

基于 IPv6 的路由协议的研究

唐拥政¹, 周大为²

(1. 盐城工学院 现代教育技术中心, 江苏 盐城 224051; 2. 南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210046)

摘要: IPv6 是下一代互联网的核心技术, 在现代交换网络中, 路由是非常重要的概念, RIPng、OSPFv3 和 EIGRPv6 是基于 IPv6 的 3 种主要的路由技术。首先对 IPv6 的路由协议作了概述, 然后分别详细研究了它们的设计及配置过程, 并对这 3 种路由协议的优缺点进行比较。

关键词: IPv6; 路由; 协议

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1671-5322(2011)01-0055-04

随着互联网的迅猛发展, Internet 上的各种应用呈现爆炸式的增长, 但这样的发展却隐含着危机, 现有的互联网主要基于 IPv4 协议运行, 随着新的网络应用不断涌现, IPv4 协议难以支撑互联网的进一步扩张。与 IPv4 相比, IPv6 显示出完美的性能, IPv6 大大地扩大了地址空间, 恢复了原来因地址受限而失去的端到端连接功能。特别是最近几年对 IPv6 标准的不断充实和完善, IPv6 协议及相关协议发展已相当成熟。本文着重探讨 IPv6 下流行的 3 种路由协议: RIP、EIGRP 和 OSPF。

IPv6 下的 RIP、EIGRP 和 OSPF 路由协议都是由 IPv4 下的相应协议发展而来, 它们有些是在原来的协议上做简单的扩展(如 EIGRP), 有些则是完全新的版本(如 RIPng、OSPFv3)。它们和 IPv4 下的版本在很大程度上相似, 但也存在着若干不同之处。为了支持 IPv6, 它们都要能够支持更长的地址和前缀, 同时发送和接收路由信息的信息也要修改以能够使用 IPv6 报头。下面我们分别介绍这几种 IPv6 路由协议^[1-2]。

1 RIPng 协议

1.1 RIP 路由协议

路由信息协议 RIP 是最早开发和应用的动态 IP 路由协议之一, RIP 发展到现在经历了 3 个版本: 最初的版本(RIP-1)出现于 20 世纪 70 年代; 20 世纪 90 年代对其进行了改进推出 RIP 第 2 版(RIP-2), 这两个版本都是基于 IPv4。也是在

20 世纪 90 年代, IPv6 标准已经成型, 为支持 IPv6, IETF 委员会定义了新的 RIP 版本, 并将其简称为下一代 RIP(RIPng)^[3-4]。

RIP 适用于小型同类网络, 是一种典型的距离向量协议, 在 RIP 路由协议下, 路由器每 30 s 定期向外发送广播包, 通告路由信息, 它包括所有路由, 这个过程保证了邻居的维持和可靠性。RIP 使用路由器个数作为度量值(Metric), 直连网络为 0 hops, 每经过一个路由器跳数加 1, 跳数 16 为不可达。

1.2 比较 RIPng 与 RIP

RIPng 并不是一个全新的协议, 只是对 RIP 进行修改以适应 IPv6 的需要, RIPng 与 RIP 的基本工作原理一样: RIPng 同样基于距离矢量协议, 通过 UDP 报文交换路由信息, 使用的 UDP 端口是 521(RIP 使用 520), RIPng 每 30 s 发送一次路由更新包, 如果 180 s 没收到邻居的更新信息, 则将其置为不可达; 如果再过 120 s 还未收到路由更新, 则将其从路由中删去。为了避免环路, RIPng 也使用了水平分割和毒性反转技术。

RIPng 和 RIP 主要的区别体现在地址和报文格式上。RIPng 报文格式如图 1 所示。

(1) RIP 基于 IPv4, 地址是 32 位的, 而 RIPng 基于 IPv6, 地址是 128 位;

(2) RIPng 中没有子网掩码的概念, 消息中包含的是前缀长度, 而不是子网掩码; IPv6 前缀 RTE 格式如图 2 所示。

收稿日期: 2010-10-19

作者简介: 唐拥政(1972-), 男, 江苏盐城人, 副教授, 硕士, 主要研究方向为计算机网络应用。

Command(1B)	Version(1B)	Must be zero(2B)
Route table entry 1(20B)		
Route table entry 2(20B)		
...		
Route table entry n(20B)		

