

华为3Com网络学院系列教材

华为 3Com

IPv6技术

华为3Com技术有限公司 编著

清华大学出版社





IPv6技术

华为3Com技术有限公司 编著

地址：北京清华大学
邮编：100084
客户服务热线：010-82778888

出版：清华大学出版社
http://www.tup.com.cn
社址：北京，邮编：100012

责任编辑：曹...
发行：清华大学出版社
开本：185×280
印张：24.75
字数：300千字
ISBN 7-302-09893-4
定价：30.00元

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书力图成为一本可以帮助读者进入广阔 IPv6 研究领域的技术教材。本书详细讨论了 IPv6 技术,包括 IPv6 协议报文结构、IPv6 地址结构、地址配置技术、单播数据通信、IPv4 向 IPv6 的过渡技术等。本书的最大特点是理论与实践紧密结合,使用大量的篇幅描述如何进行 IPv6 技术实验,希望读者能通过自己动手实践,更快更好地掌握 IPv6 技术。

本书是为所有已经具备 IPv4 网络基础知识并且对 IPv6 技术感兴趣的技术人员编写的。对于科学研究人员与工程技术人员,本书是了解和掌握 IPv6 知识的指南。对于大中专院校二年级以上的学生,本书是一本掌握前沿网络技术的好教材。本书也作为华为 3Com 网络学院的教材之一。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

IPv6 技术/华为 3Com 技术有限公司编著. —北京:清华大学出版社,2004. 10

(华为 3Com 网络学院系列教材)

ISBN 7-302-09669-4

I. 1… II. 华… III. 因特网—协议(计算机)—教材 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 101773 号

出 版 者:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:曾 妍

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:11 字数:247 千字

版 次:2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-09669-4/TP·6698

印 数:1~5000

定 价:20.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

华为 3Com IPv6 教育计划

背景介绍

“山雨欲来风满楼”，互联网历史上又一次重大的变革——IPv4 网络向 IPv6 网络的演变已然拉开了大幕。高等院校在积极准备更新网络技术课程，大学生们也在积极学习下一代网络技术，以迎接新技术变革的浪潮。

作为数据通信领域的领先企业，华为技术有限公司（简称华为）在 IPv6 战略布局之下，从 1996 年就开始对这一前沿技术进行跟踪预研。华为、华为 3Com 技术有限公司（简称华为 3Com）在该技术领域成绩斐然，并已经成功申请了 IPv6 相关专利 10 多件。基于多年的积累，华为、华为 3Com 在 IPv6 领域厚积薄发，一举站到了国内厂家的制高点。目前，华为、华为 3Com 的平台及设备对 IPv6 有着良好的支持。

依托华为 3Com 强大的技术实力和产品平台，2004 年 6 月推出华为 3Com 网络学院 IPv6 教育计划，成为国内第一家在高校推出 IPv6 培训课程的厂商。该计划将引领中国高校网络技术教育步入 IPv6 技术前沿，摆脱在 IPv4 时代长期以来在技术上跟随国外厂商的被动局面，推动国内高校的教学科研人员在 IPv6 技术上的研究与开发，促进国内 IPv6 整体技术实力的提升。

IPv6 教育计划简介

华为 3Com 网络学院 IPv6 教育计划是在 2003 年推出的华为 3Com 网络学院课程体系基础上，对原来基于 IPv4 的培训课程的完善和补充，主要面向高校在校学生开展 IPv6 技术培训。凭借华为 3Com 公司在 IPv6 技术及应用方面多年的经验和积累，专门开发了适用于高校学生学习的 IPv6 培训课程。该课程全部由华为 3Com 技术专家在实验环境中开发，课程的编写充分考虑到实现 IPv4 向 IPv6 的平滑过渡，既有详尽的 IPv6 的技术内容，也生动描述了 IPv4 网络向 IPv6 网络的演进过程和技术方案。

我们相信，华为 3Com 网络学院一定能够发挥其网络技术上的优势，推进中国的高校网络技术教育向前发展，推动中国下一代互联网向前发展。

华为 3Com 网络学院 IPv6 课程介绍

课程简介：本书作为华为 3Com 网络学院的教材之一。本书详细讨论了 IPv6 技术，包括 IPv6 协议报文结构、IPv6 地址结构、地址配置技术、单播数据通信、IPv4 向 IPv6 过

