

IPv4 与 IPv6 的比较与过渡策略

王洪智, 尚尊义

大连交通大学网络信息中心, 辽宁大连 116028

摘要 随着互联网的普及和快速发展,网络应用、网络服务和网络需求也日益增多,然而目前 IPv4 地址资源已经枯竭,同时其固有的诸多局限已无法满足互联网发展要求,而 IPv6 在地址资源、服务质量、移动性、自动配置能力和安全性等各方面均表现出极大优势,由 IPv4 向 IPv6 的升级过渡是互联网进一步发展的必然趋势。可以通过双栈协议、隧道技术和 NAT-PT 转换等策略,在大力推进 IPv6 试点和应用的同时,逐步实现由 IPv4 向 IPv6 升级和过渡,为互联网的更好发展奠定基础。

关键词 IPv4; IPv6; 过渡策略

中图分类号 TP393.0

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.24.012

Comparison Between IPv4 and IPv6 and Transition Strategy

WANG Hongzhi, SHANG Zunyi

Network & Information Center, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028, Liaoning Province, China

Abstract With the rapid development and popular use of the Internet, the network applications, the network services and the network requirements become important issues. The resource of IPv4 addresses is dwindling now to the limit of exhaustion, at the same time, the inherent shortcomings of IPv4 are very obvious: running out of address resources, slow network speed, poor mobility, poor quality of service and low security, so IPv4 cannot meet the requirements of the rapid Internet development. On the other hand, IPv6 shows great advantages in performance in many aspects such as full address resources, high quality of service, convenient mobility, strong ability of automatic configuration and high security; The transition from IPv4 to IPv6 is an inevitable trend of the Internet's further development. Through the strategy of dual-stack, tunneling and NET-PT conversion, the IPv6 pilot and application will be vigorously promoted, and IPv4 will be gradually upgraded and transited to IPv6. It will lay the foundation for the better development of the Internet.

Keywords IPv4; IPv6; transition strategy

0 引言

根据中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的《第 27 次中国互联网络发展状况统计报告》显示:截至 2010 年 12 月底,中国网民规模达到 4.57 亿,较 2009 年底增加 7330 万人,现有 IPv4 地址数量达到 2.78 亿。伴随互联网的普及和快速扩增,网络应用需求也越来越高,随之而来也带来了很多问题。2011 年 2 月 3 日国际互联网名称与数字地址分配机构(ICANN)正式宣布所有 IPv4 地址分发完毕。同时,原有的 IPv4 协议在、网络速度、路由表容量、移动性、自动配置、安全性等方面暴露出了诸多局限和不足。而 IPv6 则克服了上述诸多弊端,并具备地址资源充足、报头更加精简、扩展方式灵活、层次化地址结构、支持即插即用、网络层加密认证、高服

务质量等优点,因此 IPv4 向 IPv6 的全面过渡升级,是互联网发展的必然选择。

1 IPv4 现状及其存在的问题

纵观计算机网络发展历程,从互联网诞生、TCP/IP 协议确定,到当今的互联网普及,IPv4 协议曾经为互联网的发展做出很大贡献,但面对 IP 地址需求激增、服务质量(QoS)要求不断提高的新形势,IPv4 已无法满足当今及以后的要求,具体表现为以下几个方面。

(1) 地址资源枯竭。虽然理论上 IPv4 最多可有约 43 亿个地址^[1],但经过地址空间划分,可用地址大打折扣,同时互联网发展速度迅猛,以致目前 IPv4 地址已全部分配完毕。

收稿日期:2011-06-29;修回日期:2011-08-09

作者简介:王洪智,工程师,研究方向为计算机网络与信息技术,电子信箱:1064776788@qq.com

(2) 网络速度。IPv4 网络数据包分段工作由路由器负责,分段后转发到下一节点,最后目的主机收到这些数据分段后再进行组合^[2]。这个过程中路由器负担增加,影响转发速度。

(3) 路由表容量。IPv4 由于地址层次结构的限制,随着网络规模扩大路由表的数量也大幅扩增,而容量巨大的路由表将严重降低路由器的处理能力和数据转发能力^[3]。

(4) 移动性及自动配置。IPv4 仅支持单一的移动 IP 服务且节点配置复杂,对于移动设备或 IP 地址经常变动的情况,虽然其也具有动态主机设置协议(DHCP),但没有“无状态自动配置”(stateless auto configuration)功能,不支持即插即用。

