

## 基于DynamipsGUI的IPv6路由仿真实现与分析

李清平, 孔 欣, 宋国顺, 孟祥芳

(浙江育英职业技术学院, 浙江 杭州 310018)

**摘 要:** 基于DynamipsGUI仿真平台, 通过虚拟多路由器组成一个小型局域网络, 在路由器端口设置IPv6地址, 在网络中配置回环地址, 详细列出静态路由的配置命令并进行解析。通过测试各路由器之间以及路由器与回环地址之间的数据包收发情况, 验证了跨路由器实现IPv6通信的可行性, 为IPv6的应用提供了一种思路和方法。

**关键词:** IPv6协议; DynamipsGUI; 静态路由配置; 跨路由器; 仿真测试

**中图分类号:** TP393.1 **文献标识码:** A

## Simulation Implementation and Analysis on IPv6 Routing Based on DynamipsGUI

LI Qingping, KONG Xin, SONG Guoshun, MENG Xiangfang

(Zhejiang Yuying College of Vocational Technology, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** Based on the DynamipsGUI simulation platform, a small local network is created by means of virtual multiple routers, where IPv6 address is set on the router port and the loop back address is configured in the network. The paper presents and analyzes in detail the configuration command of the static routers. By testing the packet transmission between routers as well as between routers and the loop back address, the feasibility of implementing IPv6 communication across routers is verified, providing an idea and method for the application of IPv6.

**Keywords:** IPv6 protocol; DynamipsGUI; static routing configuration; multi-routers; simulation test

### 1 引言(Introduction)

现行互联网协议IPv4的地址空间为32位, 理论上支持40多亿台终端设备的互联, 但由于A、B、C等有类地址的划分方法, 以及许多其他的特殊规定和用途, 实际可利用的地址数量要少得多。随着互联网的迅速发展, IPv4带来的缺陷日益显露出来, 主要表现为两个方面: 地址空间的耗尽和路由表的急剧扩张<sup>[1-3]</sup>。这些问题已经成为互联网进一步发展的障碍, 由此导致了无类别域间路由CIDR和网络地址转换NAT的广泛应用, 但这两种技术只能延缓IPv4地址空间用尽的历程, 而不能从根本上解决IPv4地址资源不足的问题。

IPv6是为了解决IPv4存在问题而提出的, 其128位地址长度形成了一个巨大的地址空间, 同时它还在许多方面进行了改进: 增强的组播(Multicast)支持, 以及对流的支持(Flow-Control)使得网络上的多媒体应用有了长足发展的机会, 为服务质量(QoS)控制提供了良好的网络平台, 加入了对自动配置(Auto-Configuration)的支持, 使得网络尤其是局域网的管理更加方便和快捷。基于IPv6网络的应用正在逐步完善丰富, 物联网的发展也将进一步助推IPv6的部署, 一物一

址、万物互联必将是下一代互联网的常态<sup>[2]</sup>。

本文基于DynamipsGUI仿真软件设计了跨路由器的虚拟异构网, 开展了基于IPv6的虚拟实验研究。

### 2 IPv6地址结构简介(IPv6 address configuration guide)

IPv6的128位地址以16位为一个分组, 每个16位分组写成四个十六进制数, 中间用冒号分隔, 称为冒号分十六进制格式。

例如: 22FA:00E5:0000:4F3C:08AA:00FF:FC89:7D7A, 这是一个完整的IPv6地址。

IPv6的地址表示有以下几种特殊情形:

(1) 每个16位分组中的前导零位可以去除做简化表示, 但每个分组必须至少保留一位数字。如上例中的地址, 去除前导零位后可写成: 22FA:E5:0:4F3C:8AA:FF:FC89:7D7A。

(2) 某些地址中可能包含很长的零序列, 为进一步简化, 还可以将冒号十六进制格式中相邻的连续零位合并, 用双冒号“::”表示。“::”符号在一个地址中只能出现一次, 该