渡技术等。本书的最大特点是理论与实践的紧密结合,使用大量的篇幅描述如何进行 IPv6 技术实验,希望读者能通过自己动手实践,更快更好地掌握 IPv6 技术。

课程时长:17 学时,其中上机实验 8 学时。

预备知识:

- 具备数据通信网络基础知识;
- 对 IPv4 协议有一定了解。

课程目标:

- 对 IPv6 协议的基础知识有一个初步的了解;
- 掌握 IPv6 地址的结构及地址配置技术;
- 掌握 IPv6 网络中各种路由协议技术;
- 掌握部署 IPv6 网络的方法。

适合人员:高校二年级以上的学生或对 IPv6 感兴趣的人员,建议完成网络学院一、二学期课程后学习效果更佳。

培训方式:课堂讲授、上机操作与多媒体教学。

课程内容:

第 1 章 IPv6 基础

- IPv6 介绍
- IPv6 协议基础
- ICMPv6
- 总结 IPv6 和 IPv4 的本质区别

第 2 章 IPv6 地址技术

- IPv6 地址结构
- IPv6 地址配置技术
- IPv6 的域名解析(IPv6 DNS)

第 3 章 IPv6 单播数据转发

- 地址解析
- 重定向
- 路由协议

第 4 章 IPv6 基础实验

- 建立 PC 和路由器的连接
- 配置 RT1 和 RT2 之间的静态路由
- 利用 RIPng 建立 RT3 和 RT1、RT3 和 RT2 之间的 IPv6 可达性

第 5 章 IPv6 基本协议分析实验

- Router & Prefix Discovery
- 地址解析
- Neighbor Unreachability Discovery

第 6 章 IPv6 部署

- IPv6 的现实应用
- IPv6 过渡技术

第 7 章 IPv6 部署实验

- 隧道技术
- NAT-PT

前 言

在过去的十多年中,基于 IP Version 4(目前正在使用的网络协议,简称 IPv4)的 Internet 发展非常迅猛,已经深入到人们生活的每一个角落。实践证明 IPv4 是一个非常成功的协议,它本身也经受住了 Internet 从数目很少的计算机发展到目前上亿台计算机互联的考验。但该协议是几十年前基于当时的网络规模而设计的。在今天看来,IPv4 的设计者们对于 Internet 的估计和预想显得很不充分。随着 Internet 的扩张和新应用的不断推出,IPv4 越来越显示出它的局限性,如地址空间紧缺、网络地址转换技术破坏端到端的应用、安全性问题、QoS(服务质量)问题、配置不够简便等。以上种种现象使人们认识到:需要一个新的协议来替代目前的 IPv4,并且这个协议不仅仅是加大了地址空间而已,它还能够全面改善 IPv4 网络的上述缺点,提升 IPv4 网络的性能。1993 年,IETF 成立了 IPng 工作组,正式开始研究 IP Version 6(下一代网络协议,简称 IPv6)技术。到 1999 年,完成了 IETF 要求的协议审定和测试,IPv6 协议的基本框架确定了下来。直到写作本书为止,全世界对 IPv6 的研究与应用还在紧锣密鼓的进行当中。

本书的目标

本书力图成为一本可以帮助读者进入广阔 IPv6 研究领域的技术教材。具体来说,我们期望读者在学习完本书以后能够深入理解如下 IPv6 技术:

- IPv6 协议及其 ICMPv6 协议工作机制
- IPv6 地址无状态配置技术
- IPv6 单播报文转发技术
- 从 IPv4 到 IPv6 的主流过渡技术

尽管这些技术不是 IPv6 技术的全部,但是对于掌握了 IPv4 技术的读者而言,深入理解以上技术内容就能进入 IPv6 领域。我们自身的经历表明,没有一本书能够告诉读者一个技术的全部内涵,但我们力求给读者介绍 IPv6 技术中最基本、最重要、最深刻的部分,帮助读者建立学习与研究 IPv6 的初步途径。

