

# IPv6 驻地网部署方案研究

杨惠仁<sup>1,2</sup>, 吕波<sup>1,2</sup>, 谢晓尧<sup>1,2</sup>

(1. 贵州大学 电子科学与信息技术学院, 贵州 贵阳 550003;

2. 贵州师范大学 网络与信息技术重点实验室, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** IPv6 是在 IPv4 的基础上提出的, 其优越性不只是在带来更多的 IP 地址, 还在安全性、QoS、移动性等方面比 IPv4 具有更多的优势。现正处于 IPv6 网络的高速发展阶段, 各高校及科研单位分别建立了各自的 IPv6 网络。提出以某高校的 IPv6 驻地网建设为例, 详细分析了原 IPv4 校园网络结构及建设 IPv6 网络待解决的问题, 给出了建设 IPv6 驻地网采用的具体方案及技术路线。

**关键词:** IPv6; 双栈技术; 隧道技术; ISATAP; 驻地网

**中图分类号:** TP393.03

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2007)11-0060-03

## Research on Deployment Scheme of IPv6 CPN

YANG Hui-ren<sup>1,2</sup>, LÜ Bo<sup>1,2</sup>, XIE Xiao-yao<sup>1,2</sup>

(1. School of Electron Science and Information Technology, Guizhou University, Guiyang 550003, China;

2. Network and Information Technology Laboratory, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** IPv6 is a new version of the Internet working protocol designed to address the scalability and service shortcomings of the current standard IPv4. Unfortunately, IPv4 and IPv6 are not directly compatible, so programs and systems designed to one standard can not communicate with those designed to the other. IPv4 systems, however, are ubiquitous and are not about to go away over night as the IPv6 systems are rolled in. Consequently, it is necessary to develop smooth transition mechanisms that enable applications to continue working while the network is being upgraded. In this paper, present according to the building of CPN(customer premise network) in some university. Detailed analyses original IPv4 campus network structural and the problem of building an IPv6 network need to be solved, then introducing the specific program and technology line.

**Key words:** IPv6; dual stack; tunnel technology; ISATAP; customer premise network

## 0 背景

CERNET2 是中国下一代互联网示范工程中最大的核心网和唯一的学术网, 是目前所知世界上规模最大的采用纯 IPv6<sup>[1]</sup> 技术的下一代互联网主干网。目前, CERNET2 以 2.5Gbps~10Gbps 速率连接全国 20 个主要城市的 CERNET2 主干网的核心节点, 为全国高校和科研单位提供 1~10G 的高速 IPv6 接入服务, 下一代互联网将比现在的网络传输速度提高 1000 倍以上, 下一代互联网的基础带宽可能会是 40G 以上。这将意味着高质量多媒体内容可以更为流畅地运行在网络上, 彻底解决了目前使用的第一代互联网带宽不

足的弊病。但是, 从 IPv4 过渡到 IPv6 绝非短期内可完成, 要经历较长的过程。

国内各高校及科研单位为适应科技的发展、满足科研和试验教学的需要, 在国家科研经费的支持下, 各自组建了不同规模的 IPv6 网络。文中以某高校 IPv6 驻地网建设为例, 详细分析了 IPv6 网络部署的具体细节。

## 1 相关知识回顾

考虑到网络技术的飞速发展和现实世界的商业需求, 在进行 IPv4 网络向 IPv6 网络过渡策略的设计中, 如下方向性问题必须遵循, 在“下一代协议建议规范”<sup>[2]</sup>中, 明确定义了以下的过渡原则:

(1) 过渡方式应该是逐步的和渐进的, 保护 IPv4 网络设备的投资, 确保在一个相当长的历史阶段, IPv4 网络设备可以在过渡时期中正常地独立使用。

(2) IPv4 网络世界和 IPv6 网络世界相互渗透, 长

收稿日期: 2007-01-28

基金项目: 贵州省科技基金资助项目(黔科合 J(2005)2105)

作者简介: 杨惠仁(1978-), 男, 湖南邵阳人, 硕士研究生, 研究方向为下一代网络技术; 谢晓尧, 教授, 博士生导师, 研究方向为计算机网络与信息安全。