符号也能用来压缩地址中前部和尾部相邻的连续零位。

(3)在IPv4和IPv6混合环境中，有时更适合于采用另一种表示形式： $x:x:x:x:x:x.d.d.d$ ，其中x是地址中6个高阶16位分组的十六进制值，d是地址中4个低阶8位分组的十进制值(标准IPv4表示)。例如，地址 $0:0:0:0:0:0:29.5.33.2$ 和 $0:0:0:0:0:0:FFFF:156.248.67.68$ 写成压缩形式为 $::29.5.33.2$ 和 $::FFFF:156.248.67.68$ 。

3 DynamipsGUI模拟器简介(DynamipsGUI simulator guide)

Dynamips是Christophe Fillot开发的一款Cisco路由模拟器，能模拟Cisco Catalyst1700、2600、3600、3700，以及7200系列硬件平台，而且运行标准的IOS映像文件。与类似的模拟软件如Boson NetSim、Packet Tracer等相比，Dynamips能模拟出路由器的硬件环境，在这个环境中直接运行Cisco的IOS，也就是说Dynamips模拟的是真实路由器<sup>[4]</sup>。DynamipsGUI是基于Dynamips开发的生成.bat文件的图形化软件。

DynamipsGUI的操作包括路由器型号和数量的选择、IOS文件的添加、IDLE-PC值的设置、虚拟RAM的设置、路由器参数的详细设置、路由器之间的连接，以及生成.bat文件等。图1为Cisco Catalyst7200路由器参数的详细设置界面。



图1 路由器参数的设置界面

Fig.1 The setting interface of the router parameter

4 仿真实验设计与配置(Simulation experiment design and configuration)

本文利用DynamipsGUI仿真平台，采用静态路由的方法，对虚拟的局域网进行IPv6的模拟实验，路由器端口和回环的IPv6地址配置命令将详细列出，同时对测试结果进行深入剖析，至于常见的配置方法则不一一阐述，读者可查阅有关资料。

4.1 仿真实验拓扑图

本实验包含三台Cisco Catalyst 7200型路由器，彼此之间采用串行线连接，7200\_R1路由器连接的回环IPv6设置为 $1001:0:0:8::1/64$ 至 $1001:0:0:B::1/64$ ，7200\_R3路由器连

接的回环IPv6设置为 $5001:0:0:8::1/64$ ，拓扑图如图2所示。

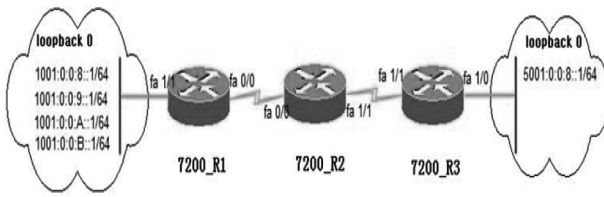


图2 仿真实验拓扑图

Fig.2 The topology of the simulation experiment

4.2 路由器端口IPv6地址分配

路由器端口IPv6地址的分配情况如表1所示。

表1 路由器端口IPv6地址分配表

Tab.1 The distribution list of IPv6 address of the router port

| 端口            | IP地址               | 端口            | IP地址               |
|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 7200_R1:fa1/1 | 2001:0:0:1::100/64 | 7200_R1:fa0/0 | 3001:0:0:1::1/64   |
| 7200_R2:fa0/0 | 3001:0:0:1::2/64   | 7200_R2:fa1/1 | 4001:0:0:1::1/64   |
| 7200_R3:fa1/1 | 4001:0:0:1::2/64   | 7200_R3:fa1/0 | 5001:0:0:1::100/64 |