如何学习本书

为了实现这个目的,学习本书的方法特别重要。网络技术本身实践性很强,所以读完全书并不意味着就掌握了 IPv6 技术。我们建议读者一定要完成书中所列出的实验,

并且如果条件允许的话,将各章节中的实验内容加以验证。在此基础上,根据研究兴趣选择深入学习一个 IPv6 技术专题,做您想做的或是希望做的。

限于我们的能力和技术水平,本书难免存在很多问题,欢迎读者提出任何意见和建议。我们的 E-mail: certification@huawei-3com.com。

编著者

2004 年 10 月

目 录

第 1 章 IPv6 基础	1
1.1 内容简介	1
1.2 IPv6 介绍	1
1.2.1 IPv4 的局限性	1
1.2.2 IPv6 的发展历程	3
1.2.3 IPv6 新特性	4
1.3 IPv6 协议基础	5
1.3.1 IPv6 基本术语	6
1.3.2 IPv6 报文结构	7
1.3.3 IPv6 基本报头	8
1.3.4 IPv6 扩展报头	12
1.3.5 与上层协议相关的几个问题	18
1.4 ICMPv6	20
1.4.1 ICMPv6 基本概念	20
1.4.2 ICMPv6 差错报文	21
1.4.3 ICMPv6 信息报文	23
1.4.4 几个应用	23
1.5 总结	26
第 2 章 IPv6 地址技术	28
2.1 内容简介	28
2.2 IPv6 地址概述	28
2.2.1 IPv6 地址表示	28
2.2.2 IPv6 前缀	29
2.3 IPv6 地址分类介绍	30
2.3.1 单播地址	30
2.3.2 组播地址	33
2.3.3 任播地址	34
2.4 IPv6 地址配置技术	34

2.4.1	IPv6 手工地址配置	34
2.4.2	重复地址检测	36
2.4.3	无状态地址自动配置	39
2.5	IPv6 DNS 功能扩展	44
2.6	总结	45
第 3 章	IPv6 单播数据转发	46
3.1	内容简介	46
3.2	IPv6 单播数据转发概述	46
3.3	源和目的在同一链路的数据转发	49
3.3.1	On-link determination	49
3.3.2	地址解析	51
3.3.3	Neighbor Unreachability Detection	56
3.4	源和目的在不同链路上的数据转发	60
3.4.1	主机—路由器	61
3.4.2	路由器—路由器	66
3.4.3	RIPng	67
3.4.4	其他路由协议	71
3.5	总结	77
第 4 章	IPv6 基础实验	78
4.1	IPv6 基础	78
4.2	总结	86
第 5 章	IPv6 基本协议分析实验	87
5.1	Router & Prefix Discovery	87
5.2	IPv6 Address Resolution	92
5.3	总结	99
第 6 章	IPv6 部署	100
6.1	内容简介	100
6.2	IPv6 新应用	100
6.2.1	IPv6 新特性	100
6.2.2	IPv6 新应用	101
6.3	IPv6 的部署进程	102
6.4	IPv6 过渡技术	103
6.5	IPv6 网络之间互通	105
6.5.1	GRE 隧道	105

6.5.2	手动隧道	108
6.5.3	IPv4 兼容 IPv6 自动隧道	108
6.5.4	6to4 隧道	110
6.5.5	ISATAP 隧道	113
6.5.6	6PE	116
6.5.7	6over4	117
6.5.8	Teredo	117
6.5.9	隧道代理	117
6.6	IPv6 与 IPv4 网络之间互通	118
6.6.1	双栈技术	118
6.6.2	SIIT	119
6.6.3	NAT-PT	120
6.6.4	DSTM	125
6.6.5	SOCKs64	126
6.6.6	传输层中继	127
6.6.7	BIS	128
6.6.8	BIA	129
6.6.9	IPv6 过渡技术总结	130
6.7	IPv6 的部署方案	131
6.7.1	小型办公或家用网络部署	132
6.7.2	组织及企业型的网络部署	132
6.7.3	ISP 网络部署	133
6.8	总结	134
第 7 章	IPv6 部署实验	135
7.1	GRE 隧道与手动隧道技术	135
7.2	自动隧道技术	139
7.3	6to4 隧道	140
7.4	ISATAP 隧道	144
7.5	NAT-PT	148
7.6	总结	161
结束语	162

第 1 章 IPv6 基础

1.1 内容简介

在过去的十多年中,基于 IPv4 的 Internet 发展非常迅猛,已经深入到人们生活的每一个角落。但 IPv4 协议是几十年前为几百台计算机组成的网络而设计的,目前运行在计算机数目庞大的 Internet 网络中已经面临各种各样的问题。本章分析了 IPv4 协议的局限性和 IPv4 向 IPv6 演进的必然性,介绍了 IPv6 产生的缘由和发展的历史,讲述了 IPv6 基本特性、IPv6 和 IPv4 之间的主要区别,以及 ICMPv6 协议的功能。对于初学者,本章将为学习后续章节的知识打下良好的基础;对于已经学习过相关知识的读者,通过阅读本章,将能够对 IPv6 的基础知识进行系统、快速的回顾。

