



IPv6 网络关键技术和城域示范系统^{*}

李忠诚

(计算技术研究所 北京 100080)

摘要 “IPv6 网络关键技术和城域示范系统”于 2004 年 6 月 22 日在重庆通过专家组验收。该项目由计算技术研究所牵头,联合声学研究所和计算机网络信息中心共同完成。首席科学家为李国杰院士。本文主要介绍项目开展的意义、研究目标和取得的成果。

关键词 互联网,网络协议,IPv6

1 IPv6 对未来网络的影响

IP 技术是数据通信的主流,它已经成为一个综合数据、语音、视讯等多媒体服务的平台。但 IP 已经用了 20 多年,现行的互联网协议是大约 30 年前制订的,其中网络层协议是 IPv4 (Internet Protocol Version 4)。在实际应用中,IPv4 获得了巨大的成功,基于 IP 的新应用层出不穷,特别是随着 www 的出现,网民的数量迅速增长,仅在中国就已经有近 8 000 万网民。随着网络规模的迅速发展,当初设计 IPv4 时考虑不周所带来的缺陷日益显露出来,地址即将耗尽和路由表的过度膨胀是 IPv4 面临的突出问题。同时,由于 IP 协议承载着越来越多的应用,人们对基于 IP 应用的服务质量、安全性和移动性的要求越来越高。为了解决互联网发展过程中遇到的这些问题,早在 20 世纪 90 年代初期,互联网工程任务组 (IETF) 就开始着手下一代互联网协议 IPng (IP- the next generation)的制定工作。1994 年 7 月,IETF 推出新的 IP 协议,称为 IPv6。在 IPv6 中,地址由 IPv4 的 32 位增加到 128 位。

未来的网络将是有线网络和无线网络最终融合的全 IP 的通信网络,除了计算机以外,越来越多的其它设备也会连接到互联网上,包括 PDA、汽车、

手机、各种家用电器等。以 IPv6 为基础的网络将为任何一台设备分配一个独立的 IPv6 地址,使其可以以有线或者无线方式接入覆盖全球的 IPv6 网络;使任何两台设备之间都可以进行通信;设备可以在全球范围内任意移动,而通信将一直是连续的。随着地址问题的根本解决,在以 IPv6 为核心的下一代网络的服务平台上开发多种多样的应用,可以带来更多的商机、更大的市场。因此,世界各国尤其是因 IPv4 地址严重短缺而影响互联网发展的中国、日本等亚洲国家的政府正大力扶持 IPv6 技术,各国的研究机构相继在 IPv6 相关技术上投入研究力量,众多世界知名的公司已推出支持 IPv6 的路由器和终端设备,运营商也着手准备提供 IPv6 接入服务。IPv6 取代 IPv4 已势在必行。

目前,IPv6 的关键已不是 IPv6 协议本身的问题。随着最近几年对标准的充实与完善,IPv6 及相关协议已经相对成熟。目前的关键是如何推动 IPv6 实用化的问题。

2 项目的总体目标

2001 年 11 月,中国科学院启动了知识创新工程重要方向项目“IPv6 网络关键技术和城域示范系统”。这是在我国率先启动的 IPv6 重大研究计划。立项之初,确立了如下研究目标:

(1)立足中科院自身和合作伙伴的优势,瞄准

^{*} 收稿日期:2004 年 6 月 23 日



IPv6 网络和应用中面临的关键问题,开展深入研究,掌握 IPv6 网络的关键核心技术,形成具有自主知识产权的原型产品和相关技术标准。研究成果将为实用化的 IPv6 城域网络提供从 v4/v6 协议转换和网络互通、网络 QoS、IP 网络性能分析和协议分析、移动 IPv6 的安全解决方案、系统管理中间件技术、高性价比的内容分发和管理机制、有线无线综合接入的全面技术支持。在构建 IPv6 网络的基础上,研究 IPv6 DNS 根节点服务器建立、运行、维护以及安全、可靠性保障的关键技术。使我国具备建立 IPv6 DNS 根服务器、保障服务器安全运行和可靠维护的能力。为在中国建立 IPv6 DNS 根服务器创造条件。

(2) 选择典型城市,设计建设实用化的 IPv6 城域网络,解决 IPv6 实用化过程中面临的一系列问题,实现新建 IPv6 网络与已有 IPv4 城域骨干网络的互通。

(3) 开发和示范突出显示 IPv6 优势的典型应用。

(4) 积极参与国际交流,参与国际标准和国际规范的研究和制定。通过该项目的研究,积极推进 IPv6 的发展,参与和推动国际互联网络 IPv6 化的进程,确立在国际上积极参与下一代互联网络进程的主动地位,为我国下一代 IP 网的建设与应用和我国未来信息产业的发展做出实质性的贡献。

3 项目成果

该项目围绕 IPv6 实用化的总体目标,针对 IPv6 网络和应用中面临的关键问题,开展深入研究,构建了实用化的 IPv6 城域试验示范网络,掌握了 IPv6 网络的关键核心技术,形成了一批具有自主知识产权的核心技术和原型产品,共申请并被受理国家发明专利 24 项、取得 14 项软件登记证书,发表学术论文 90 余篇。

该项目设计建设的重庆 IPv6 城域试验网、国家科技图书文献中心网 (NSTLnet) IPv6 示范系统和北京科教网无线移动 IPv6 示范网按计划建设完成,并已开通运行。其中,在重庆市科委、重庆网通信息港、重庆大学等单位的参与和支持下,在重庆网通信息港的光纤城域网上建成了我国第一个

