

下一代网络 IPv6 的移动切换优化策略

The Optimization Policy of Mobile Handoff of Next Generation Network Ipv6

高小能 郭大春 (浙江万里学院电子信息学院 宁波 315100)

摘要:IP 移动性是 IPv6 标准的一部分。由于移动终端的移动性特征,当移动终端发生切换时,保持正在进行的通信,是 IPv6 支持移动性的一个关键因素。本文研究在 IPv6 中优化移动节点的移动切换管理,提出分级切换和快速切换机制来优化 IPv6 网络中的移动切换管理。

关键词:移动 IPv6 分级移动 IPv6 快速切换

1 引言

IPv6 是下一代 Internet 协议,它最终将取代 IPv4 成为 Internet 的主要网络层协议。IP 移动性是 IPv6 标准的一部分。移动 IPv6 是一种在全球 Internet 上为移动节点提供移动功能的方案。在移动 IPv6 中,每一个移动节点由它的归属地址(IP 地址)唯一标识,归属地址是由它的归属链路分配给它的 IPv6 地址,其中含有归属网络的子网前缀。归属地址实际上是移动节点的静态物理地址,因为它不随移动节点移动到 IP 网的另一个区域而改变。当移动节点移动到外地链路时,它获得一个或多个转交地址,转交地址提供了移动节点的当前位置信息,移动节点的转交地址的子网前缀是当前移动节点所在外地链路的子网前缀。发往移动节点归属地址的 IPv6 数据包透明地路由到移动节点的转交地址。归属地址与移动节点的转交地址的协商过程称为绑定。发往移动节点的数据包通过其转交地址直接到达移动节点。因此,归属地址总是唯一地标注了一个移动节点,转交地址代表了移动节点的当前位置。

实际上,IP 的移动性也是 IPv4(移动 IPv4)的一个组成部分。但是 IPv6 比 IPv4 为移动终端提供了更多的、性能更优的移动性支持。移动 IPv6 有如下一些优点:

① IPv6 的巨大的地址空间使移动 IPv6 更易于配置和实施。在 IPv6 下,移动终端可以获得一个永久的、标识其身份的唯一性地址(归属地址)。

② IPv6 的地址自动配置功能简化了移动节点的转交地址分配,也使得在一个较大的范围内更容易管理地址。

③ 路由优化。移动 IPv6 避免使用迂回路由,通信节点和移动节点的通信过程不再需要通过归属代理而直接进行,从而减少了传输延迟,节省了网络容量。

④ 移动 IPv6 没有采用外地代理。

由于移动节点的运动性特征,当移动节点从它的归属网络移动到一个到访网络,或由一个到访网络移动到另一个到访网络时,怎样提供一种 IP 路由机制,使移动节点在链路切换时仍可保持正在进行的通信,而不使通信中断,是一个非常关键的因素。本文在现有移动网络的移动切换技术的基础上,提出了几种移动节点的移动切换管理优化策略。

2 移动 IPv6 的移动切换管理

下一代网络 IPv6 的移动性部分定义了下一代网络 IPv6 中如何管理移动节点的移动。当移动节点处于归属网络中,它和通信节点通信过程与它和归属网络中的另一个移动节点通信过程相同。当移动节点移动到另一个子网中时,移动节点获得一个转交地址,并将归属地址和转交地址进行绑定。

2.1 切换程序

移动节点通过检测接入路由器(AR)发出的周期性的路由广播信息来分析它是否进入了一个新的子网。移动节点也能够发出路由请求信息给接入路由器 AR,请求 AR 送出路由广播信息。当移动节点进入一个外地链路时,它利用有状态的或无状态的地址自动配置机制来获取转交地址。然后,移动节点将此转交地址通知归属地址和通信节点。由通信节点发往移动

节点的分组将通过转交地址发往移动节点,不须通过归属代理转发。此时,通信节点发送到移动节点的分组,目的地址是移动节点的转交地址,而利用 IPv6 中的路由头部 (Routing Header, RH) 携带一个 0 类的 RH, RH 中是 MN 的归属地址,这样当 MN 接收到这个分组并发现了 0 类的 RH 时,把 RH 中的归属地址和目的地址中的转交地址互换,并把分组交给上层协议栈,这样,对于 Socket 通信来说,其 IP 地址仍然是移动节点的归属地址,端到端的连接没有中断。

当移动节点又一次发生移动时,它从新的外部网络的接入路由器获得一个新的转交地址,再向归属代理和通信节点更新绑定信息,这样通信节点可以用新的转交地址继续和移动通信。

2.2 切换管理

移动 IPv6 提出了一些措施来保证切换程序的正确执行和切换性能。在某些情况下,移动节点可能从物理上相邻的多个接入点 (AP) 来连接多个无线链路。如果这些 AP 在不同的子网中,移动节点可能为每个 AP 配置转交地址。其中有一个转交地址将被选择作为主转交地址,这个主转交地址将作为缺省的接入路由器中移动节点的转交地址。这个转交地址将在移动节点的归属代理和通信节点中注册。当这个缺省的 AR 不可用时,移动节点可能使用一个新的缺省 AR,此时这个 AR 已经有一个转交地址了。