通过本章的学习,应该掌握以下内容:

- IPv4 向 IPv6 演进的必然性;
- IPv6 基本概念、基本特性;
- IPv4 和 IPv6 之间的主要区别;
- ICMP 协议功能。

1.2 IPv6 介绍

在学习一门新技术前,每个人都会问这样的问题:我们为什么要学习它?这个新技术能带给我们什么好处?特别是感觉到基于 IPv4 的 Internet 目前工作得很好,每天都能正常地收发 E-mail,访问新闻网页,和朋友们在 QQ 上聊天,有什么理由要升级习以为常的 Internet 呢?有什么理由要研究 IPv6 技术呢?在这一节里,能够找到问题的答案。

本节从分析 IPv4 的局限性入手,介绍了 IPv4 向 IPv6 演进的必然性、IPv6 的发展过程,以及和 IPv6 相关的基本概念。

1.2.1 IPv4 的局限性

实践证明,IPv4 是一个非常成功的协议,它本身也经受住了 Internet 上从数量很少的计算机发展到目前上亿台计算机互联的考验。但该协议是几十年前基于当时的网络规模而设计的,在今天看来,IPv4 的设计者们对于 Internet 的估计和预想显得很不充分。随着 Internet 的扩张和新应用的不断推出,IPv4 越来越显示出它的局限性。

Internet 规模的快速扩大是当时完全没有预料到的,特别是近十年来,更是爆炸式增长。Internet 已经走进千家万户,人们的日常生活已经离不开它。但也正是因为这种快速发展,导致了迫在眉睫的 IP 地址空间耗尽的问题。

图 1-1 显示了 2002 年 9 月 IANA(Internet Assigned Numbers Authority, Internet 分配号码权威机构)的 IP 地址空间的分配情况。共占总 IPv4 地址空间 12% 的 D 类和 E 类地址不能作为全球惟一单播地址,有 2% 的地址空间是不能使用的特殊地址。图中最大的一块地址空间已经分配给组织机构和区域 Internet 注册机构,目前还有 28% 的剩余地址空间没有被分配。

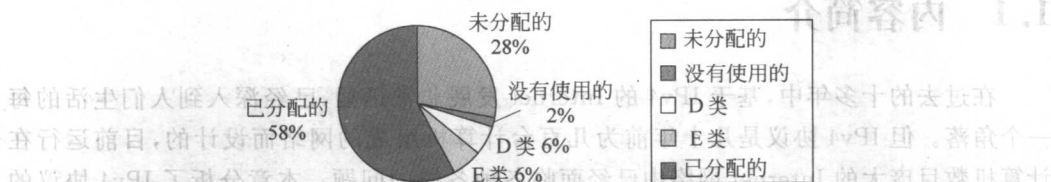


图 1-1 2002 年 9 月已分配的 IPv4 地址空间的百分比

IPv4 地址空间的紧缺直接限制了 IP 技术应用的进一步发展,到 1996 年已将 80% 的 A 类网络地址、50% 的 B 类地址、10% 的 C 类地址全部分配了。有专家估计,到 2010 年 IPv4 地址将全部用完。

地址分配不均更进一步突出了地址紧缺的矛盾。在美国这个 Internet 早期被采用的地方,特别是 20 世纪 80 年代,几乎所有的大学和大公司都能得到一个完整的 A 类或 B 类地址,尽管他们只有少量计算机。甚至直到目前,有些机构还有未被使用的 IPv4 地址。与此形成对照的是,在欧洲地区和亚太地区,很多组织和机构申请 IP 地址非常困难,甚至不能获得 IP 地址。整个中国的 IP 地址空间甚至都没有美国一些大学多。

由于地址的紧缺,在目前 IPv4 网络中,NAT(网络地址转换)技术得到了普遍的应用,被认为是解决 IP 地址短缺问题的有效手段,甚至被一部分人视为地址空间短缺的永久解决方案。然而 NAT 自身固有的缺点,注定了它仅仅是延长 IPv4 使用寿命的权宜之计,并不是 IPv4 地址短缺问题的彻底解决方案。具体有以下几点原因:

- NAT 破坏了 IP 的端到端模型。IP 最初被设计为只有端点(主机和服务)才能处理连接。NAT 的应用对对等通信有着极大的影响。在对等通信模型中,对等的双方既可作为客户端,又可作为服务器来使用,它们通过直接将数据包发送给对方才能通信。如果有一方处于 NAT 后方,就需要额外的处理来解决这种问题。
- 提出了保持连接状态的需求。NAT 技术要求 NAT 设备保持连接的状态,NAT 必须记住转换的地址和端口。地址和端口的转换都需要额外的处理,影响网络的性能。而且,对于出于安全需要而记录其最终用户行为的组织来说,还面临记录 NAT 状态表的问题。
- 阻止了端到端的网络安全。为了通过一些加密方法来保护 IP 报头的完整性,报头不能在源和目的之间被改变。源点保护报头的完整性,最终目的地检查数据包

的完整性,任何在路途中对报头部分的转换都会破坏完整性检查。

新技术的应用导致 IP 地址的短缺矛盾更加激化。随着科技的发展,今后可能 PDA、无线设备、3G 移动电话,甚至汽车、冰箱都需要一个全球单播地址,以连接到 Internet 中。

除了地址短缺外,安全性、QoS(服务质量)、简便配置等要求促成了大家达成一个共识:需要一个新的协议来根本解决目前 IPv4 面临的问题。

1.2.2 IPv6 的发展历程

IP 地址空间耗尽的过程使人们认识到:需要设计一个新的协议来替代目前的 IPv4,并且这个协议不是仅仅以扩大地址空间为最终目标。现在是一个修正 IPv4 编址方案的好机会。

为了解决互联网发展过程中遇到的问题,早在 20 世纪 90 年代初期,互联网工程任务组 IETF 就开始着手下一代互联网协议 IPng (IP-the next generation)的制定工作。IETF 在 RFC1550 里进行了征求新 IP 协议的呼吁,并公布了新协议需要实现的主要目标:

- 支持几乎无限大的地址空间;
- 减小路由表的大小,使路由器能更快地处理数据包;
- 提供更好的安全性,实现 IP 级的安全;
- 支持多种服务类型,并支持组播;
- 支持自动地址配置,允许主机不更改地址实现异地漫游;
- 允许新、旧协议共存一段时间;
- 协议必须支持可移动主机和网络。

IETF 提出 IPng 的设计原则以后,出现了许多针对 IPng 的提案,其中包括一种称为 SIPP(Simple IP Plus,由 RFC1710 描述)的提案。SIPP 去掉了 IPv4 报头的一些字段,使报头变小,并且采用 64 位地址。与 IPv4 将选项作为 IP 头的基本组成部分不同,SIPP 把 IP 选项与报头进行了隔离,选项被放在报头后的数据包中,并位于传输层协议头之前。使用这种方法后,路由器只有在必要的时候才会对选项头进行处理,这样就提高了对所有数据进行处理的能力。另两个被详细研究的提案为:

- 因特网公共结构(CATNIP)。其提议用网络业务接入点(NSAP)地址融合 CLNP、IP 和 IPX 协议(在 RFC1707 中定义)。
- 无连接的网络协议(CLNP)。编址网络上的 TCP/UDP(TUBA),建议用 CLNP 代替 IP(第 3 层),TCP/UDP 和其他上层协议运行在 CLNP 之上(在 RFC1347 中定义)。

1994 年 7 月,IETF 决定以 SIPP 作为 IPng 的基础,同时把地址数由 64 位增加到 128 位。新的 IP 协议称为 IPv6,其第一次提出是在 1994 年由 IETF 批准的 RFC1752 中。制定 IPv6 的专家们总结了早期制定 IPv4 的经验,以及互联网的发展和市场需求,认为下一代互联网协议应侧重于网络的容量和网络的性能,不应该仅仅以增加地址空间为惟一目标。IPv6 继承了 IPv4 的优点,摒弃了 IPv4 的缺点。IPv6 与 IPv4 是不兼容的,但 IPv6 同其他所有的 TCP/IP 协议族中的协议兼容,即 IPv6 完全可以取代 IPv4。