4.3 配置命令及解析

7200\_R1、7200\_R2和7200\_R3三个路由器的配置命令分别如图3—图5所示，为避免产生歧义，所有的命令行都采取标准、完整的配置格式，其中的(1)—(10)是主要的配置命令。

```
Router>enable (1)
Router#configure terminal (2)
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#hostname 7200_R1 (3)
7200_R1(config)#ipv6 unicast-routing (4)
7200_R1(config)#interface fastethernet 1/1 (5)
7200_R1(config-if)#ipv6 address 2001:0:0:1::1/64 (6)
7200_R1(config-if)#no shutdown (7)
7200_R1(config-if)#
*Jun 17 21:41:53.351: NLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
7200_R1(config-if)#interface fastethernet 0/0 (8)
7200_R1(config-if)#ipv6 address 3001:0:0:1::1/64 (9)
7200_R1(config-if)#no shutdown (10)
7200_R1(config-if)#
*Jun 17 21:42:40.287: NLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Jun 17 21:42:41.287: NLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
7200_R1(config-if)#interface loopback 0
7200_R1(config-if)#ipv6 address 1001:0:0:8::1/64 (1)
7200_R1(config-if)#ipv6 address 1001:0:0:9::1/64 (2)
7200_R1(config-if)#ipv6 address 1001:0:0:10::1/64 (3)
7200_R1(config-if)#ipv6 address 1001:0:0:11::1/64 (4)
7200_R1(config-if)#exit (5)
7200_R1(config)#ipv6 route ::/0 3001:0:0:1::2 (6)
7200_R1(config)#exit
```

图3 7200\_R1路由器的配置

Fig.3 The configuration of 7200\_R1 router

```
Router(config)#hostname 7200_R2
7200_R2(config)#ipv6 unicast-routing
7200_R2(config)#interface fastethernet 0/0
7200_R2(config-if)#ipv6 address 3001:0:0:1::2/64
7200_R2(config-if)#no shutdown
7200_R2(config-if)#
*Jun 17 21:46:03.895: NLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Jun 17 21:46:04.895: NLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
7200_R2(config-if)#interface fastethernet 1/1
7200_R2(config-if)#ipv6 address 4001:0:0:1::1/64
7200_R2(config-if)#no shutdown
7200_R2(config-if)#
*Jun 17 21:46:56.851: NLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Jun 17 21:46:57.851: NLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
7200_R2(config-if)#exit
7200_R2(config)#ipv6 route 1001:0:0:8::/62 3001:0:0:1::1
7200_R2(config)#ipv6 route 2001:0:0:1::/64 3001:0:0:1::1
7200_R2(config)#ipv6 route 5001:0:0:8::/64 4001:0:0:1::2
7200_R2(config)#ipv6 route 5001:0:0:1::/64 4001:0:0:1::2
```

图4 7200\_R2路由器的配置

Fig.4 The configuration of 7200\_R2 router

```

Router(config)#hostname 7200_R3
7200_R3(config)#ipv6 unicast-routing
7200_R3(config)#interface fastethernet 1/1
7200_R3(config-if)#ipv6 address 4001:0:0:1::2/64
7200_R3(config-if)#no shutdown
7200_R3(config-if)#
*Jun 17 21:51:54.047: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Jun 17 21:51:55.047: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
7200_R3(config-if)#interface fastethernet 1/0
7200_R3(config-if)#ipv6 address 5001:0:0:1::100/64
7200_R3(config-if)#no shutdown
7200_R3(config-if)#
*Jun 17 21:52:38.675: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Jun 17 21:52:39.675: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
7200_R3(config-if)#interface loopback 0
7200_R3(config-if)#ipv6 address 5001:0:0:1::1/64
7200_R3(config-if)#exit
7200_R3(config)#ipv6 route ::/0 4001:0:0:1::1