IPv6 商用城域试验网,实验网的核心设备(如路由器、转换网关、网络监测分析系统、协议测试系统、有线无线接入系统等)全部采用国内自主研发的设备。已开通运行的试验网支持 IPv6 网络基本的服务和典型应用,并已实现城域试验网之间的互通,实现新建 IPv6 城域网络与 IPv4 网络的互通。重庆示范网的建成标志我国 IPv6 技术正在进入实用化阶段。

在 IPv6 网络技术研究、设备研发和应用系统开发方面,该项目围绕 IPv6 实用化的总体目标,在 IPv6 协议一致性测试、IPv4/IPv6 转换与互通、IPv6 网络监控管理、IPv6 信息过滤、支持 IPv6 的有线无线综合接入、支持 IPv6 的内容分发、IPv6 DNS 根服务器、自适应 QoS 机制和 IPv6 典型应用等一系列关键技术开展研究,取得多项具有自主知识产权的创新成果。研发的设备和系统已应用于 IPv6 试验和示范网络,其中有的成果已经开始产业化工作。

该项目的重要成果——“IPv6 实用化关键技术”由计算技术研究所完成。以中国工程院副院长郭贺铨院士为主任的鉴定委员会一致认为,该研究围绕推进 IPv6 实用化的总体目标,针对 IPv6 实用化过程中需要解决的关键技术问题,开展技术攻关,在 IPv6 协议测试、高性能 IPv4/v6 协议转换网关、穿透 NAT 的隧道技术、IPv6 手机的端到端应用和 IPv6 网络监测与分析系统技术等方面均有技术创新,形成了一批具有自主知识产权的核心技术和创新成果,并已应用于重庆、北京等 IPv6 城域试验网络,为实用化的 IPv6 网络提供了有力的支撑。主要研究成果达到国际先进水平,其中 Silkroad 隧道技术、IPv6 协议测试软件、千兆线速 IPv4/v6 协议转换网关具有国际领先水平。

计算技术研究所研发的面向 NAT 用户的 Silkroad 隧道接入技术实现了 IPv6 手机端到端游戏,以及 IPv6 手机与其它类型终端(包括 PC、PDA 等)间的端到端游戏。这是在移动运营商的公网不支持 IPv6 的情况下,第一个通过 GPRS 公网实现的 IPv6 与手机之间、手机与 PDA 和 PC 之间的端



到端游戏。

声学研究所研制的“有线无线宽带 IP 接入网关键技术和内容管理分发 CDN 技术”不但解决了不同接入技术的统一认证管理问题,而且可以扩展支持 WLAN 和 WMAN 无线接入网络在 IP 层的快速切换和漫游,为固网运营商发展宽带移动业务提供了一种不同于 3G 的演化途径;内容分发管理系统可以从 IPv4 网络灵活获取多媒体内容,使 IPv6 用户可以有质量保证地自动获取 IPv4 的流媒体内容,这些创新技术对 IPv6 的实用化有进一步的推动作用。鉴定委员会一致认为该研究成果技术先进,为国内首创,主要性能指标达到国际同类设备先进水平。

计算机网络信息中心在深入研究 IPv4 向 IPv6 多种过渡方案的基础上,开发了一种用于 NAT-PT 的网络互通转换软件。该软件实现了几种常用的应用层网关 ALG 和 SIP 应用层网关,采用了多种优化技术,提高了软件的使用性能,处于国际同类软件的先进水平。他们完成的另一项成果 IPv6DNS 根服务器试验系统,具有安全防护功能和高响应性能,支持多语种域名、ENUM、关键词网址等新兴寻址方式,构建了 IPv6 试验网络环境,成为 6Bone 的骨干节点,加入了国际性 IPv6DNS 根服务器试验床。研究成果在 IPv6 试验网络中的实际应用表明,

该成果可以为 IPv6 下的各种网络应用提供良好的顶级域名解析服务及多语种域名、关键词网址等新兴寻址方式。该项成果达到国际先进水平,在多语种域名、关键词网址方面具有国际领先水平。

4 应用前景以及经济效益和社会效益

(1)更多的地址:IPv6 近乎无限的地址空间使中国将会分配到足够的 IPv6 地址,从根本上摆脱制约中国互联网乃至整个 IT 产业发展的瓶颈。

(2)研究和开发:过去的十几年,中国在互联网领域的研究和开发实力正在加强,逐步缩小了与美国的差距。IPv6 使中国可以和世界重新站在同一起跑线上,参与世界范围的竞争,掌握和拥有更多的核心技术。

(3)后发优势:IPv4 地址缺乏、庞大的人口基数和互联网的迅速扩张使中国更容易首先接受 IPv6,这将转化为一种优势:IPv6 将首先在中国广泛应用,从而推动 IPv6 研究、产品开发和应用的全面进步,使中国在下一代国际互联网的发展进程中处于有利位置。

瞄准 IPv6 实用化的目标,推动 IPv6 研究、产品开发、网络部署和应用的全面进步,将使中国在下一代国际互联网的竞争中处于有利位置,将使中国的 IT 产业得到迅速的发展。

Key Technology Research of IPv6 and Municipal Area Trial Networks

Li Zhongcheng

(Institute of Computing Technology, CAS, 100080 Beijing)

The project of "Key Technology Research of IPv6 and Municipal Area Trial Networks", supported by the Knowledge Innovation Program of Chinese Academy of Sciences, was finished recently. This article discusses the need for IPv6, gives an outline of the project and introduces the research results of the project.

Keywords Internet, network protocol, IPv6

李忠诚 男,计算技术研究所研究员,博士生导师。1983 年获北京大学计算机系学士学位,分别于 1986 年和 1991 年获计算技术研究所硕士和博士学位。现任计算技术研究所学位评定委员会副主席,信息网络研究室主任。主要研究方向是计算机网络。