

# 基于 Mobiwan 的 IPv6 移动性

王开辉 李丹美 乔 杰 (东华大学 信息学院 上海 201620)

**摘 要:** 移动 Ipv6 作为下一代互联网协议,具有十分重要的作用。介绍了移动 Ipv6 的协议流程,分析了 Ipv6 的切换时延,用 Mobiwan 模块构建了 NS2<sup>[1]</sup>下的仿真环境,对 Ipv6 的移动性进行了模拟,仿真结果表明移动 Ipv6 具有良好的移动性。

**关键词:** 移动 Ipv6; NS2 时延; Mobiwan

## Mobility of IPv6 Based on Mobiwan

WANG Kai-Hui, LI Dan-Mei, QIAO Jie

(Department of Information, University of Dong Hua, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Mipv6 will play an important role for the next generation Internet protocol. This article introduces the protocol process and analyzes the handoff delay. It constructs a simulation by using Mobiwan. The result shows that Ipv6 has good mobility.

**Keywords:** Mipv6; NS2 delay; Mobiwan

随着无线局域网(WLAN)标准的日臻完善以及无线接入技术的不断发展,越来越多的便携式移动终端,如笔记本电脑都开始使用无线接入技术。在 IP 网络中实现对移动性的支持变得越来越重要。IETF 开发了移动 Ipv6(Mipv6)<sup>[2]</sup>,它与 Ipv4 相比有更大的地址空间,对报头的扩展及可选项有更好的支持。Ipv6 还定义了许多新功能,将其统称为临节点搜索。MIPv6 可实现端到端的通信,不同于 Ipv4 下的客户机/服务器模式。这种对等通信更适合与移动节点,不再需要 Ipv4 的 NAT 技术,这样部署将更加简单直接。对某些实时业务来说,移动 Ipv6 提供了满意的支持

## 1 移动 Ipv6 协议流程

固定的 Internet 向移动的 Internet 演变需要移动 Ipv6 的支持。其协议流程如下:

当移动节点(MN)离开归属网络时,向家乡代理(HA)发送绑定更新,HA 收到后,把 MN 的绑定信息

保存在本地绑定缓存中。然后 HA 回送一个包含绑定确认目的地址选项的 IP 包给 MN,如图 1 所示。

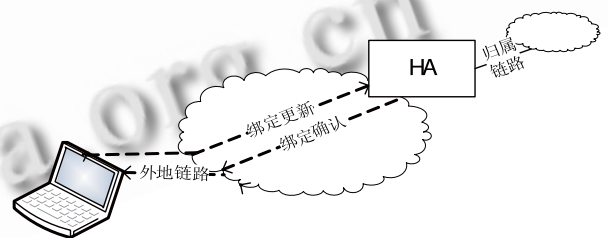


图 1 HA 的移动绑定

同时, MN 也可以向通信节点 CN 发送绑定信息,如图 2 所示。这样可以允许 CN 直接将数据包发向 MN,而不需要经过 HA 的中转, CN 绑定缓存中的 MN 绑定表项生存时间即将到期时, CN 向 MN 发送绑定请求,收到绑定请求的 MN 返回一个绑定更新消息。这通常发生在 CN 与 MN 的通信过程中,为了继续通信,

CN 必须定期刷新其绑定缓存中的绑定表项。

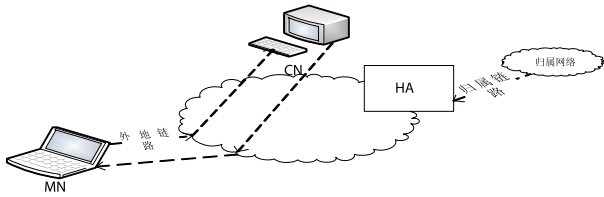


图 2 CN 的移动绑定更新

而当 MN 从外地网络回到归属网络时，需要通过向 HA 发送绑定更新消息，取消其注册信息，不再需要进行移动相关的处理。

## 2 移动IPv6切换时延分析

在分层的移动 IP 中，由于 MN 位置移动而进入新的子网，不但要进行链路层的切换，而且要完成网络层的切换，包括三个部分：移动检测，转交地址配置，和绑定更新。切换时延组成部分如图 3。