(5) 服务质量(QoS)。IPv4 协议提供无连接、不可靠、点对点的分组传送服务,这种“尽力投递”(best-effort)的传输机制无法保证良好的带宽、低延时和低丢包率,而且不支持“时时在线”的连接,也无法对数据报进行流量控制,是一种以牺牲可靠性换取适应性的做法。

(6) 安全性。IPv4 先天存在安全漏洞,对于数据包的真实性、安全性、私有性缺乏认证机制,不支持 IP 级端到端的加密通信,安全性能差。

2 IPv6 性能及其优势

IPv6 是在 IPv4 基础上的扩充和升级,能够从根本上解决 IPv4 的地址枯竭和路由表庞大问题,并在地址利用率、服务质量、移动性和安全性等方面进一步提升。IPv6 与 IPv4 的综合性能比较见表 1。可以看出,IPv6 的性能优势明显,可以概括为以下几个方面。

(1) 地址充足及分配合理。IPv6 的理论地址容量为 2^{128} 个,远高于 IPv4 的 2^{32} 个,彻底解决了 IP 地址资源不足问题。毫不夸张地讲,IPv6 可以保障为地球上每一平方英寸的地方分配一个 IP 地址,这为将来更多的移动设备接入互联网做好了准备。而且 IPv4 地址分配采用块状分配,浪费现象十分严重,而 IPv6 可以根据用户需要按层状逐级分配地址^[4],利用率较高,同时也便于上层管理。

(2) 服务质量全面提升。IPv6 除了精简报头,还通过聚类(aggregation)机制缩减路由表容量,提高了路由转发数据包速度,性能改善的 QoS 能够提供比 IPv4 更加强大的数据处理能力,还支持组播(multicast)和对流(flow control),可以进行流量控制,对多媒体的支持更流畅^[5]。

(3) 移动性及自动配置能力提升。在 IPv4 原有的 DHCP 协议基础上,IPv6 支持自动配置(auto configuration),支持全状态和无状态的地址配置^[6],这是对 IPv4 的 DHCP 和地址解析协议(ARP)的整合和提升,提高了网络管理效率。尤其对于移动设备,无需配置和即插即用功能即可满足使用要求。

(4) 安全性能提高。IPv6 相比 IPv4 更加安全,可以对网络层数据加密并校验,IPv6 内置 Ipsec 安全协议,并且该协议为必选项,通过数据认证保证数据的完整性,通过数据加密保证数据的机密性,可以实现端到端加密,保证数据传输的安全性。

(5) 其他方面。IPv6 全面应用以后还具有多方面优势,充足的地址资源可以保证网络实名制的实施,同时在预防病毒和地址扫描方面也远优于 IPv4。

表 1 IPv4 与 IPv6 综合性能比较

Table 1 Comparison of general performance between IPv4 and IPv6

性能指标	IPv4	IPv6	备注
地址数量	32 位, 2^{32} 个	128 位, 2^{128} 个	理论值
地址分配	块状分配,浪费严重	可按层状分配,利用率高	
报文头格式	可变长度	固定格式 8 字段	
网络速度	慢	快	
路由表容量	随网络扩增日益庞大	相比 IPv4 大大缩减	
地址解析	ARP 独立协议	邻居发现协议	
自动配置	不支持	全面支持,即插即用	
服务质量	低,多媒体效果差	高,并可流量控制	
安全性	由应用程序保障	内嵌身份认证等,IPsec 为必选	
支持服务类型	少	多	
协议继续演变	不允许	允许	
多媒体支持	无	增强组播支持、对流支持	

3 IPv4 向 IPv6 过渡的策略

虽然 IPv6 优势明显,但其本身也存在不足,尤其是对现有 IPv4 协议的兼容性不够理想。如何平稳地从 IPv4 向 IPv6 过渡是广泛研究的课题,当前主流的过渡策略包括双协议栈

技术、隧道技术和 NAT-PT 转换技术 3 种。

(1) 双协议栈(dual-stack)。双协议栈技术是 IPv6 升级的最直接方式也是其他升级技术的基础。该技术要求主机终端和路由器同时配备 IPv4 和 IPv6 两个协议栈,主机能自动识

别和分别处理 IPv4 和 IPv6 封装, 路由器则同时维护 IPv4 和 IPv6 两套协议, 在 DNS(Domain Name System)的配合下实现网络互通^[7]。其优点是原理简单、通用性好、保持原有的网络拓扑结构;缺点是仍然需要大量的 IPv4 地址, 而且每个节点和网关设备都配置 IPv4 和 IPv6 两套协议栈, 对设备性能提出了更高要求。

