

文章编号: 2096-1472(2016)-05-18-03

IPv4、IPv6和IPv9比较研究

贺劲松^{1,2}, 彭智朝^{2,3}, 贺文华², 江雪君²

(1.湖南大学信息科学与工程学院, 湖南 长沙 410012;

2.湖南人文科技学院信息学院, 湖南 娄底 417000;

3.天津大学计算机科学与技术学院, 天津 300192)

摘要: 本文对IPv4、IPv6和IPv9的特点进行了概述,并在地址空间、地址管理、地址表示、安全性、域名服务、QoS、应用范围,以及发展趋势等方面,对三者进行比较研究,分析其优势与劣势。不管从IPv4演进到IPv6还是推进到IPv9,都要基于IPv4的成熟服务,支持协议的兼容性。IPv6是发展趋势,相信IPv9也能为网络安全做出贡献。

关键词: IPv4; IPv6; IPv9; 标准; IETF

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A

Comparative Study of IPv4,IPv6 and IPv9

HE Jinsong,PENG Zhichao,HE Wenhua,JIANG Xuejun

(1.School of Science and Technology,Hunan University,Changsha 410012,China;

2.School of Information,Hunan University of Humanities,Science & Technology,Loudi 417000,China;

3.School of Science and Technology,Tianjin University,Tianjin 300192,China)

Abstract:The characteristics of IPv4,IPv6 and IPv9 are outlined in the paper.The advantages and disadvantages of these 3 protocols are analyzed by comparing their address space,address management,address representation,security,domain name service,QoS,application scopes and development trends.Regardless of the evolution from IPv4 to IPv6 or the advance to IPv9,it should be based on IPv4's mature service and the protocol compatibility.As IPv6 is the development trend,IPv9 can also contribute to network security as well.

Keywords:IPV 4;IPV 6;IPV 9;standard;IETF

1 引言(Introduction)

IP是网络之间互联的协议,英文缩写是Internet Protocol,自从有了IP协议,因特网才得以迅速发展成为全世界最大的、开放网络。IP各版本很多不是互联网工程任务组(IETF)所推荐的国际标准,IPv4是IP的第一个版本,一直沿用^[1]。和IPv6一样,IPv7、IPv8与IPv9都是IPng国际标准的候选者,只有IPv6被IETF选作标准,因此IPv9也不是IPv6的升级版,更不是国际标准。

目前,IPv4是TCP/IP协议族的核心协议,发展至今使用了30多年,由32位地址组成,分为网络号、主机号两部分,有二进制数、点分十进制数表示法,定义了五类地址。IPv4是不可靠的无链接数据报协议,提供尽力而为的传输服务,不提供差错检验和跟踪,并采用与网络拓扑结构无关的方式分配地址,随着网络规模与路由器数量不断增长,路由表不断增大导致路由查询开销也增大,网络效率降低。还有IPv4缺乏网络服务质量、移动服务支持。

IPv6是因特网工程任务组(IETF)提出来替代IPv4的一种新的网际协议,将地址扩大为128位,由地址前缀与接口标志两部分组成,有三种规范的文本表示形式,分为单播地址、组播地址和任意播地址类型,支持大量的网络节点、多级别的地址层次。并且基本首部长度为固定的40字节,取消了如

首部检验和字段等功能,路由处理速度明显加快,且基本首部的后面允许有多个扩展首部^[2]。

IPv9协议最早始于TCP/IP协议公开的RFC1606和RFC1607文档中,展望了21世纪网络的设想,设计者构想将地址32位扩展256位,提出直接路由假设,希望通过一系列协议,让IPv4、IPv6、IPv9能在互联网中同时使用。为了掌握互联网的控制权、地址分配权、信息监控权、技术专利的拥有权等,中国信息产业部科技司支持IPv9,是推行IPv9的最大动力,从而成为世界研究热点。

IPv9用256位表示地址,使用“中括号十进制”表示法,为接口指定256位的标识符,有单播、任播、组播地址类型。所有类型IPv9地址都被分配到接口,而不是节点,采用全数字码分配地址的方法,解决传统网络技术上电子政务和电子商务所不能解决的诸多问题。IPv9延伸了IPv4模型,一个子集前缀关联一条链路,多个子集前缀可指定给同一链路。