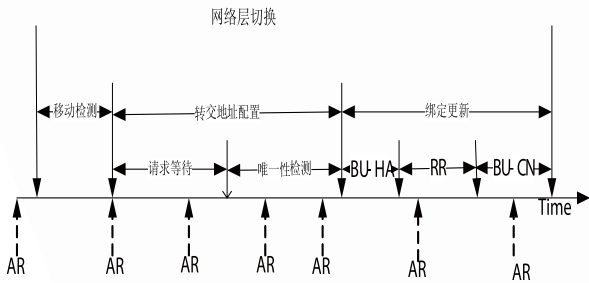


图 3 网络层切换时延组成

在切换时延组成中，链路层切换，移动检测和转交地址的配置与协议自身的机制相关，只有绑定更新时延与管理域半径有直接关系，绑定更新的时延由报文传输时延和移动支持节点对绑定更新处理时延组成，因此需要对移动 IPv6 的切换全过程进行分析。

网络层切换时延： $T = t_{MD} + t_{CoA} + t_{BU}$

其中，移动检测时间  $t_{MD}$  由两部分组成：链路层切换时间  $t_{link}$  和等待新接入路由器(AR)公告报文的时间  $t_{wait}$ ，即  $t_{MD} = t_{link} + t_{wait}$ 。假设  $t_{adv}$  公告报文的广播周期，以链路层切换完成时刻为零时刻， $t_{wait}$  在  $[0, t_{adv}]$  时间内，服从均匀分布，则  $t_{wait}$  期望值为：

$$E(t_{MD}) = \int_{-\infty}^{+\infty} t_{MD} f(t_{wait}) dt_{wait} = t_{link} + \frac{1}{2} t_{adv} \quad (1)$$

从(1)式看到平均移动检测时间由链路层切换时间  $t_{link}$  和 AR 公告报文的周期  $t_{adv}$  决定， $t_{link}$  可以看成常数，所以  $t_{adv}$  越小，平均移动检测时间就越小。在一次 MIPv6 切换期间，由于切换时延的存在而丢失的数据包为：

$$C_{loss} = (v_{down-link} / P_{length}) * T \quad (2)$$

其中  $P_{length}$  为 IP 数据包的平均长度； $v_{down-link}$  为通信节点 CN 下行数据包的发送速率。在一次会话期间切换的次数： $N_{handoff} = T_{session} / T_{resid}$ 。其中  $T_{session}$  为会话平均时间； $T_{resid}$  为 MN 在基站驻留平均时间。在一次会话期间，由于多次切换，导致丢失的分组数为，

$$(C_{loss})_{session} = N_{handoff} * C_{loss} = N_{handoff} * ((v_{down-link} / P_{length}) * T) \quad (3)$$

在一次会话期间，通信节点连续向 MN 发送的分组总数为，

$$C_{session} = (v_{down-link} / P_{length}) * T_{session} \quad (4)$$

由(2),(3)及(4)式可推出在一次会话期间 MN 的丢包率，

$$(R_{loss})_{session} = (C_{loss})_{session} / C_{session} = \frac{(t_{const} + \frac{1}{2} t_{adv})}{T_{resid}} = f_1(x) \quad (5)$$

此时  $t_{adv} = x$ ，由于发送路由广播而造成广播消息占用的无线链路的占有率  $(R_{use})_{link} = (L_{adv} / B_w) / t_{adv} = f_2(x)$ 。 $L_{adv}$  为广播消息的长度， $B_w$  为无线链路的宽度。由(5)式表明，MN 在会话期间的丢包率与通信节点发送数据包的速率无关，只与路由器广播消息周期  $t_{adv}$  和 MN 在小区的平均驻留时间  $T_{resid}$  有关。 $t_{adv}$  越大，丢包率越大，相反广播周期越长，向子网发送的广播分组越少，无线链路负荷越低，利用率越高。

## 3 仿真模块解析

### 3.1 Mobiwan 模块简介

Mobiwan<sup>[3]</sup>是由 MOTOROLA 和 INRIA PLAN - ETE 团队在 NS-2.1b6 上开发的移动 IPv6 协议模拟模块。Mobiwan 开发的目的是要在广域的 IPv6 网络中对节点的移动性进行研究。研究的对象包括本地移动性和全局的移动性。Mobiwan 不仅开发了移动 IPv6 协议的基本框架，也提供了对较大网络拓扑结构处理工具。修改了 NS-2 地址体系，引入了层次化的地址结构。