期并存,这就要求 IPv4 和 IPv6 网络设备彼此可以互联互通,实现互操作。

(3)IPv4 网络世界向 IPv6 网络世界过渡过程中,IPv4 向 IPv6 升级的费用应尽可能地低,过渡技术应尽可能地简单,以尽快地吸引广大用户主动地向 IPv6 过渡。

由于 IPv4 协议和 IPv6 协议之间不具有相关性,因此 IPv4 和 IPv6 体系结构之间还需要构建相关的过渡机制来支持二者无缝地并存。以下分别对几种相关的过渡技术进行阐述。

### 1.1 双栈技术

在很长的过渡期内,IPv6 和 IPv4 必须共存,IPv6 地址和 IPv4 地址也必须共存。同时还必须使新安装的 IPv6 系统能够向后兼容。这就是说,IPv6 系统能够接收和转发 IPv4 分组,并且能够为 IPv4 分组选择路由。双协议栈是指在单个节点同时支持 IPv4 和 IPv6 两种协议栈<sup>[3]</sup>,支持双协议栈的节点既能与支持 IPv4 协议的节点通信,又能与支持 IPv6 协议的节点通信。其缺点是需要给每个网络设备同时分配 IPv4 和 IPv6 地址,因而对于解决 IPv4 地址的枯竭没有任何帮助。双栈核心交换机、双栈路由器在通信节点就是实现 IPv4 与 IPv6 互联互通的关键设备。用户主机也可通过升级而成为 IPv6/IPv4 双栈主机。双栈协议参考模型与原来 TCP/IP 参考模型不同的只是网络层,在该层 IPv4 协议与 IPv6 协议共存。

### 1.2 隧道技术

当异地的不同 IPv6 网络没有直接相连时,要实现 IPv6 网络间的互联互通就必须借助 IPv4 网络来承载 IPv6 数据。这就需要采用一种过渡技术——隧道技术,隧道技术是在 IPv6 数据报要进入 IPv4 网络时由实现了双协议栈的路由器将 IPv6 数据报封装成为 IPv4 数据报,使得整个 IPv6 数据报变成了 IPv4 数据报的数据部分。然后 IPv6 数据报就在 IPv4 网络的隧道中传输。当 IPv4 数据报离开 IPv4 网络中的隧道时,再由实现了双协议栈的路由器将其数据部分,即原来的 IPv6 数据报交给 IPv6 协议栈。具体可以是 6to4、6over4、4over6、MPLS 隧道和 GRE 隧道等<sup>[3,4]</sup>。

通过配置隧道技术实现了两个 IPv6 网络通过 IPv4 网络互联,但是不能实现 IPv4 主机与 IPv6 主机的直接通信,要实现 v4 主机与 v6 主机的通信还要采用双栈技术、站内自动隧道寻址协议(ISATAP),网络地址转换(NAT-PT)等。

### 1.3 站内自动隧道寻址协议(ISATAP)

ISATAP 是采用了双栈和隧道技术,并基于企业网和主机的一种过渡技术。ISATAP 隧道不仅完成隧

道功能,还可以进行地址自动分配。它使用特殊的地址格式::0:5efe:a.b.c.d,前 64bit 通过向 ISATAP 发送请求获得,后 64bit 中 5efe 为固定,a.b.c.d 为接口的 IPv4 地址。

ISATAP 隧道可以通过 IPv4 网络承载 IPv6 网络的 ND 协议,从而使跨 IPv4 网络的设备仍然可以进行 IPv6 设备的自动配置。分散在 IPv4 网络中的各个 IPv6 孤岛主机通过 ISATAP 技术自动获得地址并连接起来<sup>[5,6]</sup>。

## 2 网络现状分析及待解决的问题

### 2.1 网络状况分析

本节主要分析某高校的网络现状。全校网络结构如图 1 所示。校园网的主校区和分校区由一根 40 公里长的单模光纤连接,校园网覆盖了两校区的教学办公区、教师和学生生活区。整个网络采用星型拓扑结构,分为三层:核心层、汇聚层和接入层。核心层采用三层核心交换机,负责全校数据流的汇集,是全网的出口。汇聚层设备负责将主校区的各部门和分校区的端口汇聚在一起,通过千兆光纤上联到核心交换机。接入层为用户提供访问核心网络的能力。

