

IPv6 业务技术研究

张云勇^{1,2} 张智江¹ 刘韵洁¹ 李国杰² 李忠诚²

(中国联合通信有限公司技术部博士后科研工作站 北京 100032)¹

(中国科学院计算技术研究所 北京 100080)²

摘要 IPv6 业务技术在以 IPv6 为核心的下一代互联网中是关键因素之一,本文着重阐述了 IPv6 业务相关的关键技术、过渡期 IPv6 业务相关的服务器、IPv6 特色业务。对存在的问题进行了分析,并对 IPv6 业务相关的发展给予了展望。

关键词 IPv6,服务质量,流标签,AAA 认证

Research of IPv6 Service Technology

ZHANG Yun-Yong^{1,2} ZHANG Zhi-Jiang² LIU Yun-Jie¹ LI Guo-Jie² LI Zhong-Cheng²

(Postdoctoral Programme, Technology Department, China Unicom, Beijing 100032)¹

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)²

Abstract IPv6 service technology is one key factor in IPv6 based next generation internet(NGI). In this paper, IPv6 service related core technology, transition of IPv6 related server and IPv6 killer applications are mainly focused. Some problems are analyzed and expectation of IPv6 service technology are given out.

Keywords IPv6, Quality of service, Flow label, AAA

1 引言

下一代 IPv6 网络是一个基于业务驱动的网络,业务是下一代 IPv6 网络的重点^[1,2]。未来的网络带宽将不断提高,如果没有相应的业务支持,将造成网络资源的浪费。相反更多的业务,将会使最终用户直接受益,进而能够更好地留住老客户,吸引新用户,以望繁荣网络市场、推动网络的发展。为此 IPv6 业务技术的研究尤其重要。

2 IPv6 业务相关的核心技术

2.1 IPv6 服务质量技术

2.1.1 流标签的语义及使用 一个流是指从一个特定的源地址到特定的目的地址(单播或组播地址)发送的一组数据包,并且源节点希望中间的路由器对流进行特殊的处理。特殊处理的属性可通过控制协议传到路由器,如资源预留协议,或者通过流数据包本身所携带的信息传到路由器,如逐跳选项。流标签由流的源节点指定,必须从 1 到 0xFFFFF(十六进制)范围内(伪)随机并且唯一地选择,以使流标签的任何一比特都能作为路由器中哈希表的键值,用于查找流对应的状态。

所有属于同一个流的数据包发送时必须具有相同的源地址、目的地址和流标签。沿着流路径建立的流处理状态的最大生存周期必须在状态建立机制中说明,例如资源预留协议或建立流的逐跳选项。源节点不允许在任何流处理状态的最大生存周期内把该流标签分配给新的流,因为在使用流标签前,可能状态已经建立起来了。

当一个节点重启时(例如死机后的恢复运行),必须小心

使用流标签,因为该流标签有可能在前面的仍处于最大生存周期内的流中使用。这可以通过在静态存储上记录流标签的使用情况来实现,从而在死机恢复后仍然保存该信息,或者避免在任何先前可能建立的流的最大生存周期过期之前使用任何流标签。如果节点的最小重启时间已知,实际重启时间可以从等待分配流标签所需的时间中推算得到。

2.1.2 流标签相关问题 改变流标签带来的后果有时比无 QoS 保证更为严重,如造成窃取服务攻击和拒绝服务攻击等,所以安全非常重要^[3,4]。

由于安全会加密某些字段(如端口、协议类型等),在 IPSec 隧道模式下还会加密流标签,给流的分类带来了困难。有时还会有防火墙过滤的问题出现。

至于流标签的具体使用,从减少内存机制方面出发,需要使用 5 元组或者 6 元组的 M-F 分类,这样可以减少分类规则的类型及数量;从提高分类速度的角度出发,则需要尽量减少对 IPv6 头的检查,在 draft-conta-ipv6-flow-label-02.txt 中提供了一些方法。

