

一种减小基于 MPLS 的移动 IP 的注册时延的新机制^{*}

李 云^{1,2} 杨丰瑞¹ 刘兴潜¹ 隆克平¹ 陈前斌¹

(重庆邮电学院光互联网及无线信息网络研究中心 重庆400065)¹

(电子科技大学抗干扰国防重点实验室 成都610054)²

摘 要 当移动节点在 FA 之间频繁切换时,需要完成频繁的注册过程,减小移动 IP 的注册时延,对减小切换过程中分组的时延、丢包率具有重要意义。本文利用 MPLS 具有快速转发的特点,给出了一种减小基于 MPLS 的移动 IP 的注册时延的新机制,该机制通过在 GFA 同 HA 之间建立一条信令 LSP,来转发移动 IP 的信令消息。

关键词 移动 IP,多协议标签交换,注册时延

A New Method to Reduce Registration Delay for Mobile IP Services over MPLS

LI Yun^{1,2} YANG Feng-Rui¹ LIU Xing-Qian¹ LONG Ke-Ping¹ CHEN Qian-Bin¹

(Special Research Centre for Optical Internet & Wireless Information Networks, Chongqing University of Posts
& Telecommunications, Chongqing 400065)

(National Defense Key Lab of Anti-Interference Communication Technology, University of Electronic Science
and Technology of China, Chengdu 610054)²

Abstract As mobile nodes frequently switch between FAs, the frequent registration processes are required. It is important to reduce the registration delay for decreasing the packet delay and loss ratio. Taking advantage of the rapid forwarding feature of MPLS, this paper gives a new mobile IP registration method that can reduce the registration delay. This method forwards mobile IP signaling messages through signaling LSP between GFA and HA.

Keywords Mobile IP, MPLS, Registration delay

1 引言

移动 IP^[1]是一种在 TCP/IP 协议族的 IP 层来实现节点可移动性的方法。它支持通信终端的移动性,即节点在移动时不仅能继续用原来的 IP 地址与 Internet 上的其他节点进行通信,同时,不中断目前正在进行的通信。

多协议标签交换(MPLS: Multiple Protocol Label Switch)^[2]是一种基于三层边缘路由、二层核心标签交换的技术。IP 分组在 MPLS 域的边缘路由器(LER: Label Edge Router)被分类,并打上标签,核心的标签交换路由器(LSR: Label Switching Router)基于标签转发分组。由于 MPLS 无需执行复杂的基于目的 IP 地址的最长匹配算法,因此, MPLS 可以在很大程度上提高分组的转发速度,并具有良好的可扩展性。同时, MPLS 通过显式路由和基于约束的路由机制支持流量工程和服务质量保证(QoS: Quality of Service)。

MPLS 同移动 IP 结合使网络同时具有 MPLS 和移动 IP 的优点,即既支持节点的移动性,又具有良好的可扩展性,同时具有流量工程和 QoS 能力。MPLS 同移动 IP 的结合技术是目前的一个研究热点^[3,4]。将 MPLS 和移动 IP 结合,在移动节点完成相应的注册过程之后,外地代理(FA: Foreign Agent)和家乡代理(HA: Home Agent)之间通过标签交换协议(LDP: Label Switching Protocol)^[5]建立一条标签交换通道(LSP: Label Switch Path),用于传送通信对端发往移动节点的分组。这样,家乡代理和外地代理之间的 IP-in-IP 隧道被 MPLS 中的标记隧道所取代。从而利用移动 IP 协议解决移动主机的移动性问题,利用 MPLS 技术提高分组转发速度。当采用相应的路由优化技术^[6]后,还可以在通信对端相连的

LER 同支持 MPLS 的外地代理之间直接建立一条 LSP,以解决通信对端(CN)、家乡代理和外地代理之间的“三角路由问题”。

在已有的移动 IP 与 MPLS 的结合方案中, LSP 主要用于转发数据分组,而对移动 IP 的信令分组,仍然采用传统的 IP 逐跳转发机制,这种注册过程的时延较大,尤其是当移动节点远离家乡代理时。当移动节点快速移动并在地代理之间频繁切换时,这种耗时的注册过程将增加分组时延并导致分组丢失,严重影响通信质量。在本文中,我们提出了信令 LSP(S-LSP: Signaling LSP)的概念,并通过 S-LSP 转发移动 IP 的信令分组,以利用 MPLS 快速转发的特点,减小因频繁切换引起的分组时延,并降低丢包率。

