

隧道机制下校园网 IPv6 演进的关键技术实现*

唐飞岳, 邓向林

(湖南交通职业技术学院, 湖南 长沙 410004)

摘要: 通过分析校园网业务状况和各种过渡技术的优劣, 设计了网络部署方案, 并实现以隧道机制为基础的校园网 IPv6 演进的关键技术。

关键词: 网络演进; IPv4/IPv6; 隧道机制

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)11-0004-02

Implementation of key technologies in the IPv6 evolution of campus based on tunneling

TANG Fei Yue, DENG Xiang Lin

(Hunan Communication Polytechnic College, Changsha 410004, China)

Abstract: In the present article, the status of campus network operation and characteristics of various transition technologies were analyzed, a scheme of net work distribution was designed, and the key technologies of IPv6 netware evolvement in campus were realized based on tunneling mechanism.

Key words: network evolution; IPv4/IPv6; tunneling mechanism

目前 Internet 的组成正处于 IPv4 向 IPv6 过渡的关键时期, 世界各国 IPv6 的发展在政府、科研机构以及运营商等层面逐渐呈现加速态势。美国、欧盟、日本等国家在 2010 年或实现 IPv6 网络全面商用。由于某些客观条件的限制, IPv6 网络在我国的发展还没有进入到广泛部署实施阶段。而高校校园网肩负科研、应用以及教育信息化的重任, 有很强的代表性。CERNET2 正式提供服务, 实现了全国 200 余所高校下一代互联网 IPv6 的高速接入^[1]。因此, 校园网 IPv6 演进的关键技术实现对推动 IPv6 的部署和运营具有十分重要的意义。

1 相关技术分析

IPv6 网络演进难点集中在网络过渡的 3 个方面: IPv4 和 IPv6 技术在网络中如何长期共存; IPv4 和 IPv6 网络的互操作; IPv4/IPv6 综合网络应用需求的差异。目前主要的 3 种过渡技术为: 双协议栈、隧道和协议转换^[2-3]。

1.1 3 种主要过渡技术

双栈机制是处理过渡最简单的方式, 通过在一台设备上同时运行 IPv4 和 IPv6 协议栈使得设备能够处

理 2 种类型的协议。主机根据目的 IP 地址决定采用 IPv4 还是 IPv6 协议收发数据包。双协议栈优点是互通性好、易于理解; 缺点是需给每个运行 IPv6 协议的设备和终端分配 IPv4 地址, 不能解决 IPv4 地址匮乏问题^[4]。

隧道技术把 IPv6 数据报文封装在 IPv4 报文中, 在隧道两端的节点必须支持双协议栈, 这样 IPv6 网络可以通过 IPv4 网络通信。隧道技术只要求在隧道的入口和出口进行修改, 对其他部分没有要求, 技术实现容易。其优点在于隧道的透明性, IPv6 主机之间的通信可以忽略隧道的存在。过渡初期, 它不需要大量 IPv6 专用路由器和链路, 可以减少投资成本。

协议转换将发往 IPv6 节点的 IPv4 报头按字段逐一翻译成 IPv6 报头; 或反之, 使之可被目的节点正确接收。这种转换对上层协议是透明的, 利用转换机制可以在纯 IPv6 节点和纯 IPv4 节点之间建立通信, 无需修改应用软件。优点在于实现 IPv6 和 IPv4 网络的直接互通, 现有 IPv4 用户不需要任何升级便可实现与 IPv6 用户通信。缺点是两节点之间通过网关转换, 且 IPv4 地址资源紧缺, 无法与 IPv6 地址一一映射, 破坏了网络的端到端特性^[5]。

* 基金项目: 湖南省交通厅科技进步与创新项目(200724)

综述与评论 Review and Comment

1.2 校园网 IPv6 演进关键指标及构架

不同规模的校园网对 IPv6 有不同需求。作为一个全新的网络实践,IPv6 网络发展的每个阶段都会对 IPv6 校园网的网络结构设计和功能产生影响。一个典型意义的 IPv6 校园网应用如图 1 所示。



