层的管理器是用来维护域名结构的,主要提供查询服务以保证底层管理器的 IP 地址能够被查询到。最高等级的管理器是顶级管理器。每级管理器都负责维护自己域的下一级管理器的信息(比如 IP 地址),直到底层管理器。底层管理器所维护的用户的信息,包括和 SIP 地址绑定的 MN 的 IP 地址、转交地址以及订购的服务或者 AAA 信息等。

向用户数据库系统查询一个 SIP 地址时,是根据它的域名向相关域的管理器查询的。先向底层管理器查询,如果不知道该 SIP 地址所属的底层管理器的 IP 地址时,就要先向所属的更高级的管理器查询底层管理器的 IP 地址。比如对地址“tom@com.cn”进行查询时,先向所属的底层管理器也就是“@com.cn”请求。如果不知道该底层管理器的 IP 地址,就要向高一级的“cn”的管理器查询“@com.cn”底层管理器的 IP 地址,而如果连“cn”管理器的 IP 地址也不知道,那就要向顶级管理器(这个管理器的 IP 地址是每个 DNS 服务器都保存有的)查询“cn”管理器的 IP 地址。这样一层层查下来就得到“@com.cn”底层管理器的 IP 地址,最后向其查询 SIP 地址“tom@com.cn”,就能得到相关用户的信息。

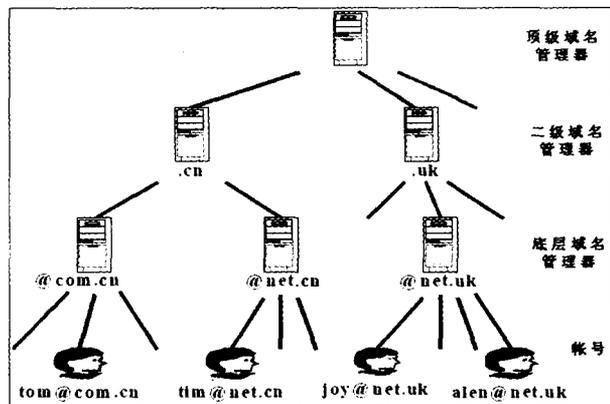


图 1 以 SIP 地址域的分级方式进行组织的用户数据库系统逻辑结构

3.2 功能实体结构

图 2 是本文提出的新的网络层协议和 SIP 结合实现移动性管理的功能实体结构。每个无线子网都由 Domain Agent(DA)管理。DA 主要由三大部分组成: Register Proxy(RP), DNS Server(DNSS), Border Router(BR)。其中 RP 负责接受子网中所有 MN 的 SIP 注册,根据注册信息代替 MN 向对应的底层域名管理器进行注册或更新,并向本地 BR 发送路由更新信息。DNSS 负责向本地子网中的 MN 提供 SIP 地址查询,类似于重定向服务器,保存有一些域名管理器的信息,也会缓存一定时间内被查询的信息。如果被查询的 SIP 地址在缓存中没有,DNSS 就要向用户数据库系统查询,并把查到的信息回复给发出请求的 MN。BR 也就是 Cellular IP 中的网关,按照 Cellular IP 的规则对 MN 的微移动进行管理。

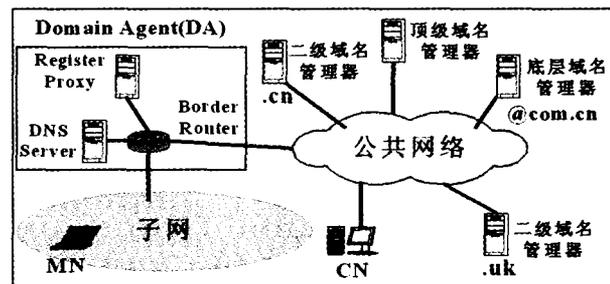


图 2 包含了区域代理和用户数据库系统的功能实体结构

这个结构在总体上没有家乡网络和外地网络之分,IP 地址只和具体使用的 MN 及其位置有关;而 SIP 地址只和用户(也就是帐号)有关,与 MN 及其位置无关。每个 MN 都有自己的固定 IP,在进入不同 IP 子网前缀的子网后,MN 可以由子网分配得到转交地址。MN 的固定 IP 地址作为数据传输的地址,所以在移动中能保持像 TCP 这样的连接;而转交地址则指明了 MN 的位置,当 MN 和所在子网使用不同的 IP 子网段前缀时,数据就能通过隧道传到 MN。