在 socket 接口方面,也需要提供对流标签、业务类型的访问函数,在 draft-itojun-ipv6-flowlabel-api-01.txt 中定义了 IPV6_AUTOFLOWLABEL 属性,用于 setsockopt 函数。在 draft-itojun-ipv6-tclass-api-03.txt 中则定义了 IPV6_TCLASS。

另外如果在 RSVP 中利用 IPv6 流标签,必须重新定义 FILTER_SPEC 和 SENDER_TEMPLATE 对象,以让其既包含 IPv6 流标签,又包含源端口。

2.2 移动 IPv6 及安全

张云勇 博士后,主要研究方向为下一代网络与软交换、IPv6。张智江 博士后,教授级高工,主要研究方向为计算机与通信网络、网络安全。刘韵洁 教授级高工,主要研究方向为计算机与通信网络。李国杰 教授,博导,院士,主要研究方向为计算机系统结构、计算机网络。李忠诚 研究员,博士生导师,主要研究方向为计算机网络、测试、容错计算。

2.2.1 移动 IPv6 的认证 移动 IPv6^[5]业务的使用需要 Internet 提供支持移动 IP 的 AAA 服务,即移动用户的认证、授权和计费服务。当 MN 移动到外地网络时,MN 需要对外地代理或接入设备进行认证,以确定对方的有效性,外地代理也需要对 MN 进行身份认证,以防止其非法攻击。授权和计费主要涉及 MN 在外地网络上的资源的使用权和使用情况。目前 IETF 已出台协议草案来支持移动 IP 的 AAA 服务(RFC 2977 和 draft-ietf-aaa-diameter-mobileip-08.txt)。

AAA 是英文 Authentication、Authorization 和 Accounting 的缩写,分别表示鉴别、授权和记账。鉴别的任务是验明主体的身份;授权是决定是否给予访问权限或级别的过程;记账的功能是记录资源的使用情况。AAA 在网络管理和网络安全中起着非常重要的作用:它简化了网络用户的鉴别和授权管理;加强了网络安全;并且通过记账确保网络资源和服务被合理使用。

逐跳的安全关联需要通信路径上每个节点均支持 AAA 服务,实现代价较大,所以实际应用中一般采用基于代理的 AAA 体系,AAA 代理服务器可以充当归属和外地两个管理域的代理角色,这两个域与代理均有安全关联,代理能够安全地为两个域中继 AAA 消息。当移动节点在外地网络时,向本地 AAA 服务器请求 AAA 服务,本地 AAA 服务器通过 AAA 代理与归属网络中的 AAA 服务器建立联系,为移动节点提供 AAA 服务。

2.2.2 基于 Diameter 的认证及计费 IETF 的 AAA 工作组致力于网络访问中鉴定、认证和计费的需求开发,需求来自 NASREQ、移动 IP、ROAMOPS 工作组和 TIA45.6。这个 AAA 工作组主要是在 Diameter 提议的基础上,开发 IETF 的标准协议。

在众多 AAA 协议中,目前最普遍采用的是 RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) 协议(RFC2138)。但是近年来,随着网络技术的发展,各种新的需求不断出现以及网络设备变得越来越复杂,RADIUS 等旧的 AAA 协议已经不能满足要求了,这些要求主要是:(1)故障恢复;(2)传送级安全:IPSec、TLS;(3)支持可靠性:超时或丢失的重传机制等;(4)支持代理转发消息;(5)服务器端发起的消息;(6)审计;(7)支持协议转换:在不同的 AAA 协议间转换。

Diameter 协议(draft-ietf-aaa-diameter)是在 RADIUS 协议之后发展起来的,主要弥补 RADIUS 的不足,并且可以与 NASREQ、ROAMOPS 和移动 IPv4/IPv6 一起应用。Diameter 协议不但支持以上要求的功能,另外它还支持以下特性(1)功能协商机制:与对方协商共同支持的功能;(2)对方发现和配置:通过 DNS 等找到对方实体,并进行配置;(3)支持漫游:Diameter 在协议说明中明确有对漫游的支持。Diameter 框架结构包括一个基本协议和一些扩展协议(如安全性、NASREQ、移动 IPv6 和计费)。服务的通用功能在基本协议中实现,而与应用有关的功能在扩展机制中实现。在针对 MIPv6 扩展了的 Diameter 协议中,Diameter 服务器可以对移动节点上的移动 IPv6 服务进行鉴别、授权和收集计费信息。