### 3.2 Mobiwan 增加的代理

在 NS-2 中,网络层及其上层的协议是通过代理来实现的。Mobiwan 为了实现移动 IPv6 的功能,添加了如下的代理:Network 用于分组转发,实现分组的下一跳地址,并通过端口分类器将路由请求或者路由通告的广播分组传给对应的 Mipv6Agent。从图 4 中可看到 Mipv6Agent 又派生出以下类 MNAgent, CNAgent, BSAgent。增加 Mipv6Agent 及其派生类主要目的是发送和处理移动 IPv6 消息。以达到实现 RFC3775 的功能。以下 CN 发送数据分组与 MN 接收数据分组数据的处理过程就是基于 Mobiwan 新增代理来实现的。

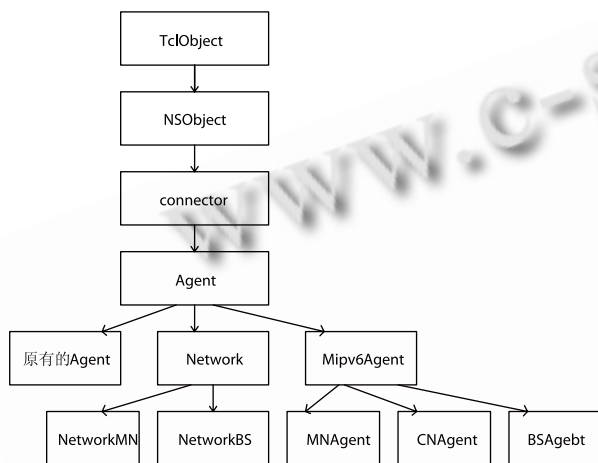


图 4 Mobiwan 所添加的 Agent 及其继承关系

## 4 移动 IPv6 的移动性模拟

在 2 小节中推出 MN 在会话期间丢包率与 MN 在基站驻留时间有关,在仿真实验平台构建的过程中,可设 MN 在小区内基站覆盖范围内驻留时间是可变的,比如设置 MN 在某小区内基站内驻留时间是 1 秒。在移动节点整个移动的过程保持与通信对端的连接通信。

### 4.1 实验平台构建

为了测试移动 IPv6 的移动特性,我们是用 NS-2 建立了一个虚拟实验环境[4](RedHat9.0 + ns-2.27 + mobiwan) 其中 mobiwan 是移动 IPv6 特性的扩展包。模拟环境中包括一个移动通信节点,即通信对端节点,如图 5 所示的 0 号,标记为 CN。虚拟网络地址为 0.0.0; 一个路由器节点,对应图 5 中的标号 1,标记为 Router,虚拟网络地址为 1.0.0; 另外还有四个基站在图 5 中分别分布在路由器的两侧。他们对应的虚拟网络地址分别是 1.1.0, 1.2.0, 1.3.0, 1.4.0。

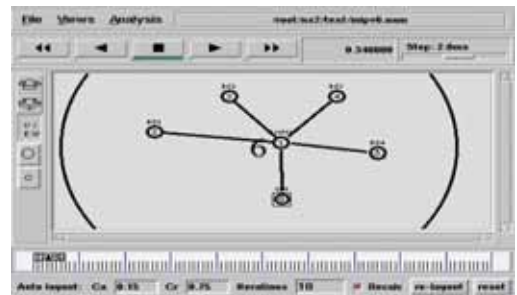


图 5 Mobiwan 模拟场景图

### 4.2 移动节点移动过程描述

移动通信节点(MN)开始位于节点 2 位置的基站(图 5 中的网络虚拟地址是 1.1.0)覆盖范围内,将该基站的网络做为自己的家乡网络,在此网络内与对端通信节点(对应图中的节点 0, 虚拟地址是 0.0.0)进行通信。移动节点由基站 2 向 5 移动,到达最后一个基站后再从最后一个基站返回到家乡基站,并停留在家乡网络内。整个模拟过程持续 10 秒钟,设 MN 在基站 2, 3, 4, 5 范围内停留的时间不同,比如分别设为 3, 3, 1, 3。