此外,在通信节点和移动节点收到移动节点新的转交地址的绑定更新消息之前,由通信节点发出的数据包可能丢失。为减少这段时间中的数据包的丢失数量,移动节点可能请求旧的 AR 转发所有它所收到的数据包给新的 AR。在这个过程中,移动节点必须在旧链路上送出一个绑定更新信息给归属代理,告知它新的转交地址和旧的转交地址。然后,归属代理在旧的链路上中途截取发送到移动节点旧的转交地址的数据包,再把它们转发给移动节点的当前转交地址。

由于移动节点的移动性,移动节点可能在两个 AR 中多次轮流来回移动 (这个过程称做乒乓切换)。在这种情形下,移动 IPv6 要求在每一次移动后移动节点能够产生和注册一个新的转交地址。移动 IPv6 定义了一种双播策略。双播允许移动节点同时在几个 AR 中注册。所有发往移动节点的数据包在几个可能的地址中被复制。但是,一般认为由归属代理执行的双播会

在有线和无线链路中产生流量平稳问题。

3 分级移动切换管理

当移动节点远离归属网络时, MN 的每一次移动都要向 HA 和所有 CN 更新绑定信息,频繁的移动会引起网络上过多的信令开销。从分级移动 IP 或微移动的思路出发,可以考虑在 IPv6 的移动性管理中采用分级移动技术来优化移动节点的切换管理。

在分级移动中,整个全球移动网络分成多个域 (domain), 每一个域形成一个本地移动域。每一个域由一个移动锚代理 (Mobility Anchor Point, MAP) 管理,并通过 GFA 连接到外部 Internet。而与移动主机逻辑上直接相连的是接入路由器 (Access Router, AR)。在 MAP 和 AR 之间可能有一级至多级 RFA (Regional Foreign Agent, 区域外地代理)。分级移动 IPv6 的网络结构如图 1 所示。

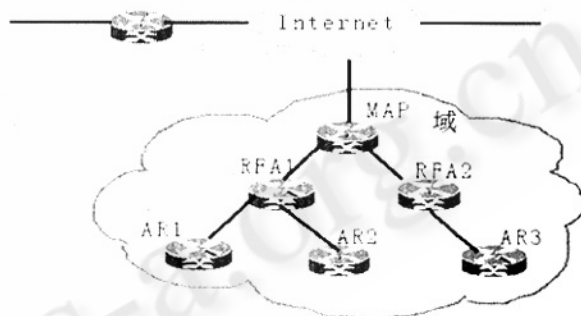


图 1 分级移动 IPv6 的网络结构

采用这种分级结构,当移动主机在同一域内移动时,只需要更新相关的 AR 或 RFA 的位置信息,通过 MAP 向归属代理和通信节点隐藏了移动节点的移动。分级结构的优点是将移动节点的移动最大限度地本地化,大大减少移动节点移动时向移动代理和通信节点的注册和绑定更新次数,减少切换时延和网络链路上的信令开销。

当移动节点首次进入一个域时,它首先进行域注册,并将注册信息告知它的归属代理和通信节点。移动节点通过注册在该域中取得一个域转交地址。移动节点在一个 MAP 所管理的域内移动时,它有两个转交地址,一个是基于 MAP 地址前缀的域转交地址 (Re-

gional CoA, RCoA), 一个是基于当前接入路由器的链路转交地址 (on-Link CoA, LCoA)。移动节点在同一域中不同的接入路由器 (AR) 中有不同的 LCoA, 但是只要它在该域内, 它的域转交地址不变。这样, 当移动节点在同一域中接入路由器间移动时, 移动节点只需发送一条本地注册消息给移动锚点来更新它在域中的地址 (LCoA)。而对于归属代理和通信节点来说, 移动节点仍然通过域转交地址来通信。MAP 每次都为移动节点截获来自通信节点的分组, 并根据域转交地址从绑定信息中找到移动节点当前的链路转交地址, 然后转发给移动节点。只有当移动节点在不同的 MAP 域之间切换时, 才向归属代理和通信节点更新归属地址和域转交地址的绑定信息。因此, 移动节点在同一域中的所有移动都对归属代理和通信节点隐藏, 因为移动节点的域转交地址没有改变。

在分级移动 IPv6 中, 移动节点可以选择基本模式或扩展模式在域中移动。在基本模式中, 移动节点有两个转交地址: 即域转交地址和当前链路转交地址。在这种模式中, MAP 起着类似于归属代理的作用: MAP 接收发往移动节点的数据包, 并把数据包转发给域中的当前链路转交地址。这些操作对于移动节点的归属代理是完全透明的, 其归属代理没有发生任何变化。