3.3 注册过程

当用户使用一个新的 MN 或者 MN 进入一个新的子网时,都要进行注册。无论用户使用的 MN 和所在子网是否使用相同 IP 子网前缀,注册过程都是一样的。如图 3。

注册过程:(1)DA 管理下的子网会发送广播信息,除了包含 Cellular IP 中规定的一些信息外,还包含 DA 中 RP 以及 DNSS 的地址。MN 首先接收广播,完成初始设置(比如得

到转交地址)。

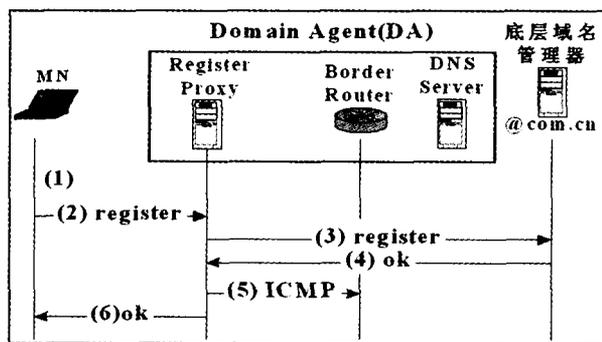


图3 移动终端进入新子网或绑定新用户时就进行注册

(2)接着用 SIP 信令向本地 DA 中的 RP 发送注册信息。信息中包含 MN 的 IP 地址、转交地址、绑定的 SIP 地址以及对应的底层管理器的 IP 地址,当然还可以包含 AAA 或者一些服务订购信息等。

(3)RP 收到注册消息后,就以 SIP 信令代替 MN 向相应的底层域名管理器发送注册或更新信息。

(4)底层域名管理器收到注册请求后,查询相关数据库允许注册的话,就更新自己维护的该帐号的资料(比如绑定的 MN 的类型、MN 的 IP 地址、转交地址等),并返回确认消息。

(5)RP 收到注册确认后,在网络层代替 MN 按照 Cellular IP 的规则向 BR 发送路由更新信息,以便 BR 能对 MN 的数据进行直接路由(MN 和本子网使用相同的 IP 子网前缀)或者通过隧道封装或拆封装(MN 和本子网的 IP 子网前缀不同)进行传送。

(6)RP 完成注册后,向 MN 返回确认信令。

这样 MN 进入一个新城或绑定新用户时就只需要向 RP 发送一次注册信息即可,由 RP 代替 MN 进行注册工作。MN 注册后在域内小区间切换时,就只按照 Cellular IP 进行路由更新,不用注册。

3.4 建立呼叫过程

图 4 是一个建立呼叫的例子, Mike 的帐号是 mike@edu.uk, 他想与朋友 Tom 通话, 他知道 Tom 的帐号是 Tom@com.cn, 于是他用 MN 向地址 Tom@com.cn 呼叫。

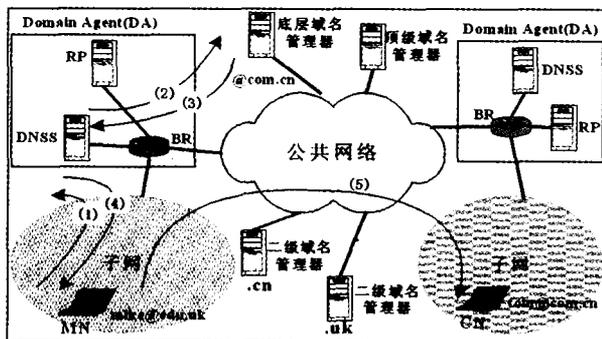


图4 两个移动终端建立呼叫的过程

具体呼叫步骤如下:

(1)因为只知道呼叫对象是 Tom@com.cn, 而并不知道对方的 IP 地址、终端类型、支持的媒体形式等, 所以 MN 在呼叫前先使用 SIP 信令向所在子网的 DNS 发送帐号查询请求(可以定义一个新的 SIP 方法 QUERY, 用于查询请求), 请求查询“Tom@com.cn”。