移动 IP 工作组最近已经改变了工作重点,重点研究管理域间的移动性,这解决了应用移动性协议的蜂窝发送者的需求;并扩展了 Diameter 基本协议,Diameter 服务器可以对移动节点上的移动 IP 服务进行鉴定、认证和收集计费信息。结合基本协议的域间功能,这个扩展允许移动节点从其他服务提供商者获得服务。Diameter 计费扩展用在外地和归属代理

上,向 Diameter 服务器传输有用信息。

2.2.3 DHCPv6 与 AAA 的结合 IPv6 节点(客户端)可向归属 AAA 提交认证材料,以便对归属网络进行访问。然而在 IPv4 中,路由器和 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)不一定能处理这种功能,如果由 IPv6 路由器进行这些访问控制,效率将会更加合理,也可能作为执行 DHCPv6 延迟功能的一部分。

DHCPv6 服务器和路由器可以与 AAA 服务器联合使用,决定客户端的认证材料是否有效。通过邻居缓存中的控制条目的设备,路由器能执行这样的网络访问控制。如果没有有效的认证材料,路由器就不会把数据包转发到这个设备,而且这样的设备也不能访问(或者只是有限访问)相邻的其他网络链路。只有通过这种方法,新设备在认证完成之前,才不会滥用网络连接。

2.3 IPv6 开发接口技术

USAGI 提供 IPv6 开发接口,通过使用 `getaddrinfo` 解析网络地址,通过使用 `getnameinfo` 解析主机地址,可使程序不依赖于特定的协议。

WinSock2.2 支持 IPv6,编制 IPv6 程序时,需包含 `tcpip6.h` 头文件。PF_UNSPEC 可以接受 IPv4 和 IPv6 报文,而 PF_INET6 只支持 IPv6 协议。

Java 1.4.1 中实现了下列规范:RFC2373: IPv6 Addressing Architecture、RFC 2553: BasicSocket Interface Extensions for IPv6、RFC 2732: Format for Literal IPv6 Addresses in URLs。在双栈情况下,缺省优先支持 IPv6,但可以通过设置 `java.net.preferIPv4Stack=true` 来使得优先支持 IPv4。DNS 查询缺省优先支持 IPv4,但可通过设置 `java.net.preferIPv6Addresses=true` 来使得优先支持 IPv6。另外,Java 中还增加了 `InetAddress` 的两个子类:`Inet4Address` 和 `Inet6Address`,分别代表 V4 和 V6 地址。为了支持 IPv6 多播,增加了以下类和函数:`NetworkInterface getNetworkInterface()`、`setNetworkInterface(NetworkInterface netIf)`、`joinGroup(SocketAddress mcastaddr, NetworkInterface netIf)`、`leaveGroup(SocketAddress mcastaddr, NetworkInterface netIf)`。

目前,某些厂商(如 Sun)的 RPC 也支持 IPv6,以后还将支持基于 IPv6 的 TLI 和 CORBA。

3 过渡期 IPv6 业务相关的服务器

3.1 IPv6 域名系统

虽然 IPv6 协议将取代 IPv4 的互联网协议,但有许多部分仍然继承了现行 IPv4 的优点,如域名系统 DNS。IPv6 网络中的 DNS 同样非常重要,一些 IPv6 的新特性和 DNS 的支持密不可分。