研究IPv4、IPv6和IPv9,对组建和规划设计网络,实现安全通信具有重大现实意义。

2 IPV4的现状(Status of IPV4)

IPv4在网络发展中起到了关键性的作用,但随着网络规模的不断扩大,已不能满足网络发展需求,首先是地址资源面临枯竭,直接导致地址危机,虽无分类编址CIDR技术、

网络地址翻译NAT技术缓解了地址危机,但仍不能解决问题。

其次是路由表膨胀问题,地址空间的拓扑结构直接导致地址分配形式具有与网络拓扑结构无关性,随着网络、路由器数量增长,过度膨胀的路由表,增加了查找、存储开销,成为互联网的瓶颈。同时分组头长度不固定,利用硬件实现路径的提取和分析与选取也是十分不便,因而难以提高路由数据吞吐率^[3]。

再有是IP地址分配不均匀,由于源于美国,全部地址中有一大半是美国所有,约占可用地址总数的56.9%,导致IP地址分配严重失衡。

还有缺乏服务质量QoS支持,设计时没有引入QoS概念,初衷是用于军事,并没有想对外开放,从而在服务质量QoS及安全性方面很欠缺,很难为实时多媒体、移动IP等商业服务提供丰富的QoS功能,虽然后来发展的RSVP等协议提供QoS支持,但规划、构造IP网络的成本较高。

3 IPV4与IPv6比较研究(Comparative study of IPv4 and IPv6)

3.1 数据报格式

数据报格式方面,IPv4数据报由首部和数据区组成,而IPv6数据报则从基本首部开始,其后可允许没有或有多个扩展首部,然后才是数据。从首部比较发现,IPv6基本首部字段数减少到8个,取消了IPv4报头中首部长度、标识、片偏移、校验和、选项等字段,原来的片偏移、选项字段放到IPv6扩展首部,提高了路由处理分组的速度与吞吐率;同时取消了IPv4中所有与分段相关的字段,用另一种方法实现分段,比在分组传输中对其分段更加有效^[4]。

还有IPv6协议保留IPv4报头中的业务类别字段,新增流标记字段,从而实现了优先级控制和QoS保障,服务质量得到了改善;再有IPv6引入了扩展首部概念,如跳一跳头、路由头、分段头、认证头。

3.2 路由协议

路由协议方面,IPv4为了便于路径选择,减小路由规模,减轻路由维护开销,单个路由表并不存放完整路由信息,只反映因特网局部拓扑信息,只有全部路由表的集合才能反映因特网整体拓扑信息^[5]。

IPv6路由由查找采用最长的地址匹配原则,选择最优路由,还允许地址过滤、聚合、注射操作,每个单播地址标识一个单独的网络接口,同时在硬件有能力在多个网络接口上共享其网络负载的条件下,多个网络接口可共享一个IPv6地址,实现从服务器扩展至负载分担的服务器群成为可能,不需服务器硬件升级。还有所有的网络接口在IPv4中都需一个专用的IP地址,而在IPv6中,若是点到点链路的任何一个端点都不需要从非邻居节点接受、发送数据即主要是传递业务流,可不需要具备IPv6地址。

3.3 自动配置与安全特性

自动配置方面,IPv6协议中引入了自动配置功能,由于MAC地址是唯一的,真正实现无状态地址自动配置,是真正意义上的即插即用,因此,极大的改善和降低网络管理者的

配置、地址映射工作,也方便了移动工作者,何时何地都能接入到Internet网。

安全特性方面,在IPv4体系中,由于IPv4地址分布零散,为伪造源IP地址进行网络攻击的可能性加大,同时存在传送大于网络MTU的数据包要进行分片,也就带来安全漏洞,可让攻击者造成操作系统的崩溃等,因此IPv4的网络层安全性很低。IPv6拥有巨大的地址空间,引入了有加密和认证机制的IPSEC,保证了网络层端到端通信的完整性、机密性^[6]。