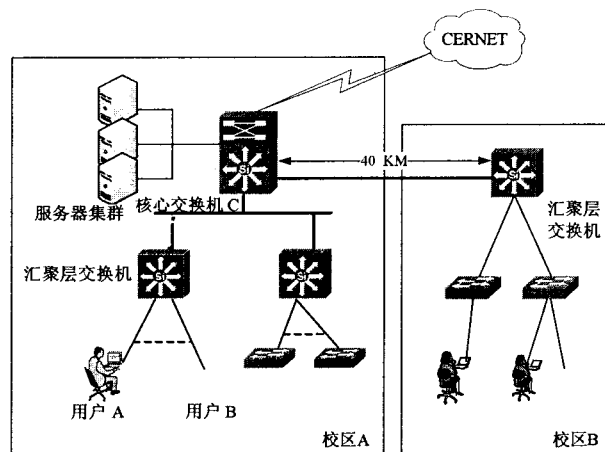


图 1 原 IPv4 校园网结构图

全网采用千兆光纤以太网作为网络主干链路技术,接入部分采用 100M 快速以太网技术。全网共有两个出口:一条通过教育城域网接入 CERNET;另一条通过电信线路接入 Internet。核心层、汇聚层交换机和出口路由器均不支持 IPv6。

### 2.2 待解决的问题

由于现有校园无论是从硬件投入,还是 IPv4 软件业务上都有很大的前期投入,且运行稳定,用户数量众多。原有大部分网络设备不支持 IPv6,这就要求在建设 IPv6 网络时不得不考虑以下问题:

(1) 现有网络如何平滑升级、顺利接入 CER-

NET2?

(2)如何在不浪费前期投入,尽量在不改动原有网络的情况下,建设性价比较高的 IPv6 网络?

(3)如何实现基于 IPv6 的网络应用,如主分校区间的基于 IPv6 的视频服务、基于 IPv6 的 HTTP 服务、DNS 服务器和 FTP 服务等?

### 3 具体部署及采用的技术路线

#### 3.1 网络部署

根据网络的现状及应用需求,提出一种具体部署方案。在现有的网络环境下,直接将网络切换到纯 IPv6 网络是不现实和不科学的。因此,为了减少浪费,不影响原有的 IPv4 网络,将整个网络建设成 IPv4/v6 共存的双栈网络。建成后的双栈网络拓扑如图 2 所示。