2 通过信令 LSP 转发移动 IP 的信令分组

在本节,我们首先介绍本文采用的网络结构,然后给出通过 S-LSP 进行注册的过程,最后简单分析通过信令 LSP 转发移动 IP 信令分组的优点。

2.1 采用的网络结构

在本文中,我们主要采用基于 MPLS 的层次化的微移动网络结构,如图1所示。

在层次化的微移动网络结构中,整个移动网络被分成了多个移动网络域(图1中只画出了一个移动网络域),每一个域由一个网关外地代理(GFA: Gateway Foreign Agent)管理,并通过 GFA 连接到外部 Internet。移动节点逻辑上直接同外地代理相连。在 GFA 和 FA 之间可能有一级至多级区域外地代理(RFA: Regional Foreign Agent),这里的 GFA 和 RFA 应具有 LSR 功能,而 FA 则同时具有 LER 和移动 IP 的代理

^{*} 本文由国家863项目(编号:2003AA121540)、国家自然科学基金项目(编号:90304004)、重庆市教委科学技术研究项目(编号:050310)和人事部归国人员择优资助项目联合资助。李 云 博士,副教授,主要研究方向无线 ad hoc 网络 QoS、互联网理论技术。刘兴潜 硕士研究生,主要研究方向为基于 MPLS 的移动 IP 技术。隆克平 教授,博导,主要研究方向为宽带通信网理论及技术、光互联网理论及技术。

功能。

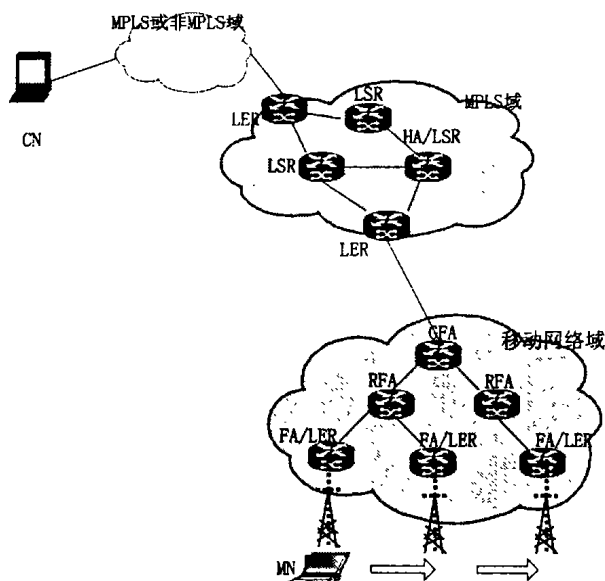


图1 基于 MPLS 的层次化的微移动网络结构

对于传统的移动 IP^[1],当移动节点由一个 FA 移动到另一个 FA 时,需要重新向 HA 注册,而注册的信令消息通过传统 IP 的逐跳转发。显然,当移动节点远离 HA 时,转发信令消息需要相当长的时间。为了减小注册过程的时间,针对图1所示的网络结构,文[7]提出了本地注册的概念,域内移动节点的移动性管理被分布到 GFA 上,当移动节点在同一域内由一个 FA 移动到另一个 FA 时,发出的注册请求消息仅仅被转发到 GFA,并在 GFA 上完成注册过程。

本地注册尽管能够减小注册过程的时延,但由于移动节点在注册过程中需要完成安全认证过程,而移动节点的安全信息只保存在 HA 中,因此,实现本地注册的前提是移动节点相关的安全信息必须发布到 GFA 中,包括复杂的密钥发布过程,同时,当移动节点从一个移动网络域移动到另一个移动网络域时,相关的安全信息又需要转发到另一个移动网络域的 GFA 上。这种动态的安全信息的发布(如密钥的发布)本身很难实现,因此,本地注册机制难以实现。

在本文中,我们考虑在 GFA 和 HA 之间建立一条双向的 LSP,我们称之为信令 LSP,用于转发移动 IP 信令消息。由于信令消息基于标签进行转发,因此,其转发时延可以大大减小。

2.2 通过 S-LSP 的注册过程

S-LSP 建立及通过 S-LSP 完成的注册过程如图2所示。

当移动节点由一个移动网络域移动到另一个移动网络域时,MN 通过接收 FA 发出的代理广播消息来确定自己是在归属域中还是在外地域中,如果 MN 确定自己处于外地域中,MN 将会从 FA 获得一个转交地址 CoA。接着,MN 发送注册请求消息给 FA,FA 转发注册请求消息到 GFA。

GFA 在收到注册请求消息后,首先判断有没有到该移动节点的 HA 的 S-LSP,如果已经存在,则沿该 S-LSP 转发相应的移动 IP 信令消息,否则,GFA 向 HA 发送标签请求消息,请求建立到 HA 的双向 S-LSP,HA 在收到标签请求消息后向 GFA 发送标签映射消息,从而在 GFA 和 HA 之间建立一条双向 S-LSP。