其他重大历史事件如下：

- 1993年 IETF 成立了 IPng 工作组；
- 1994年 IPng 工作组提出下一代 IP 网络协议(IPv6)的推荐版本；
- 1995年 IPng 工作组完成 IPv6 的协议文本；
- 1996年 IETF 发起成立全球 IPv6 实验床——6BONE；
- 1998年 启动面向实用的 IPv6 教育科研网——6REN；
- 1999年 完成 IETF 要求的协议审定和测试；
- 1999年 成立了 IPv6 论坛,开始正式分配 IPv6 地址,IPv6 的协议文本成为标准草案；
- 2001年 多数主机操作系统支持 IPv6,例如 Windows XP, Linux, Solaris；
- 2003年 各主流厂家基本已推出 IPv6 网络产品。

我国积极参与 IPv6 研究与实验,CERNET 于 1998 年 6 月加入 6BONE,2003 年启动国家下一代网络示范工程——CNGI,国内网络通信设备商也积极研究 IPv6 相关技术,华为公司,华为 3Com 技术有限公司等企业已经推出支持 IPv6 的产品。

1.2.3 IPv6 新特性

前面讨论了 IPv4 所面临的种种局限性以及 IPv6 的发展历程。那么为什么选择 IPv6 作为 IPv4 的替代协议呢?它解决了前面提到的 IPv4 中的局限性了吗?它有什么特性呢?

1. 全新的报文结构

IPv6 使用了新的协议头格式,也就是说 IPv6 数据包有全新的报文头,而并不是仅仅简单地将 IPv4 报文头中的地址部分增加到 128 位而已。在 IPv6 中,报文头包括固定头部和扩展头部,一些非根本性的和可选择的字段被移到了 IPv6 协议头之后的扩展协议头中,这使得网络中的中间路由器在处理 IPv6 协议头时,有更高的效率。此外,要特别注意的是,IPv6 头和 IPv4 头不兼容。关于 IPv6 报文结构的具体内容将在下文中讲解。

2. 巨大的地址空间

IPv6 地址空间非常巨大,夸张地说,可以做到地球上的每一粒沙子都有一个 IP 地址。

IPv6 地址的位数增长了 4 倍,达到 128 比特。在 IPv4 中,理论上可编址的节点数是 2^{32} ,也就是 4 294 967 296,按照目前的全世界人口数,大约每 3 个人就有 2 个 IPv4 地址。128 比特长度的地址意味着有多少地址可用呢? 3.4×10^{38} 个地址。即世界上的每个人都可以拥有 5.7×10^{28} 个 IPv6 地址。

IPv6 地址的表示方式等具体内容请参考第 2 章。

3. 全新的地址配置方式

随着技术的进一步发展,Internet 上的节点不再单纯是计算机了,将包括 PDA、移动电话、各种各样的终端,甚至包括冰箱、电视等家用电器,这就要求 IPv6 主机地址配置更

加简化。

为了简化主机地址配置,IPv6 除了支持手工地址配置和有状态自动地址配置(利用专用的地址分配服务器动态分配地址)外,还支持一种无状态地址配置技术。在无状态地址配置中,网络上的主机能自动给自己配置 IPv6 地址。在同一链路上,所有主机不用人工干预就可以通信。

IPv6 地址配置方式将在第 2 章中进行具体详细地描述。

4. 更好的 QoS 支持

IPv6 在报头中新定义了一个叫做流标签的特殊字段。IPv6 的流标签字段使得网络中的路由器可以对属于一个流的数据包进行识别,并提供特殊处理。用这个标签,路由器无需打开传送的内层数据包就可以识别流,这样即使数据包有效载荷已经进行了加密,仍然可以实现对 QoS 的支持。

5. 内置的安全性

IPv6 协议本身就支持 IPSec,包括 AH 和 ESP 等扩展报头,这就为网络安全性提供了一种基于标准的解决方案,提高了不同 IPv6 实现方案之间的互操作性。

6. 全新的邻居发现协议

IPv6 中的邻节点发现(Neighbor Discovery)协议是一系列机制,用来管理相邻节点的交互。该协议用更加有效的单播和组播报文,取代了 IPv4 中的地址解析(ARP)、ICMP(Internet 控制报文协议)路由器发现、ICMP 路由器重定向,并在无状态地址自动配置中起到不可或缺的作用。

该协议是 IPv6 的一个关键协议,也是 IPv6 和 IPv4 的一个很大的不同点,同时也是 IPv6 的一个难点。在后续的章节中会对该协议的不同功能进行详细讲解。