图 1 RIPng 报文格式

Fig.1 Format of RIPng message

IPv6 prefix(16B)		
Route tag	Prefix length	Metric

图 2 IPv6 前缀 RTE 格式

Fig.2 RTE format of IPv6 prefix

(3) RIP 支持非 IP 的网络, RIPng 删掉了这个支持;

(4) RIPng 不限定报文的最大长度和 RTE 的数目, 报文长度由最大传输单元 MTE 决定, 为了防止路由表项 RTE 过长, 同时提高效率, RIPng 的下一跳作为单独的 RTE 存在。

IPv6 next hop address(16B)		
Must be zero	Must be zero	0xFF

图 3 下一跳 RTE 格式

Fig.3 RTE format of next hop

(5) RIPng 本身不支持身份验证, 而依赖于 Ipsec 进行身份验证。

1.3 RIPng 的配置

(1) 在全局模式下启用 IPv6 路由: IOS 默认启用 IPv4 路由, 而不是 IPv6 路由。

R1(config)# ipv6 unicast - routing

(2) 使用全局命令启用 RIPng: 单台路由器可以有多个 RIPng 进程, IOS 需要为每个进程指定一个名称以标示这些进程, 这里指定的名称在当前路由器中必须唯一

R1(config)# ipv6 router rip name

(3) 在接口上启用 IPv6, 可以用两种方法:

方法 1: 配置一个 IPv6 单播地址

R1(config-if)# ipv6 address 2010::1/64

方法 2: 直接启用 IPv6, 并自动计算链路本地地址

R1(config-if)# ipv6 enable

(4) 在接口上启用 RIPng, RIPng 不再使用以前的 RIP 命令 network, 而是在接口上启用 RIPng,

这里要注意必须与前面指定的名称一致

R1(config-if)# ipv6 rip name enable

2 OSPFv3 协议

2.1 OSPF 路由协议^[5]

OSPF 协议起初同样基于 IPv4, OSPFv1 在实验室环境下使用, 后来经过修改推出了 OSPFv2, 用于支持 IPv4 服务; 为了支持 IPv6, IETF 对 OSPFv2 标准进行修改, 推出 OSPFv3。

OSPF 即 Open Shortest Path First(开放最短路径优先), 与 RIP 协议不同, OSPF 是一种典型的链路状态协议, 在一个自治系统 AS 内, 所有 OSPF 路由器通过彼此交换链路状态通告(LSA)以维护完整的链路状态数据库, 并通过运行最短路径优先(SPF)算法计算前往每个可达子网的最佳路由。由于每个路由器都完全了解网络拓扑, 能够根据准确信息独立作出决策, OSPF 路由协议的特点是收敛快、带宽占用少。

2.2 比较 OSPFv3 与 OSPFv2

OSPFv3 与前面的版本在基本原理上没有区别, 但由于 IPv4 和 IPv6 协议的不同及地址空间大小的不同, 它们又存在着一些不同之处:

Version(1B)	Type(1B)	Packet length(2B)
Router ID(4B)		
Area ID(4B)		
Checksum(2B)	Instance ID(1B)	0

图 4 OSPFv3 报文格式

Fig.4 Format of OSPFv3 message

(1) 在 OSPFv3 中, 用链路取代了 OSPFv2 中的子网, OSPFv3 不要求邻接路由器位于同一个子网, 如果两个接口与同一条链路相连, 即使它们处于不同的子网, 也能够通过链路相连。