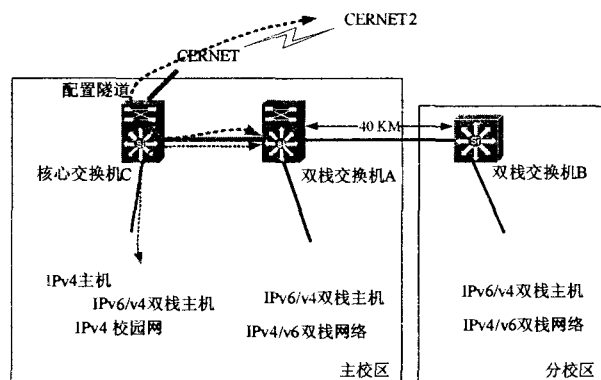


图 2 IPv6/v4 双栈网络结构图

方案采用在主校区的核心交换机 C 旁边旁接一台 IPv4/v6 双栈交换机 A,用以在原有 IPv4 网络上提供 IPv6 协议的支持,并通过直连和隧道的方式,把校园网连接到 CERNET2;在分校区添置一台 IPv4/v6 双栈交换机 B 替换掉原有的汇聚层交换机作为分校区的核心,将分校区的汇聚层交换机 B 直接与新添置的双栈交换机 A 连接。这样的连接方式考虑到整个网络的可管理性、安全性和网络性能,可以减轻原有核心交换机的负担,原有的核心交换机主要负责处理 IPv4 业务,新添置的 IPv4/v6 双栈交换机 A 则负责处理 IPv6 业务,而且在主分校区间可以实现在基于纯 IPv6 的视频会议等应用。如果按原来的连接方式不变,即交换机 B 不直接与双栈交换机 A 连接,而是绕过原有的核心交换机连接到双栈交换机 A。这样的连接方式由于原有的核心交换机不支持 IPv6,因此,如果两校区间的 IPv6 通信,必须由 A 和 B 双方生成隧道之后才能成功通信。这将严重浪费主分校区之间的带宽;同时在分校区的 IPv6 主机间通信时,必须从主校区的交换机 A 中转,这给核心交换机 A 带来不必要的额外负

担,而且降低了分校区 IPv6 主机间的访问效率。

#### 3.2 技术路线

在整个校园网络的出口问题上,由于核心交换机 C 是整个校园网的网络出口,接入 IPv4 教育网 CERNET。且由于交换机 C 和其余的城域网节点均不支持 IPv6,所以,在方案中选择将所有 IPv4 出口数据流指向 C,而所有的 IPv6 出口数据流均指向 A。逻辑上 C 作为 IPv4 数据的核心出口,而 A 作为 IPv6 数据的核心出口。在双栈核心交换机 A 和就近的 CERNET2 节点处的 IPv4/v6 双栈设备间,通过“Configured Tunnels”配置隧道技术,手工配置隧道穿越 IPv4 网络 CERNET;再在两者之间配置 IPv6 静态路由,实现整个 IPv6 校园网可以访问外部 IPv6 资源,顺利接入 CERNET2。

在逻辑上,将整个校园网络分成 IPv4 和 IPv6 两个不同的网络。在核心交换机 C、双栈交换机 A 及 B 之间,启动 IPv4 路由协议,保证整个校园网络节点间的 IPv4 网络互通。在双栈交换机 A 和 B 之间,既有 IPv6 连接,又有 IPv4 连接。故在逻辑上分别启动各自的不同的路由协议,校园网内部 IPv6 核心区域采用 OSPFv3 动态路由协议,实现校园内部的 IPv6 节点间的路由信息交换。这样保证了校园网内部逻辑上不同的 IPv6 和 IPv4 网络的网络节点间的互通。

在原 IPv4 校园网内部,由于是双栈网络,所以 IPv4 用户和 IPv4/v6 双栈用户可以自由通信;若原校园网中的部分 IPv4 用户希望访问 IPv6 资源,可以通过升级为 IPv4/v6 双栈用户,然后通过与核心交换机 A 建立 ISATAP 隧道,就可以实现与整个校园双栈用户(包括原 IPv4 校园网和双栈网络中的双栈用户)及外部的 IPv6 用户互相通信;双栈网络中的 IPv6 用户可以自由进行互访。

接入到 CERNET2 后,校园网用户可以通过隧道直接访问 IPv6 资源;在主分校区之间,实现基于 IPv6 的实时、无失真、高速率的视频传输;实现基于 IPv6 的 www,FTP, DNS, MAIL, 流媒体等服务。同时,由于 IPv6 优越于 IPv4 的安全特性和无限的地址空间,还可以尝试如 MIPv6、组播、安全隔离等方面的科研活动。

### 4 结 论

IPv6 是用于建立可靠的、可管理的、安全和高效的 IP 网络的一个长期解决方案。基于双栈与 6over4 隧道技术,提出了解决 IPv6“孤岛”之间通信的方案,并在建立了实际的 IPv6 网络环境下验证了此方案的可实施性。本方案一方面可以使在 IPv4“海洋”中的

(下转第 66 页)

进方法相比较,后者效果更佳。

表 3 2DNMF 方法和相关改进方法的对比

识别精度 参 数	NMF	<sup>a</sup> (NMF + 对角)	<sup>b</sup> (NMF + 正交)
$m = 6$ $r = 80$	94.37%	94.37%	95.00%
$m = 6$ $r = 50$	90.63%	93.13%	95.00%
$m = 6$ $r = 30$	73.75%	93.75%	95.63%
$m = 6$ $r = 20$	90.63%	93.13%	95.63%