```

图5 7200\_R3路由器的配置

Fig.5 The configuration of 7200\_R3 router

表2是对7200\_R1路由器主要配置命令的解析, 7200\_R2路由器和7200\_R3路由器的配置命令可参考7200\_R1。

表2 7200\_R1路由器的主要配置命令解析

Tab.2 Analysis on the main configuration commands of 7200\_R1 router

| 编号   | 配置命令   | 解析                                    |
|------|--|---------------------------------------|
| (1)  | Router >enable                                     | ! 从用户模式进入特权模式                         |
| (2)  | Router #configure terminal                         | ! 从特权模式进入全局配置模式                       |
| (3)  | Router (config)#hostname 7200_R1                   | ! 为7200_R1路由器重命名, 以防多个路由器之间产生混淆(可以不配) |
| (4)  | 7200_R1(config)#ipv6 unicast-routing               | ! 开启路由器的IPv6功能                        |
| (5)  | 7200_R1(config)#interface fastethernet 1/1         | ! 进入7200_R1的fa1/1端口                   |
| (6)  | 7200_R1(config-if)#ipv6 address 2001:0:0:1::100/64 | ! 配置fa1/1端口的IPv6地址, 64表示网络前缀长度        |
| (7)  | 7200_R1(config-if)#no shutdown                     | ! 开启端口                                |
| (8)  | 7200_R1(config-if)#interface loopback 0            | ! 7200_R1的环回接口                        |
| (9)  | 7200_R1(config-if)#exit                            | ! 退回到全局配置模式                           |
| (10) | 7200_R1(config)#ipv6 route ::/0 3001:0:0:1::2      | ! 配置静态路由, ::/0表示默认路由                  |

#### 4.4 结果测试

经过测试, 7200\_R1、7200\_R2和7200\_R3之间能相互ping通, 与环回地址loopback也能ping通。现以7200\_R1 ping环回地址为例进行说明, 测试结果如图6所示并解析如

下。

(1)~(3)表示ping 7200\_R1的环回地址;

(4)表示ping 7200\_R3的环回地址;

(5)表示能ping通。

```

7200_R1#ping 1001:0:0:8::1 (1)

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1001:0:0:8::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/2/4 ms
7200_R1#ping 1001:0:0:9::1 (2)

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1001:0:0:9::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms
7200_R1#ping 1001:0:0:10::1 (3)

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1001:0:0:11::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/4 ms
7200_R1#ping 5001:0:0:8::1 (4)

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 5001:0:0:8::1, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 32/96/244 ms (5)

```

图6 测试结果

Fig.6 The test results

## 5 结论(Conclusion)

本实验利用DynamipsGUI仿真软件, 达到在路由器上配置IPv6地址, 以及通过静态路由实现网络通信的目的。

(1)创建IPv6静态路由的命令是ipv6 route, 该命令后面跟随的参数是目标网络、前缀长度和下一跳路由器地址或去往目标网络的出站接口, 路由选择缺省情况下是关闭的, 必须使用命令ipv6 unicast-routing开启IPv6的路由选择, 在向路由表中添加IPv6路由选择之前, 出站接口必须有效, 并且接口上配置好IPv6地址。

(2)使用基于ICMP协议的ping程序检测IPv6的连通性。

(3)可以通过show run 查看配置信息, 通过show ipv6 route查看路由信息, 通过show ipv6 static查看静态路由信息。

## 参考文献(References)

- [1] 贺劲松, 彭智朝, 贺文, 等. IPv4、IPv6和IPv9比较研究[J]. 软件工程, 2016, 19(5): 18-20.
- [2] 王子文. 新一代互联网中IPv6地址变化特性的研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2017.
- [3] 张波, 刘菲. 基于Cisco Packet Tracer模拟器IPv6-over-IPv4隧道实验设计与实现[J]. 软件工程, 2016, 19(4): 56-58.
- [4] 王亚文, 荆心. 基于DynamipsGUI的网关冗余负载均衡实验设计[J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(25): 42-44.

## 作者简介:

李清平(1969-), 男, 本科, 副教授. 研究领域: 计算机网络技术。

孔欣(1967-), 女, 硕士, 高级实验师. 研究领域: 教师职业教育发展。

宋国顺(1980-), 男, 硕士, 讲师. 网络工程师. 研究领域: 计算机应用技术。

孟祥芳(1978-), 女, 硕士, 讲师. 研究领域: 高职教学管理。