(2) OSPFv3 支持一条链路上运行多个 OSPF 实例(instance), 而 OSPFv2 只允许每条链路使用一个实例。

(3) OSPFv3 使用路由器 ID 来确认邻接路由器的身份, 这里的路由器 ID 仍然基于 IPv4 地址。

(4) OSPFv3 本身不支持身份验证, 而依赖于 Ipsec 进行身份验证。

(5) OSPFv3 将邻居的链路本地 IPv6 地址作为下一跳 IP 地址。

2.3 OSPFv3 的配置

(1) 在全局模式下启用 IPv6 路由。

```
R1 (config)# ipv6 unicast - routing
```

(2) 使用全局命令创建 OSPFv3 路由进程:

```
R1 (config)# ipv6 router ospf process - id
```

(3) 在接口上启用 IPv6, 可以用两种方法:

方法 1: 配置一个 IPv6 单播地址

```
R1 (config - if)# ipv6 address 2010::1/64
```

方法 2: 直接启用 IPv6, 并自动计算链路本地地址

```
R1 (config - if)# ipv6 enable
```

(4) 在接口上启用 OSPFv3

```
R1 (config - if)# ipv6 ospf process - id area area-number
```

3 EIGRPv6 协议

3.1 EIGRP 路由协议^[6]

EIGRP 也称增强型内部网关路由选择协议, 它是 Cisco 公司开发的私有协议, 它综合了距离矢量和链路状态两者的优点, 主要有以下特点:

(1) 路由器储存邻居路由表, 通过定时发送 Hello 包交换信息, 当路径变动时, 路由器能够很快地响应;

(2) 采用 DUAL 算法, 链路状态变化时, 只传送变动的部分而不是整个路由, 不需要周期性传送路由状态信息。能够得到快速的收敛。

(3) 支持多个网络层协议, EIGRP 整合了 AppleTalk、IP、Novell 和 NetWare 等多种网络层协议。

(4) 支持 MD5 认证, 运行 EIGRP 协议的的路由器之间可以配置 MD5 认证, 只通过符合认证的报文, 保证了路由器的安全。

(5) 支持可变长子网掩码和不连续的子网, 支持手动和自动路由汇总。

3.2 比较 EIGRPv6 和 EIGRP

Cisco 公司最初开发 EIGRP 的目的是支持 IPv4、IPX 和 AppleTalk 等多种网络的路由协议。

Version(1B)	Opcode(1B)	Checksum(2B)
Flags(4B)		
Sequence Number(4B)		
Ack Number(4B)		
Autonomous - System Number(4B)		

图 5 EIGRPv6 报头格式

Fig. 5 Format of EIGRPv6 message

根据报文的不同类型, 在报文头后可以有一个或多个 TLV (Type - Length - Value), 每个 TLV

的基本结构如图 6 所示。

TLV type(1B)	TLV length(1B)	TLV value(不定长)
--------------	----------------	----------------

图 6 EIGRP 的 TLV 格式

Fig. 6 Format of EIGRP TLV

基于 EIGRP 的架构, 很容易对其进行修改以支持 IPv6, 这里只需定义一个新的协议模块, 在其中增加 3 个 TLV 值: IPv6_Request_type、IPv6_Metric_type、IPv6_Exterior_type

虽然, 用于 EIGRPv6 许多细节与 EIGRP 相同, 但它们仍有不少重要差异。主要区别如下:

(1) EIGRPv6 通告 IPv6 前缀/长度, 而不是 IPv4 子网/掩码信息。

(2) EIGRPv6 将邻居的链路本地地址用做 HELLO 报文的源地址, 目的地址是组播地址 FF02::10。

(3) EIGRPv6 依赖 IPv6 内置的身份验证和保密功能进行身份验证。

(4) 由于没有分类网络的概念, EIGRPv6 默认关闭自动汇总。

(5) EIGRPv6 邻居不要求相同的前缀, 不支持水平分割。

3.3 EIGRPv6 的配置过程

EIGRPv6 的配置过程与 RIPng 相似, 但多了一些步骤, 如下所示:

(1) 在全局模式下启用 IPv6 路由

```
R1 (config)# ipv6 unicast - routing
```

(2) 在全局配置模式下启用 EIGRPv6

```
R1 (config)# ipv6 router eigrp 1 AS 号在 1 - 65535
```

(3) Router - ID 的选择方式和 EIGRPv4 相同, 但是如果路由器中没有任何 32 位 IP 地址, 进程无法指定 Router - ID, 这时会导致无法启动, 此时可以在 EIGRPv6 进程中手动设置 Router - ID。

```
R1 (config - rtr)# eigrp router - id 1.1.1.1
```

```
R1 (config - rtr)# no shutdown
```

