

基于双栈网络的 IPv4/IPv6 校园过渡方案研究

李晓杰

(黑龙江科技大学 信息中心,黑龙江 哈尔滨 150022)

摘要:由于互联网中 IPv4 地址池资源的逐渐枯竭,以及物联网、大数据等新技术的快速发展,针对下一代互联网 IPv6 技术及应用的研究以及如何实现 IPv4/IPv6 网络的平稳过渡将迎来越来越多的发展机遇。高校作为科技创新的发源地,理应在 IPv6 网络研究与应用中发挥自己的引领作用,推动新一代互联网技术的研发与发展。综合分析了 IPv6 的技术特点,并结合高校校园网特点,基于双协议栈技术,提出一种符合高校校园网发展的 IPv4/IPv6 过渡方案,并对组网模式进行了优化。充分发挥了 IPv6 网络的技术特点与优越性,实现了 IPv4 网络向 IPv6 网络的平稳过渡,确保了网络过渡期间校园网络的稳定性,以及终端对 IPv4/IPv6 网络的正常访问。

关键词:地址池;IPv6 技术;网络过渡;双协议栈

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2016)08-0171-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2016.08.036

Research on Transition Network of Campus of IPv4/IPv6 Based on Double Stack

LI Xiao-jie

(Network Information Center, Heilongjiang University of Science & Technology, Harbin 150022, China)

Abstract: Because of the drying up for IPv4 address pool resources in Internet as well as the rapid development of new technologies like the Internet of Things and big data, study of IPv6 technology of next generation Internet and its application, and how to achieve the smooth transition of IPv4/IPv6 network will usher in more and more opportunities for development. As the cradle of scientific and technological innovation, colleges and universities ought to play their leading role in IPv6 network research and application, promoting research and development for a new generation of Internet technology. In this paper, IPv6 technology is analyzed comprehensively and a IPv4/IPv6 transition scheme conforming to college campus network development is put forward based on double protocol stack combined with the characteristics of campus network in colleges and universities, and the network modeling is optimized. The characteristics and superiority of IPv6 network is given full play, and smooth transition is implemented from the IPv4 to the IPv6, and the stability of campus network during transition period as well as the normal terminal access to IPv4/IPv6 network is ensured.

Key words: address pool; IPv6 technology; network transition; double protocol stack

0 引言

IPv6 网络作为互联网未来的发展趋势,将逐渐取代 IPv4 网络,但 IPv4 网络如何向 IPv6 网络平稳过渡一直困扰着全世界各国政府、互联网服务商、运营商和标准化组织。现阶段 IPv4/IPv6 过渡技术没有权威的检测标准,关于 IPv4/IPv6 过渡技术标准约有数十种^[1],难以对各种过渡技术的特点和优势进行评价。目前各种过渡技术错综复杂、过渡方案目的不明确。过渡技术检测标准^[2]不明确势必会导致 IPv4 与 IPv6 网络在未来一段时间内共存,而且将会经历一个较长

的共存时期。IPv6 网络的优越性^[3]决定了 IPv4 网络会逐渐向 IPv6 网络过渡,最终 IPv6 网络将取代 IPv4 网络是互联网未来发展的必然趋势。

1 IPv6 地址格式分析

IPv4 与 IPv6 地址之间最大的差别^[4]就是地址的长度:IPv4 地址长度为 32 位,地址池资源为 $2^{32} \approx 43$ 亿个,目前已趋于枯竭。IPv6 地址长度增加到 128 位,地址池数量将达到 2^{128} 个^[5]。IPv4 地址用点分十进制表示,值的范围为 0~255,共 4 段。例如:192.168.11.

收稿日期:2015-11-18

修回日期:2016-03-09

网络出版时间:2016-08-01

基金项目:黑龙江省教育科学技术研究项目(12543064)

作者简介:李晓杰(1969-),女,硕士,高级工程师,从事校园网管理与维护工作。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160801.0909.066.html>

110,127.0.0.1,202.97.224.68。IPv6 地址用十六进制表示^[6],一般分为 8 段,值的范围从“0”到“FFFF”,中间用冒号隔开。

IPv6 地址主要有三种表示形式^[7]:

(1) 首选形式。

将 128 位的地址按每 16 位划分为一个段,每段为 4 个十六进制字符,中间用冒号分开。例如,3045:10DB:32D3:0ED3:1319:8A2E:0370:7344。

(2) 压缩形式。

将连续段位值为零的用双冒号符号(::)替代,并且双冒号符号(::)只能在 IPv6 地址中出现一次,否则无法看出每个压缩形式中包含几个全零的段位。例如,1030:0:0:0:C9B4:FF12:48AA:1A2B 可表示为 1030::C9B4:FF12:48AA:1A2B。