(2) 隧道技术(tunneling)^[8]。目前的隧道技术主要用于各“IPv6 孤岛”间的连接, 是指在隧道入口把 IPv6 数据报封装在 IPv4 数据报内(包含在 IPv4 的数据部分), 通过原有的 IPv4 网络传输至隧道出口, 然后再把 IPv6 数据报从 IPv4 数据报内解封, 借助原有的 IPv4 网络完成 IPv6 数据通信。典型的隧道机制有 6to4、6over4、MPLS、ISATAP、GRE、Tunnel Broker 和 Teredo 等。优点为仅在隧道入口和出口进行封装和解封, 易于实现;缺点是不能实现 IPv4 主机与 IPv6 主机直接通信。

(3) 网络地址转换-协议转换(NAT-PT)技术。对于纯 IPv4 和纯 IPv6 主机, 通过 IPv6 与 IPv4 地址关系绑定、动态地址映射、上层协议映射等手段, 结合 SIIT 协议转换和 IPv4 动态地址翻译, 在协议层和应用之间进行协议翻译和转换, 进而完成不同协议栈的相互通信。NAT-PT 技术分为静态 NAT-PT 技术和动态 NAT-PT 技术, 它的优点是转换工作全部由网络设备完成, 节点设备不需升级, 实现了 IPv4 主机和 IPv6 主机的直接通信;缺点是网络设备负担加重, 不支持 IPv6 的高级属性, 比如端到端的数据安全等。

4 结论

IPv6 的优点显而易见, 因此由 IPv4 向 IPv6 全面升级过渡是互联网发展的必然要求, 过渡策略和方法也层出不穷并

日益完善。随着 IPv6 的逐步试点和推广使用, 它必将全面取代 IPv4。展望未来, IPv6 在网络扩容、网络实名、网络安全和物联网等各个方面必将发挥越来越关键的作用。

参考文献 (References)

- [1] 谢希仁. 计算机网络[M]. 5 版. 北京: 电子工业出版社, 2009.
Xie Xiren. Computer network[M]. 5th ed. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2009.
- [2] 陈静, 刁敏. IPv4 与 IPv6 协议性能比较浅谈 [J]. 辽宁师专学报, 2009, 11(2):41-42.
Chen Jing, Diao Min. Journal of Liaoning Teachers College, 2009, 11(2): 41-42.
- [3] 唐涛. IPv4 与 IPv6 协议之深层次比较[J]. 福建电脑, 2010(6): 35-69.
Tang Tao. Fujian Computer, 2010(6): 35-69.
- [4] 赵克雄, 王晓菊. IPv4 协议与 IPv6 协议[J]. 软件导刊, 2010, 9(2): 109-110.
Zhao Jingxiong, Wang Xiaojie. Software Guide, 2010, 9(2): 109-110.
- [5] 周跃东. 校园网向 IPv6 技术过渡中 QoS 策略研究[J]. 软件导刊, 2009, 8(5): 153-154.
Zhou Yuedong. Software Guide, 2009, 8(5): 153-154.
- [6] 张远宏, 贺春林, 肖何. 对 IPv4 与 IPv6 的比较研究 [J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(16): 4158-4160.
Zhang Yuanhong, He Chunlin, Xiao He. Computer Knowledge and Technology, 2009, 5(16): 4158-4160.
- [7] 张莉. IPv6 过渡策略在校园网中的应用分析[J]. 网络安全技术与应用, 2010(11): 7-9.
Zhang Li. Network Security Technology & Application, 2010(11): 7-9.
- [8] 冷俊敏, 付国, 荆振宇. IPv6 试验网络的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(8): 1850-1889.
Leng Junmin, Fu Guo, Jing Zhenyu. Computer Engineering and Design, 2009, 30(8): 1850-1889.

(责任编辑 林祥磊)

·学术动态·



“第十二次全国岩石力学与工程学术大会”征文

中国岩石力学与工程学会将于 2012 年 10 月 19—22 日在南京举办“第十二次全国岩石力学与工程学术大会”。

征文范围: 岩石力学基本性质与本构关系; 岩石力学新理论、新方法; 岩石工程数值分析与仿真; 岩石动力学; 岩石高边坡工程; 岩石地下工程; 环境岩土工程; 岩土工程加固的新原理、新技术和新技术; 岩土力学实验研究方法; 岩土工程风险分析; 岩石工程实例分析; 其他岩石力学与岩土工程问题。

论文截止日期: 2011 年 12 月 1 日。

通信地址: 北京市朝阳区北土城西路 19 号, 中国岩石力学与工程学会(100876)

联系电话: 010-82998163; 电子信箱: csrme@vip.sina.com。