(4) 在接口上开启 EIGRPv6 进程, 可以有两种方法。

方法 1: 配置一个 IPv6 单播地址

```
R1 (config - if)# ipv6 address 2010::1/64
```

方法 2: 直接启用 IPv6, 并自动计算链路本地地址

```
R1 (config - if)# ipv6 enable
```

(5) 在接口上启用 EIGRPv6, 要注意自治系统号必须与前面设定的一致。

```
R1(config-if)# ipv6 eigrp 1
```

```
R1(config-if)# no shutdown
```

4 3 种路由协议的比较

RIPng 的算法简单, 对 RIP 协议的改变仅仅是允许接收 128 位地址, 没有增加新特性。这样做的目的主要是为了保持 RIPng 的简单性, 使得 RIPng 网络的配置与维护比较简单。但在路径较多时收敛速度慢, 广播路由信息时占用的带宽资源较多, RIPng 限制了最大跳数为 15, 它适用于网络拓扑结构相对简单且数据链路故障率极低的小型网络中, 在大型网络中, 一般不使用 RIP。

OSPF 意为“开放最短路径优先”, “开放”是针对当时某些厂家的“私有”路由协议而言的, 正是因为它的开放性, OSPF 具有强大的生命力和广

泛的用途。OSPFv3 新增了一些 OSPFv2 不具备的功能, 具有了更好的通用性, 也为以后的协议升级提供了便利。

EIGRP 具有距离矢量和链路状态两者的优点, 采用了 DUAL 算法, 保证了没有环路, 对路由计算更为准确, 路由的收敛更快。但正由于它是 CISCO 公司的私有协议, 只能用在 CISCO 公司的路由设备上, 不能得到广泛的支持。

5 结束语

本文着重研究了基于 IPv6 的 3 种路由协议: RIPng、OSPFv3 和 EIGRPv6, 剖析了它们的设计原理, 比较其与 IPv4 下的相应版本的异同之处, 同时给出它们的配置步骤。当前正处于 IPv4 向 IPv6 过渡的关键时刻, 在 IPv6 时代到来之前, 我们还有许多具体的研究和实验工作要做, 以推动 IPv6 的发展。

参考文献:

- [1] 李彦华, 黄华, 王玉, 等. EIGRP 与 OSPF 两种动态路由协议的分析比较[J]. 计算机技术与发展, 2006(10): 77-79.
- [2] 李彦华, 黄华, 孙绪荣. 大规模网络中两种动态路由协议的分析比较[J]. 科学技术与工程, 2006(9): 61-63.
- [3] 李中年. EIGRP 路由协议分析研究[J]. 中国数据通信, 2005(6): 112-114.
- [4] 周杰. 构架基于 IPv6 的安全网络[J]. 现代电信科技, 2004(10): 44-46.
- [5] 何鹏. 基于 IPv6 的网络安全保障方法的研究与实现[J]. 计算机安全, 2007(3): 21-24.
- [6] 汪军, 崔元康. IPv6 的安全机制和实施[J]. 中国数据通信, 2003(5): 17-20.

The Research of Routing Protocol Based on IPv6

TANG Yong-zheng¹, ZHOU Da-wei²

(1. Modern Educational Technology Center, Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224051, China;
2. College of Telecommunications & Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications,
Jiangsu Nanjing 210046, China)

Abstract: IPv6 is the core protocol in the next-generation internet. Route is a very important concept in modern switched network. In this paper, we introduce the three key route technologies based on IPv6, which include RIPng, OSPFv3, and EIGRPv6. This paper first describes the IPv6 route protocol, and then studies in detail the design and config process of these technologies. Finally, we compare their advantages and disadvantages.

Keywords: IPv6; route; protocol

(责任编辑:沈建新;校对:张英健)