(3) 兼容形式。

在网络从 IPv4 到 IPv6 过渡过程中,若出现某些终端既访问了 IPv4 网络,又访问 IPv6 网络的情况,就需要一种可以同时表示 IPv4 地址和 IPv6 地址的 IP 地址表示形式^[8]。例如,IPv4 地址 192.168.11.110 可用 IPv6 地址 0:0:0:0:192:168:11:110 表示。

2 过渡方案

2.1 基本原则

文中设计的网络过渡方案主要遵循以下原则^[9]:

(1) 网络从 IPv4 到 IPv6 的过渡过程必须简单,IPv6 各节点间不存在过多的相互依赖性。

(2) 最大化利用原有设备,保证 IPv4 和 IPv6 设备能够相互兼容,互相之间通信和数据传输没有干扰。

(3) 过渡方案要易于理解且容易操作。

2.2 双协议栈基本原理

基本原理:IPv4 和 IPv6 的网络层协议功能相近,且处于相同的物理平台,其上层的传输层 TCP 和 UDP 协议也基本相同。因此某设备如果能够同时支持 IPv4 协议和 IPv6 协议,那么在该设备运行 IPv4 和 IPv6 两套协议栈时,就可以既能与 IPv4 网络通信,又能与 IPv6 网络通信^[10]。

2.3 双协议栈工作方式

由于双栈网络下的设备同时支持 IPv4 协议和 IPv6 协议,所以该设备在运行过程中需要根据情况选择一种工作方式进行网络通信。一般情况下,根据目的地址的协议类型的不同来选择合适的协议栈工作方式^[11]。

Step1:对目的地址类型进行判定;

Step2:目的地址为 IP 地址形式,转 Step4;

Step3:目的地址为域名形式,则对该地址进行域名解析,转换为 IP 地址形式;

Step4:根据 IP 地址形式进行判定;

Step5:目的地址为 IPv4 地址,向目标节点发送连接请求,进行数据通信;

Step6:目的地址为 IPv6 地址,则调用 IPv6 协议栈^[12],建立 TCP6 连接,进行数据通信。

2.4 双协议栈技术的工作模型

双协议栈有完全双协议栈模型(Dual stack model)和有限双协议栈模型(Limited dual stack model)两种常用应用模型^[13]:

(1) 完全双协议栈模型:网络中任意节点都是双栈的,即同时支持 IPv4 和 IPv6 协议,节点发送不同的数据包由不同的协议栈来处理。

优点:策略配置简单,不存在数据通信问题;

缺点:每个节点需要配置一个 IPv4 地址,不能从根本上解决 IPv4 地址紧缺问题。

(2) 有限双协议栈模型:服务器、交换机和路由器是双栈的,非服务器的终端只支持 IPv6 协议栈。

优点:从根本上解决了 IPv4 地址紧缺问题;

缺点:网络中的纯 IPv4 节点与纯 IPv6 节点之间无法进行数据通信。

可以看出:有限双协议栈模型是目前解决 IPv4 地址池资源紧缺问题的有效途径,针对该模型的缺点,可以通过双栈转换机制(Double Stack Transition Mechanism, DSTM)^[14]来解决网络中纯 IPv6 节点与纯 IPv4 节点或终端的数据通信问题,通过给 IPv6 节点临时分配 IPv4 地址的方式^[15],并保证该 IPv4 地址在一段时间内的唯一性,从而使之能够与纯 IPv4 节点或终端进行数据通信。

2.5 双栈网络设计

目前的校园网建设开始于 2001 年,校园网络主干采用环状拓扑结构,核心层骨干设备采用 H3C 的 9500 和 7500 系列交换机实现万兆互联,形成一个“万兆作骨干、千兆进楼宇、百兆到桌面”的具有前瞻性的校园网。保持校园原有的双核心组网模式不变,最大程度地利用现有的 IPv4 网络设备,边界路由引进支持双栈的高端路由器接入 Cernet 和 Cernet2 主干网,原来的边界路由器接入中国网通和中国电信,通过策略路由将各出口互为备份,实现 IPv6 网络的接入。

双栈网络拓扑图如图 1 所示。

优点:该组网模式采用了双核心架构,因此可以避免因其中一台核心交换机出现故障造成整个网络瘫痪的风险;最大化利用现有设备,避免资源浪费。

缺点:由于 IPv4 核心交换机和接入层交换机均为千兆互联、百兆接入,IPv4 核心交换机和接入层交换机的主控板带宽制约着 IPv6 网络流量,一定程度上影响了 IPv6 高效高速性能的发挥。