图 1 IPv6 数字校园网络应用图

判断网络演进是否成功的关键指标主要为以下 4 点:

- (1) 演进后校园网络是否能为终端分配 IPv6 地址;
- (2) 演进后校园网络是否支持 IPv6 的路由协议;
- (3) 演进后校园网络是否支持 IPv6 到 IPv4 的数据包穿透;
- (4) 演进后校园网络是否支持 IPv6 的网络应用。

对不同的网络应用环境有针对性地提出 IPv4/IPv6 综合组网方案并测试其性能是目前主要研究手段。

针对校园网的架构进行分析,其业务组成复杂、数据流量大、网络覆盖地域广,现有设备以 IPv4 为主。而隧道技术仅要求隧道两端节点支持 IPv4/IPv6,对隧道之间网络及其设备没有任何要求,实施隧道技术来实现 IPv6 孤岛互联可以节省不少投资,对于尚未大规模部署的 IPv6 校园网来说,隧道技术是网络演进初期最理想的解决方案。

2 演进的部署策略

2.1 网络环境部署

IPv6 校园试验网以及校园网整体结构设计如下:

首先,架设纯 IPv6 试验环网,通过 RGE 隧道直接与 CERNET2 连接,应用服务器群和 IPv6 路由均在此试验环网中。其中,应用服务器组群使用 Linux 作为操作系统,完成基于 IPv6 的 DNS 根服务器,建立 IPv6 域名管理机制;并且建立一个简单的 Web 服务器,提供部分 www6 服务。

其次,原 IPv4 网络通过 IPv4 核心路由与 IPv6 连接隧道路由器一起构成一个 IPv4 核心环,组成整个校园网的网络架构。这个核心环通过路由器连接 CERNET2。

在进一步的网络升级中,通过升级 IPv4 核心环中的路由器,将其并入 IPv6 试验网络中,便可完成 IPv4 网络向 IPv6 的升级。

最后,架设 IPv4 到 IPv6 的虚拟隧道,使位于 IPv4 网络中的用户可以经由 IPv6 应用服务器群实现对 IPv6 资源的访问。

网络实验环境如图 2 所示。

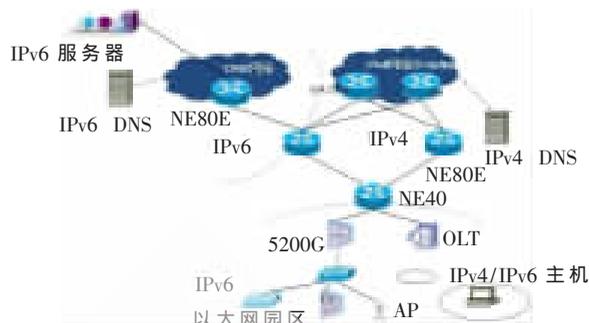


图 2 测试环境网络拓扑图

2.2 关键技术的实现与测试

2.2.1 各种接入方式对 IPv6 的支持

5200G 以 ND 方式为以太网、ADSL、WLAN 用户分别分配 IP 地址,用户通过获得的 IPv6 地址访问 CNGI 及公网的 IPv6 服务器。

用户均能获得类似 2001:c68:3400:10:f02b:33fb:e867:16f2 的 IPv6 地址,能 PING 通 www6.sjtu.edu.cn,能打开 www6.sjtu.edu.cn 及 video6.sjtu.edu.cn,并能打开网站上的视频节目进行浏览;部分接入通过汇聚交换机以 QinQ 二层 VLAN 方式终结到 BRAS 设备时,需要重新 IPv6 install 之后才能获得 IPv6 地址。

2.2.2 各种路由协议在校园网网内对 IPv6 的支持

路由协议包括 OSPF、MP-BGP、IS-IS 等。以 MP-BGP 协议为例,在 NE40E 与 CNGI-NE80E 之间配置 MP-EBGP, NE40E 与 NE40、5200G 之间配置 MP-IBGP;IGP 采用 OSPFv3,承载互联网段和管理地址段;用户地址段和缺省路由由 MP-BGP 发布;NE40E 担任 RR,与 NE40、5200G 建立 MP-IBGP 连接。