采用扩展模式时, 每一个域由一个或多个移动锚点来管理, 此时域转交地址是 MAP 地址或地址组合其中之一。MAP 建立了一个绑定信息表, 绑定了移动节点的当前转交地址和移动节点的归属代理地址。当移动锚点收到发往移动节点的数据包时, 它首先查看数据包, 根据绑定信息表确定数据包的当前转交地址, 然后再将此数据包转发到移动节点。

4 快速切换机制优化移动节点的移动性管理

快速切换允许 AR 提供某种机制给移动节点, 以便使移动节点提前进行第 3 层 (网络层 L3) 切换。当移动节点要进行移动切换时, 将先进行第二层 (L2) 激发。L2 激发是一个建立在数据链路层上的信息, 在 L2 切换结束前开始进行 L3 切换。一个 L2 激发包含移动节点 L2 层链接和相关实体的链路层标识符 (如链路层地址) 信息。L2 层激发主要包括下列信息:

① 链接, 表示移动节点已建立和接入点的链接;

② 去链接, 表示移动节点失去了和接入点的链接;

③ L2 切换开始, 表明移动节点开始 L2 层切换到一个新的接入点。

当 AR 收到一个 L2 层激发时, AR 将相关实体标识符映射到一个 IP 地址。例如, 当它 54r321 它能够确定这个接入点属于那一个子网。因此, 相邻 AR 之间必须交换信息以便彼此发现自己。所交换的信息可以是一个网络前缀或是 AR 子网中操作的接入点列表。

4.1 预切换

快速切换使用 L2 层激发来达到移动节点移动管理的最优化。这种最优化通过两种方法实现: 预切换和基于隧道的切换。在预切换中, 移动节点或当前 AR 收到一个 L2 激发消息, 表明移动节点将要执行 L2 切换。L2 激发包含目标 AR 标识符 (如 IPv6 地址等) 的信息。当移动节点收到 L2 激发消息时, 它开始初始化切换程序并向它的 AR 请示快速切换。之后, 当前 AR 向新的子网送出合法的 IPv6 地址给移动节点和目标 AR。如果目标地址在子网中是唯一的, 那么目标 AR 将控制并送出合法结果给当前 AR。如果地址是合法的, 当前 AR 将把两个子网的相关信息发送给移动节点。当移动节点和新的接入点建立了联系时, 它立即使用这个新的转交地址作为接收和发送数据包的源地址, 并送出一个绑定信息给归属代理和通信节点。为了最小化数据包的损失, 旧的 AR 也转发所有数据包给移动节点新的 AR。

4.2 基于隧道的切换

在基于隧道的切换中, 当移动节点移动到一个新的 AR 时, 移动节点延迟建立新的转交地址。因此, 它仅仅执行一个 L2 层切换, 而在新的子网中继续使用原来的转交地址。这样, 移动节点不需要处理任何数据。因为当发生 L2 激发时, 两个相关的 AR 不需要和移动节点作用就建立了一个双向的隧道。发往移动节点的数据包到达旧的子网时, 数据包被旧的 AR 截获并转发到新的 AR。而移动节点发出的数据包则采取相反的路径, 从新的 AR 到旧的 AR。切换结束后, 移动节点才产生并注册一个新的转交地址, 按默认的方式进行通信。当移动节点移动得过快时, 隧道将被扩展 (切换) 到第三个 AR。

(下转第 87 页)

5 结论

移动 IPv6 是 IETF 最早提出的支持 IPv6 移动性的协议,它实现了移动节点从一个无线链路移动到另一个无线链路时的无缝链接。但是,在移动 IPv6 中,移动节点直到切换结束才能在新的地点收到发往它的 IP 包。移动 IPv6 的切换时间较长,包括新子网前缀的发现时间,新转交地址的建立时间,以及在通信节点和归属代理中的注册时间等。太长的切换时间,将会对有些业务如实时多媒体应用产生影响,从而降低移动 IPv6 的使用。采用分级移动 IPv6 和快速切换机制则大大提高了 IPv6 的移动切换性能。其中分级移动切换机制是在一个管理域内优化移动节点的切换,而快速切换则通过使用链路层激发提供预切换来促使切换提前操作,达到切换管理的最优化。可以看到,在切换性能上,它

们都有了较大的提高。

参考文献

- 1 移动 IP, James D. Solomon USA, 裘晓峰等译, 机械工业出版社。
- 2 RFC 2460 S. Deering and R. Hinden Internet Protocol, Version 6 (Ipv6) Specification.
- 3 Fast Handovers for Mobile Ipv6, IETF draft G. Domemety et al.
- 4 M. Kodialam, T. V. Lakshman, "Dynamic Routing of Bandwidth Guaranteed Tunnels with Restoration", Inforcom 2000.
- 5 Kaiduan Xie, Vincent W. S. Wong, et al. "Micro - Mobility Technology in Wireless Access Networks", <http://www.ieee.org>. 2003.