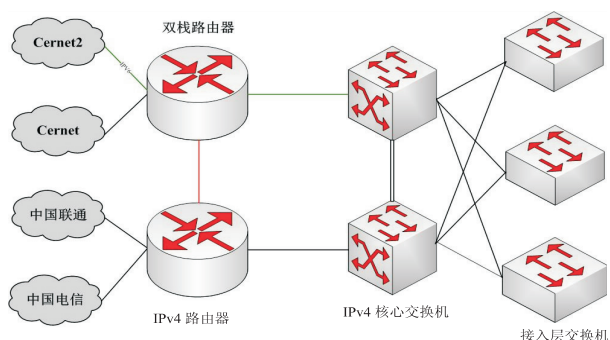


图1 双栈网络拓扑图

对全校校园网进一步进行优化,需要对核心层和汇聚层的设备进行升级。为了保证核心层设备的性能,购入支持IPv6协议的核心交换机,替代现有的IPv4核心交换机。通过在IPv6核心交换机上部署双协议栈,实现内部IPv6和内部IPv4之间设备相互通信以及双栈客户端对IPv4和IPv6网络的访问。

优化的网络拓扑图如图2所示。

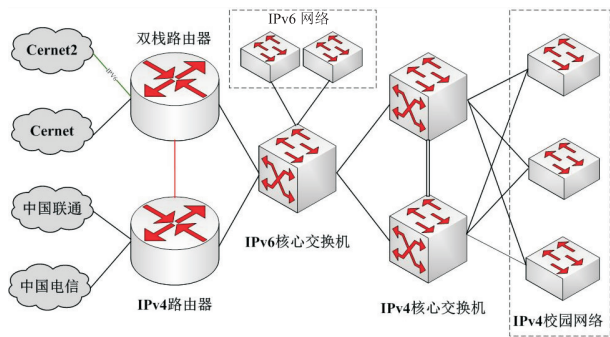


图2 优化的网络拓扑图

从图中可以看出,原IPv4校园网仍然通过与原有的双核心架构与外部的IPv4网络通信,而IPv6网络则通过新增的IPv6核心交换机与Cernet2主干网直接通信。校园网内部的IPv4和IPv4之间以及IPv6和IPv6之间的数据通信通过原有的IPv4核心交换机和新增的IPv6核心交换机直接相连实现。IPv6网与IPv4校园网络通过新增设的IPv6核心交换机部署双协议栈实现相互通信。

通过对现有校园网络的优化,不仅实现了终端对IPv4和IPv6网络的访问,还最大程度发挥了IPv6网络的高速高效性能,实现了IPv4/IPv6网络的平稳过渡。

3 结束语

文中从双协议栈技术的基本原理出发,设计了一种IPv4/IPv6校园网络过渡模式,并对该模式进行了

优化,以适应学校网络资源建设的迅速发展,对今后校园网络的研究与建设具有较高的参考价值。校园网由现有的IPv4过渡到IPv6成为必然趋势。高校作为新技术的策源地,应积极推行IPv6技术,不断完善技术体系,并根据自身的情况科学分析、合理布局,设计符合学校自身发展的技术领先、安全性高、易扩展的新一代校园网络,为学校教学、科研、管理、生活提供强有力的支持。

参考文献:

- [1] 张宏科,苏伟. IPv6路由协议栈原理与技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2006.
- [2] 李卫娜. IPv6节点地址的分配模式研究与管理实现[D]. 北京:北京交通大学,2011.
- [3] 米晓琴. 互联网IPv6协议基本原理和用途[J]. 山西经济管理干部学院学报,2005,13(4):79-80.
- [4] Serdar C, Carla E B, Shields C, et al. IP covert timing channels: design and detection[C]//Proceeding of the 11th ACM conference on the computer and communication security. [s. l.]: ACM, 2004.
- [5] Carpenter B, Moore K. Connection of IPv6 domains via IPv4 clouds[S]. [s. l.]: [s. n.], 2001.
- [6] 丁钰. IPv4/IPv6的过渡技术与试验[D]. 贵州:贵州大学,2006.
- [7] 戴彬,钱德沛,刘轶,等. IPv4/IPv6协议过渡机制的实验研究[J]. 微电子学与计算机,2004,21(9):64-67.
- [8] 张光姐. 基于IPv6的下一代校园网的过渡研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2007.
- [9] 罗辉琼,聂瑞华,郑凯. 基于IPv6的校园网升级研究[J]. 计算机技术与发展,2010,20(3):132-135.
- [10] 李训文,金文光,邵琦青,等. 基于PLC网络的改进AODV备份路由协议[J]. 浙江大学学报:工学版,2013,47(7):1218-1224.
- [11] 付渊. IPv4向IPv6过渡技术研究与分析[J]. 电脑开发与应用,2011,24(8):23-24.
- [12] 王晓峰,吴建平,崔勇. 互联网IPv6过渡技术综述[J]. 小型微型计算机系统,2006,27(3):385-395.
- [13] Nordmark E, Gilligan R. Basic transition mechanisms for IPv6 hosts and routers[S]. [s. l.]: IETF, 2012.
- [14] 荆山,孙润元,高平,等. 校园网IPv6升级方案的研究与实现[J]. 济南大学学报:自然科学版,2007,21(2):95-99.
- [15] Gilligan R E, Nordmark E. Transition mechanisms for IPv6 hosts and routers[S]. [s. l.]: [s. n.], 2000.