3.4 地址类型与地址空间

地址类型方面,两者的同点是给计算机、物理网络的每一连接唯一的地址,并将地址分成前、后缀。但IPv4采用两层地址结构,分配原则是同一网络的所有主机分配相同的网络号和不同的主机号,不同网络的所有主机分配不同的网络号。而IPv6地址由格式前缀、地址两部分组成,格式前缀定义地址含义,且格式前缀、地址的长度可变,所有类型的IPv6地址都被分配到接口而不是节点,并且,IPv6的单播地址是三层地址结构。

地址表示法方面,二进制数和点分十进制数为IPv4地址的两种表示法。128位IPv6通常有冒号十六进制、简化记法、十六进制前缀与十进制后缀的混合表示法三种,从IPv4过度到IPv6来讲,混合表示法特别有用。

地址空间方面IPv4理论上提供约43亿个IP地址,而IPv6支持地址总数大于 3.4×10^{38} 个,将几乎不受限制,也支持多级地址层次,以利于骨干路由对数据报的快速转发。

3.5 服务质量与整体吞吐量

服务质量方面,IPv6有很大改善,报头中的业务级别和流标记通过路由器的配置可以实现优先级控制与服务质量QoS保障。

整体吞吐量方面,IPv6有提高,同时IPv6简化数据报头,由40字节定长的基本报头和多个扩展报头组成,加快了数据包传输、转发速率,提高了网络整体吞吐量^[1]。

3.6 域名解析

域名解析方面,IPv6与IPv4在体系结构上采用树型结构的域名空间是一致的。而在二者的过渡阶段,可同时对应于多个IPv4和IPv6的地址。随着网络规模和IPv6的发展,IPv6地址将逐渐取代IPv4地址。

尽管IPv6有明显优势,但IPv4路由器数量巨大,从IPv4过渡到IPv6是一个循序渐进过程,同时IPv6要具有向后兼容性。因此,IPv6与IPv4共存局面将会共存较长一段时间。

4 IPV6与IPv9比较研究(Comparative study of Ipv6 and Ipv9)

IPv9的出台,表明我国已是世界上能将域名、IP地址和MAC地址统一到十进制文本表示方法的国家,也是继美国之后,可独立分配域名、IP地址和MAC地址的国家,拥有根域名解析服务器和IP地址硬连接服务器的国家。

4.1 地址空间

地址空间方面,IPv6可提供地址总数大于 3.4×10^{38} 个,

支持更多级别的地址层次,利于骨干网路由快速转发数据报,而IPv9拥有 1.16×10^{77} 巨大地址空间。二者都具有空间可扩展性,但由于IPv9有较长地址,增加了路由阻塞的可能。

4.2 域名

域名方面,IPv6通过美国进行域名解析,IPv9的核心是用数字域名系统取代互联网上的英文字母或其他符号作域名,虽难以记忆但键盘的输入简易,也兼容IPv4、IPv6英文域名,但会带来地址翻译方面的开销。还有IPv9避免了域名和IP地址受制而形成的不平等现象,域名申请和使用费也免除了,但IPv9域名需求的不均衡也是二者都无法避免的,IPv6下人们抢注英文或拼音域名,IPv9下人们抢注“88...8”域名等。

4.3 多媒体与兼容性

多媒体方面,IPv6解决了多媒体传送问题,有成熟的标准,而IPv9虽然传输有较好的质量,但许多方面还是在理论研究上。

兼容性方面,IPv6比IPv4在兼容性方面更有优势,而IPv9在机器兼容性方面更有优势。对128位微机的IPv6,其处理效率、扩展性方面有所不足,而256位微机的IPv9,面世不会太晚,尤其是生物芯片和量子计算机的问世对其提供了好的基础。

4.4 移动性支持与安全特性

移动性支持方面,IPv4因地址资源面临枯竭而无法提供足够的地址给移动终端,但IPv6、IPv9解决的办法就是地址扩展,非常简单,不同的是IPv6有更多标准的支持。