在 S-LSP 建立之后,GFA 沿该 S-LSP 转发注册请求消息,HA 在收到注册请求消息后,进行相应的认证,并在认证通过后沿 S-LSP 返回注册应答消息,直到移动节点,从而完成相应的注册过程。

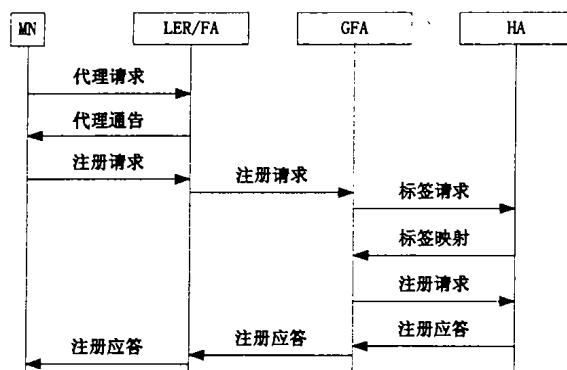


图2 通过 S-LSP 完成的注册过程

在 MN 完成注册过程后,GFA 同 HA 之间的 S-LSP 将保持,直到 GFA 所管辖的移动通信域中没有家乡代理为 HA 的移动节点为止。这样保持 S-LSP 的原因在于,MN 的注册有一定的生命期,当先前的注册超时,MN 需要向 HA 重新注册。同时,由于属于同一 HA 且在同一 GFA 域内的所有 MN 将通过同一 S-LSP 发送移动 IP 信令消息,因此,只要有属于同一 HA 的其他 MN 还在 GFA 中,该 S-LSP 将保持。

当 GFA 发现该域中已经没有属于某一 HA 的移动节点时,GFA 将沿到该 HA 的 S-LSP 发送标签释放消息,以拆除相应的 S-LSP。

2.3 通过 S-LSP 完成注册过程的优点

同传统的移动 IP 相比,由于移动 IP 信令消息通过快速的标签交换方式转发,因此,移动 IP 信令消息的传输时延将大大缩短,从而使移动 IP 的注册时延减小。同时,由于一条 S-LSP 将由同属一个 HA、位于同一 GFA 的所有 MN 共享,因此,该 S-LSP 的利用率高,平均到所有 MN,S-LSP 的建立和维护开销将大大降低。

同基于层次化的微移动网络结构的本地注册机制相比^[7],由于 MN 的认证在 HA 完成,不需要 HA 发布相关 MN 的安全信息到 GFA,因此,通过 S-LSP 完成注册过程很容易实现。同时,由于 GFA 只是完成移动 IP 信令消息的转发,不需完成复杂的注册过程,因此,GFA 的负荷降低,解决本地注册中 GFA 的瓶颈问题。

结束语 当移动 IP 在 FA 之间频繁切换时,需要完成频繁的注册过程,减小移动 IP 的注册时延,对减小切换过程中分组的时延、丢包率具有重要意义。本文利用 MPLS 具有快速转发的特点,给出了一种减小基于 MPLS 的移动 IP 的注册时延的新机制,该机制通过在 GFA 同 HA 之间建立一条信令 LSP,来转发注册信令消息,从而减小移动 IP 的注册时延。

下一步,我们将对本文提出的机制的优点作进一步的仿真验证。

参考文献

- 1 Perkins C. IP Mobility Support. RFC 3344, Internet Engineering Task Force, Aug. 2002
- 2 Rosen E, Viswanathan A, Callon R. Multiprotocol Label Switching Architecture. RFC3031, Internet Engineering Task Force, Jan. 2001
- 3 Zhong R, Tham C K, Foo C K, et al. Integration of Mobile IP and Multi-Protocol Label Switching. In: Proc. IEEE ICC' 2001, Helsinki, Finland, June 2001
- 4 Yang T, Makrakis D. Hierarchical Mobile MPLS: Supporting Delay Sensitive Applications Over Wireless Internet. In: Intl. Conf. on Info-tech & Info-net (ICII 2001), Beijing, China, Oct. 2001
- 5 Andersson L, Doolan P, et al. LDP Specification. RFC 3036, Internet Engineering Task Force, Jan. 2001
- 6 ITU-T Study Group 13. Draft Recommendation Y. MIPoMPLS: Mobile IP Services over MPLS. Aug. 2003
- 7 Gustafsson E, Jonsson A, Perkins C E. Mobile IPv4 regional registration. INTERNET DRAFT, Internet Engineering Task Force, Nov. 2003