图 6 就是按照上图介绍所搭建的网络拓扑环境,由图 6 可以看到本环境分为两个域,由程序中的代码: AddrParams set domain\_num\_2 来决定,六个簇(第一域内含有一个簇,第二个域内含五个簇,每个簇内的节点数为 1 1 2 1 1 1)。有程序的 AddrParams set nodes\_num\_ {1 1 2 1 1 1}代码来决定。基于 NS 的环境报告如下:

```

warning: Please use -channel as shown in tcl/ex/wireless-mif.tcl
INITIALIZE THE LIST xlistHead
>----- NS Addressing -----<
Domains (domain_num) : 2
Clusters (cluster_num) : 1 5
Nodes (nodes_num) : 1 1 2 1 1 1
>-----<
using backward compatible Agent/CBR; use Application/Traffic/CBR instead
SORTING LISTS ...DONE!
  
```

图 6 NS2 下环境构建图

### 4.3 CN 发送包的统计

图 7 数据是据在移动 IPv6 环境下对 CN 发送节点的发送数据跟踪统计所得,根据实验过程中模拟生成的 mobiwan.tr 文件提取 CN 所发送的数据。在提取数据的过程中实用的是 Gawk 语言。执行 gawk '(\$1

```
== " + " &&$3 == " 0 " ){print $2,$11} '
mobiwan.tr>>CN_sent 通过上述 gawk 语句,就可
以把 CN 发送的所有的数据包信息打印在文件
CN_sent 中。我们使用 Gnuplot 可以绘制曲线。
```

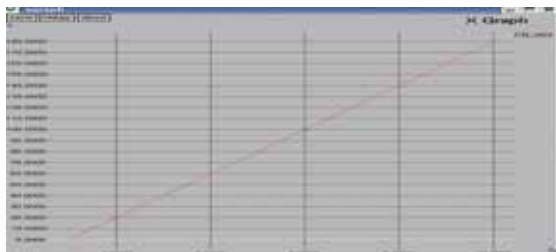


图 7 MN 发送包的统计



图 8 MN 收包的统计图

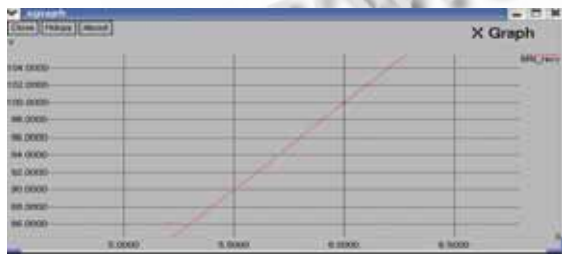


图 9 MN 收包局部放大图

从图 8 看到:横轴为模拟时间,纵轴为 UDP 包的序列号,发送包的序列号是连续的,从 0 到 180,模拟时间持续 10 秒钟。同样对于下图中是 MN 收包的统计,对于由通信对端发出的数据包,在经过一定时间后能够到达通信主机,由于移动主机移动过程中发生切换(采用的是 UDP 协议)。有少许包在切换的过程中丢失,属于正常现象。图 9 是图 8 部放大效果图。

在 MN 切换过程中,从 CN 发送数据分组到 MN 接收数据分组的模拟图中可以推出,CN 发送的数据分组经过通信链路的传输后,如果传输层采用的 TCP 协议,数据分组都到达了 MN,如果传输层采用的是 UDP 协议,则分组会少量的丢失,属于正常情况。分析表明通信不会因为 MN 进入不同的网络而发生中断,从图 9 中可以看出,在 0-10 秒内 MN 接收数据包的序号从 0 到 180,是不间断的,因此仿真过程说明移动 IPv6 具有良好的移动性。

#### 4 结语

本文通过研究移动 IPv6 的协议流程,对切换时延进行了理论分析,鉴于 MN 在会话期间丢包率和无线链路之间的矛盾,找出满足丢包率和无线链路占有率最低的公告报文广播周期,是下一步研究重点。通过基于 Mobiwan 的对移动 IPv6 移动性的模拟,达到了预期的目标。证明了移动 IPv6 具有良好应用前景。

#### 参考文献

- [2009-6-8] <http://www.isi.edu/nsnam/dist/>.
- 张玉军.可信的移动 IPv6 网络及协议.北京:科学出版社,2008. 3-5,38 - 43.
- [2009-7-20] <http://www.inrialpes.fr/planete/mobiwan>.
- 秦冀.移动 IP 技术与 NS-2 模拟.北京:机械工业出版社,2006. 291 - 198.