NE40E 与 CNGI-NE80E 之间的 EBGP-peer、NE40E 与 5200G、NE40 之间的 IBGP-peer 邻居关系建立;5200G 将用户网段发布到 BGP 中,并从 BGP 中获得缺省路由;5200G 下获得 2001:c68:3400:10:69ed:60f3:fdc0:e235 的双栈主机可以 PING 通 2001:c68:0:2102::2,5200G 下获得 61.187.10.196 的双栈主机可以正常访问 IPv4 应用。

2.2.3 跨越 IPv4 网络连接 IPv6 主机和 IPv6 网络的过渡技术

主要检测双栈网络设备间采用 GRE 隧道、手工隧道、自动隧道、6to4 隧道、6PE 隧道通过 IPv4 网络传递 IPv6 数据包。以手工隧道为例:NE40 与 NE40E 都开启双栈,断开 2 台设备之间的直连链路,在 NE40 与 NE40E 之间通过现有校园网 IPv4 设备建立手工隧道,EPON 用户和 5200G 下 LAN、ADSL、WLAN 用户通过手工隧道连接到 IPv6 网络中,登录网址 http://video6.sjtu.edu.cn/,并收看视频。

测试表明,用户都能通过跨越 IPv4 网络建立的各种隧道与 CNGI 网络中的 IPv6 服务器互通。

综述与评论 Review and Comment

2.2.4 IPv4 与 IPv6 的互通技术

在网络其他设备不支持双栈且不开启隧道的情况下,核心路由器通过静态 NAT-PT、动态 NAT-PT 实现 IPv4 网络与 IPv6 网络的互通;通过结合 DNS-ALG 实现 IPv4 网络与 IPv6 网络的 HTTP 访问;利用 ALG 应用层网关实现 IPv4 与 IPv6 在其他应用层面上的互通。

测试表明:IPv4 主机可以通过域名访问 IPv6 服务器;IPv6 主机可以通过域名访问 IPv4 服务器,但是 NE40 的 NAT-PT 子卡不支持 FTP-ALG 及其他 ALG。

ADSL、LAN、WLAN 多种接入方式都支持终端获得 IPv6 地址并实现 IPv6 通信;OSPFv3、MPBGp 及 IS-IS 都支持 IPv6 路由在校园网内的传递;各种隧道协议能在校园网的双栈设备上部署,除自动隧道协议不能实现 IPv6 报文的转发以外,其他隧道能实现在 IPv4 网络中传递 IPv6 报文;能通过 NAT-PT 与 DNS-ALG 的结合实现 IPv6 主机对 IPv4 网站的 http 访问。今后的工作将解决 IPv6 访问 IPv4 缺少其他的应用层网关及应用支持有限的问题。

参考文献

- [1] 吴建平,李星,李崇荣.CNGI 核心网 CERNET2 的设计[J]. 中兴通讯技术,2005,11(3):16.
- [2] TATIPAMULA M, GROSSETETE P, ESAKI H. IPv6 Integration and coexistence strategies for next-generation networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2004(1):88-96.
- [3] Benedikt Stockebrand.IPv6 in practice[M]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2007:11-139.
- [4] 沈庆伟,杨寿保,孙伟峰.一种基于 UDP 的 IPv4 over IPv6 的隧道方案[J].电子科技大学报,2007,6(3):608-610,624.
- [5] 秦丰林,葛连升,刘璐.基于 P2P 的 IPv6 虚拟网络构造[J].计算机工程,2009(22):97-99.

(收稿日期:2010-01-12)

作者简介:

唐飞岳,男,1973 年生,硕士研究生,讲师,主要研究方向:智能交通、网络技术。

邓向林,女,1979 年生,助理研究员,主要研究方向:计算机、高职教育。