(2)DNSS 收到这个请求后, 就以 SIP 信令(同样用 QUERY 方法)按照用户数据库系统的查询规则, 向用户数据库系统查询。

(3)@com.cn 底层管理器收到查询请求后, 如果允许该用户当前请求的服务, 就把需要的信息返回给发出请求的 DNSS。返回的信息包括与帐号 Tom@com.cn 绑定的终端的固定 IP 地址、转交地址(终端和所在子网使用不同的 IP 子网前缀)等。

(4)DNSS 把得到的信息传给 Mike 使用的 MN。

(5)MN 根据 DNSS 传来的信息, 向被叫终端的固定 IP 地址发出呼叫请求, 请求被直接传送(被叫终端和所在子网使用相同的 IP 子网前缀)或者通过转交地址进行隧道封装传送(被叫终端和所在子网使用不同的 IP 子网前缀), 呼叫请求进入终端所在的子网后就根据 Cellular IP 进行路由, 最终传到终端。

3.5 移动切换

MN 在同一子网内进行小区切换时, 将根据 Cellular IP 进行切换。而 MN 切换到新的子网时, 将向该子网中的 RP 发送 SIP 信令进行注册, 再由 RP 代替 MN 完成注册工作。如果 MN 在通信中进行宏移动(切换子网), 则可以向通信对方用 SIP 信令发送更新信息。

结论 本方案相对其他方案有以下优点: 可以同时提供终端移动、个人移动、服务移动; 由于使用一个独立系统统一提供 SIP 地址映射和用户数据库服务, 所以骨干网上不需要大量的重定向服务器为 SIP 地址定向, 简化了整体网络结构和运行机制; 减少了和 MN 交互的管理设备, 同时 MN 的功能也得到了简化; MN 进入新城时只需向注册代理发送一次注册请求就可, 既省电又能实现快速切换; 呼叫某用户时只需要知道他的 SIP 地址, 不需要使用很难记忆的 IP 地址; 对现役设备(特别是骨干网)改动较小; 因为信令、应用控制等主要是在应用层, 所以对功能进行增加或修改十分容易; 由于 MN 一直使用自己的固定 IP 地址通信, 发生宏移动也只是转交地址发生变化, 只是改变隧道, 所以 TCP 连接可以保持。

本方案没有把实时业务和非实时业务分开, 这样就不能充分发挥网络层和应用层联合实现移动性管理的优势, 在本方案中可以如文[5, 8, 9]所说的那样在协议栈中增加对区分业务的支持, 但这样也会增加系统的复杂性, 这将是以后研究改进的地方。

参考文献

- Perkins C. IP Mobility Support for IPv4. IETF RFC3344, Aug. 2002
- Perkins C, David, Bjohnson, Route. Optimization in Mobile IP. draft-ietf-mobileip-opim-11.txt IETF, 2001
- Campbell A, Gomez J, Wan CY, Turanyi Z, Valko A. Cellular IP. draft-valko-cellularip-01.txt, IETF, 1999
- Rosenberg J, Schulzrinne H, et al. SIP: Session Initiation Protocol. IETF RFC3261, 2002
- Wedlund E, Schulzrinne H. Mobility support using SIP. ACM/IEEE International Conference on Wireless and Mobile Multimedia(WoWMoM'99), Seattle, Washington, 1999
- Schulzrinne H, Wedlund E. Application-Layer Mobility Using SIP. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review archive, 2000, 4(3): 47~57
- Vali D, Paskalis, S, Kaloxylas A, Merakos L. An efficient micro-mobility solution for SIP. IEEE Global Telecommunications Conference, 2003. GLOBECOM '03. 2003, 6(1-5): 3088~3092
- Wong KD, Dutta A, Young K, Schulzrinne H. A Multilayered Mobility Management Scheme for Auto-Configured Wireless IP Networks. IEEE Wireless Communications Magazine, 2003, 10(5): 62~69
- Wang Q, Abu-Rgheff M A, Akram A. Design and Evaluation of an Integrated Mobile IP and SIP Framework for Advanced Handoff Management. Proc. IEEE Int. Conf. on Communications 2004 (ICC'04), Paris, France, 2004, 7: 3921~3925