安全特性方面,IPv6与IPv9在加密技术、认证技术方面相对于IPv4有显著提高。且IPv9提出的加密机制,在物理上不可能破译,加密特性显著改善^[7]。

4.5 服务质量与自动配置

服务质量方面,IPv6有很大改善,报头中的业务级别和流标记通过路由器的配置可以实现优先级控制与服务质量QOS保障,还支持“实时在线”连接,以防止中断和提高性能。IPv9在继承IPv6的基础上,采用特别的语言简化网络管理难度和处理IP流。

自动配置方面,IPv6拥有无状态(即插即用)和有状态(如DHCP)的主机地址自动配置功能。而IPv9解决方法尚不明确,目前仅支持后者。

此外,IPv9引入了具有多层次结构可聚合地址,有效的在各级路由系统中聚合子网,减小路由规模。IPv9许多方面还停留在理论研究和设想上,尚待论证。

5 发展与障碍(Development and obstacles)

不管从IPv4过渡到IPv6还是演进到IPv9都是一个循序渐进的过程,必须维护基于IPv4的成熟服务,支持新旧协议间的互通性。因此,严重缺乏IP地址的中国的下一代商用网仍处于起步阶段,而拥有大量IP地址的思科等设备厂商们已推出IPv6路由器。

产业化的关键是主管部门的支持、成功的商业模式和保

护运营商的投资。IP网只收取网络接入费,主流技术不能很好的支持成功的商业模式等,这正是IPv9的致命之处。全球各国政府和厂商都支持IPv6,IPv9支持者有限,短期内难以形成规模和提供良好的服务,仅靠我国自主开发,难以对抗IPv6已经形成的网络外部效应和花费巨大人力与财力所得出的研究成果,也难以通过进入商业用途的网络市场来形成规模效益和降低成本。

6 结论(Conclusion)

随着互联网的日益发展,上网人数的日益增多,IPv4地址资源匮乏问题已成为制约其发展的瓶颈。技术上先进性的IPv6可提供巨大的地址空间,发展前景看好。虽然一段时间内IPv4、IPv6共存,但过度到IPv6是发展趋势。

不管从IPv4演进到IPv6还是推进到IPv9,都要基于IPv4的成熟服务,支持协议的兼容性。此外,IPv9许多方面还停留在理论研究和设想上,尚待论证,而IPv6则是成熟的标准,解决了地址枯竭难题,且互联网更加稳定、可靠、高效和安全,其规模与效益远远领先IPv9,按梅特卡夫法则,其经济技术地位是IPv9所无法相比的。

大家都相信IPv9能为网络安全做出贡献,但IPv6已占国际主流地位,而IPv9尚未得到国际认可,竞争中处于劣势。在民用互联网中,IPv6无疑是主流标准;在军事网和部分政府网络中,从国家安全的角度出发,IPv9可能争得一席之地^[7]。不管未来趋势怎样,提供一个安全、高效、稳定、可靠的网络环境是我们共同追求的目标。

参考文献(References)

- [1] Ali A N A.Comparison study between IPv4 & IPv6[J].International Journal of Computer Science Issues,2012,9(3):314-317.
- [2] Cui Y,et al.4over6:Network layer virtualization for IPv4-IPv6 coexistence[J].Network,IEEE,2012,26(5):44-48.
- [3] Zimu L,Wei P,Yujun L.An innovative Ipv4-ipv6 transition way for internet service provider[C]//Robotics and Applications (ISRA),2012 IEEE Symposium on.IEEE,2012:672-675.
- [4] Durand A.Deploying ipv6[J].Internet Computing,IEEE,2001,5(1):79-81.
- [5] 贺文华,陈志刚.IPv4、IPv6、IPv9比较研究[J].计算机科学,2008(4):94-95.
- [6] 肖若辉.IPv4与IPv6比较[J].电脑与电信,2007(3):46-48.
- [7] 张永晖,蒋新华,林漳希.IPv6与IPv9比较[J].计算机工程,2006(4):116-118.

作者简介:

贺劲松(1989-),男,硕士生.研究领域:计算机网络与安全.
彭智朝(1975-),男,博士,副教授.研究领域:计算机网络与大数据.
贺文华(1964-),男,硕士,教授.研究领域:计算机网络与信息安全.
江雪君(1991-),女,硕士生.研究领域:计算机网络.