## 6 结 论

对基于非负矩阵分解的人脸识别方法进行改进,采用二维非负矩阵分解方法和对角非负矩阵分解方法进行人脸图像识别,并且提出在非负矩阵分解的基础上正交基矩阵来提高识别精度的方法。

实验结果表明,以上的改进算法可行,并且在一定程度上有效地提高了人脸图像识别的正确率。但是文中没有给出参数  $r, m$  的定量分析,这项工作有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] Chellappa R. Human and machine recognition of faces: a survey[J]. Proceedings of IEEE, 1995, 83(5): 705 - 740.
- [2] Feng Tao, Li S Z, Shum Heung - Yeung, et al. Local non -

(上接第 59 页)

- [3] Pawlak Z. Rough sets[J]. Communication of the ACM, 1995, 38(11): 89 - 95.
- [4] 徐俊明. 计算机互连双环网络的最优设计[J]. 中国科学(E 辑), 1999, 29(3): 272 - 278.
- [5] Boesoh F T, Wang J F. Reliable circulant networks with mini-

(上接第 62 页)

IPv6“孤岛”之间进行通信,另一方面可以充分利用现有的 IPv4 资源,从而完成了 IPv4 向 IPv6 的平滑过渡。下一步工作是在现有双栈网络的基础上实现更多的 IPv6 接入,实现更多的 IPv6 应用,在 IPv6 安全及应用方面做进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] Deering S, Hinden R. Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification[S/OL]. RFC2460. 1998 - 12. <http://www.ietf.org>.
- [2] Bradner S, Mankin A. The Recommendation for the IP Next

negative matrix factorization as a visual representation[C]// In: Proc. 2nd International Conference on Development and Learning. Cambridge: [s. n.], 2002: 1 - 6.

- [3] Lee D D, Seung H S. Algorithms for non - negative matrix factorization[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2001, 13: 556 - 562.
- [4] Lee D D, Seung H S. Learning the parts of objects by non - negative matrix factorization[J]. Nature, 1999, 401: 788 - 791.
- [5] Guillaumet D, Bressan M, Vitria J. A weighted non - negative matrix factorization for local representations[C]// In: Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Kauai, HI: [s. n.], 2001: 942 - 947.
- [6] Guillaumet D, Vitria J. Non - negative matrix factorization for face recognition[J]. Lecture Notes on Artificial Intelligence, 2002, 504(2): 336 - 344.
- [7] 刘维湘. 非负矩阵分解及其应用[D]. 西安: 西安交通大学, 2005.
- [8] Zhang Daoqiang, Chen Songcan, Zhou Zhi - Hua. Two - dimensional non - negativematrix factorization for face representation and recognition[C]// In: Proceedings of the ICCV'05 Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures (AMFG'05). Beijing: [s. n.], 2005: 350 - 363.
- [9] Zhang Daoqiang, Zhou Zhi - Hua, Chen Songcan. Diagonal principal component analysis for face recognition[J]. Pattern Recognition, 2006, 39(1): 140 - 142.

mum transmission delay[J]. IEEE Trans Circuits Syst, 1985, 32: 1286 - 1291.

- [6] 刘焕平, 杨义先, 胡铭曾. 两类新的无向双环网络紧优无限族[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(1): 75 - 78.

Generation Protocol[S/OL]. RFC1752. 1995 - 01. <http://www.ietf.org>.

- [3] Durand A, Fasano P, Guardini I, et al. IPv6 Tunnel Broker[S]. RFC3053. 2001.
- [4] Carpenter B, Moore K. Connection of IPv6 Domains via IPv4 Clouds[S/OL]. RFC3056. 2001 - 02. <http://www.ietf.org>.
- [5] Templin F, Gleeson T, Talwar M, et al. Intra - Site Automatic Tunnel Addressing Protocol (ISATAP)[S/OL]. RFC4214. 2005 - 10. <http://www.ietf.org>.
- [6] Gilligan R, Nordmarke E. Transition Mechanisms for IPv6 Hosts and Routers[S/OL]. RFC2893. 2000 - 08. <http://www.ietf.org>.