7. 良好的扩展性

因为 IPv6 报头之后添加了扩展报头,IPv6 可以很方便地实现功能扩展。IPv4 报头中的选项最多可以支持 40 个字节的选项,而 IPv6 扩展报头的长度只受到 IPv6 数据包的长度制约。

8. 内置的移动性

由于采用了 Routing Header 和 Destination Option Header 等扩展报头,使得 IPv6 提供了内置的移动性。

1.3 IPv6 协议基础

读者在了解了 IPv6 的新特性后,肯定非常急切地想知道 IPv6 的数据包到底是什么样的,它具有什么样的结构,和 IPv4 数据包相比有什么具体区别,数据包在 IPv6 网络中

的转发过程和 IPv4 网络有区别吗,它对上层协议有什么样的影响等?

本节将首先介绍 IPv6 网络中的一些基本术语,以及 IPv6 网络中数据转发的基本过程,最后会详细分析 IPv6 数据报文格式,包括固定头部和扩展头部的格式。这部分是全书的基础,也是全书的一个重点。

1.3.1 IPv6 基本术语

为了更好地理解本章后续章节中的内容,在此先了解一下 IPv6 网络的相关基本概念。有些概念和 IPv4 中的概念容易混淆,请注意辨别。图 1-2 描述了一个最简单的 IPv6 网络。

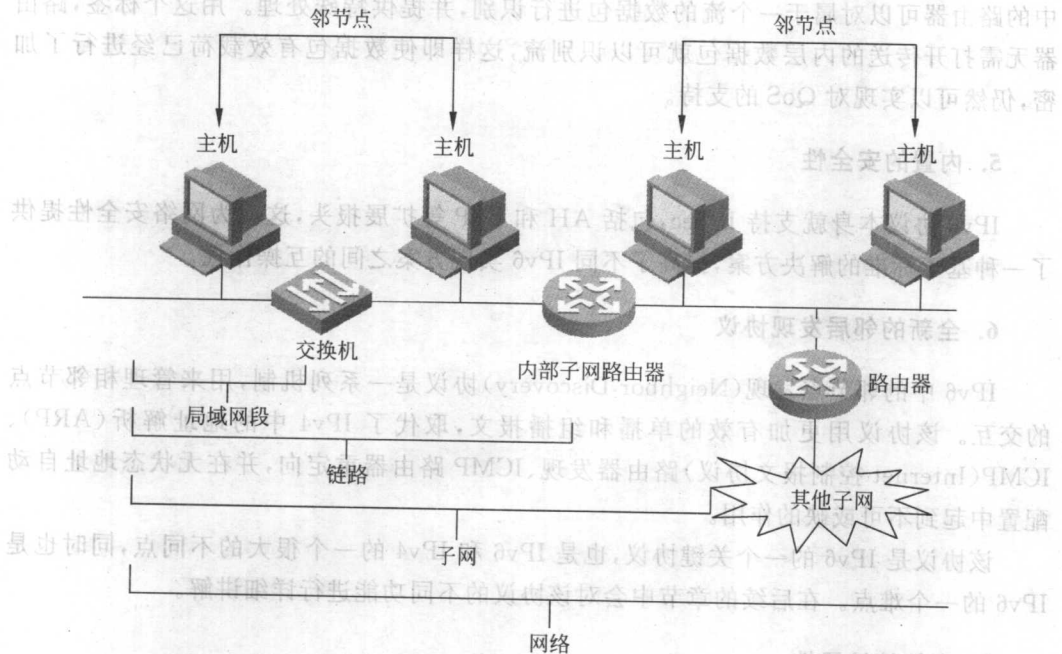


图 1-2 一个最简单的 IPv6 网络

任何运行 IPv6 的设备,包括路由器和主机(甚至还将包括 PDA、冰箱、电视等)。

- 路由器

路由器是一种连接多个网络的网络设备,它能将不同网络之间的数据信息进行转发。在 IPv6 网络中,路由器是一个非常重要的角色,它会把一些配置信息向外通告(如前缀等,第 2 章将有前缀概念的详细描述)。

- 主机

只能接收数据信息,而不能转发数据信息的节点。为了理解的方便,可以借用 IPv4 中主机的概念,当然,IPv6 中的主机不仅包括计算机等,甚至还包括冰箱、电视机、汽车,只要它运行 IPv6 协议。