IPv6 网络中的 DNS 与 IPv4 的 DNS 在体系结构上是一致的,都是采用树型结构的域名空间。虽然 IPv4 协议与 IPv6 协议存在着相当大的区别,但这并不意味着需要单独两套 DNS 体系,相反在 DNS 的体系和域名空间上两者是一致的,IPv4 和 IPv6 共同拥有统一的域名空间。在 IPv4 到 IPv6 的过渡阶段,域名可以同时对应于多个 IPv4 和 IPv6 的地址。随着 IPv6 网络的普及,IPv6 地址将逐渐取代 IPv4 地址。

可聚集全局单播地址^[6]是目前主要应用的 IPv6 地址,因 IPv6 可聚集全局单播地址是在全局范围内使用的地址,必须进行层次划分及地址聚集。IPv6 地址的层次性在 DNS 中通

过地址链技术可以得到很好的支持。

3.1.1 正向解析 IPv4 的地址正向解析的资源记录是“A”，而 IPv6 地址的正向解析目前有两种资源记录，即“AAAA”和“A6”记录。其中“AAAA”较早提出，它是对 IPv4 协议“A”记录的简单扩展，由于 IP 地址由 32 位扩展到 128 位，扩大了 4 倍，所以资源记录由“A”扩大成 4 个“A”。但“AAAA”用来表示域名和 IPv6 地址的对应关系，并不支持地址的层次性。“A6”是在 RFC2874 基础上提出，A6 记录类型为 38，它是把一个 IPv6 地址与多个“A6”记录建立联系，每个“A6”记录都只包含了 IPv6 地址的一部分，结合后拼装成一个完整的 IPv6 地址。“A6”记录支持一些“AAAA”所不具备的新特性，如地址聚集，地址重编号等。

3.1.2 反向解析 IPv6 反向解析的记录和 IPv4 一样，是“PTR”，但地址表示形式有两种。一种是用“.”分隔的半字节 16 进制数字格式(Nibble Format)，低位地址在前，高位地址在后，域后缀是“IP6. INT”。另一种是二进制串(Bit-string)格式，以“\[”开头，16 进制地址(无分隔符，高位在前，低位在后)居中，地址后加“]”，域后缀是“IP6. ARPA.”。半字节 16 进制数字格式与“AAAA”对应，是对 IPv4 的简单扩展。二进制串格式与“A6”记录对应，地址也像“A6”一样，可以分成多级地址链表示，每一级的授权用“DNAM”记录。和“A6”一样，二进制串格式也支持地址层次特性。

反向解析也称为指针检索，根据 IP 地址来确定主机名。为了给反向解析创建名字空间，在 IP6. INT 域中，IPv6 地址中所有的 32 位十六进制数字都逆序分隔表示。

以地址链形式表示的 IPv6 地址体现了地址的层次性，支持地址聚集和地址更改。但是，由于一次完整的地址解析要分成多个步骤进行，需要按照地址的分配层次关系到不同的 DNS 服务器进行查询，并且所有的查询都成功才能得到完整的解析结果。这势必会延长解析时间，出错的机会也增加。因此，在技术方面 IPv6 协议需要进一步改进 DNS 地址链功能，提高域名解析的速度才能为用户提供理想的服务。

3.1.3 IPv6 中的即插即用与 DNS IPv6 协议支持地址自动配置，这是一种即插即用的机制，在没有任何人工干预的情况下，IPv6 网络接口可以获得链路局部地址、站点局部地址和全局地址等，并且可以防止地址重复。IPv6 节点通过地址自动配置得到 IPv6 地址和网关地址。但是，地址自动配置中不包括 DNS 服务器的自动配置。如何自动发现提供解析服务的 DNS 服务器也是一个需要解决的问题。DNS 服务器自动发现的解决方法可以分为“无状态”和“有状态”两类。

在无状态的方式下，需要为子网内部的 DNS 服务器配置站点范围内的任播地址。要进行自动配置的节点以该任播地址为目的地址发送服务器发现请求，询问 DNS 服务器地址、域名和搜索路径等 DNS 信息。这个请求到达距离最近的 DNS 服务器，服务器根据请求，回答 DNS 服务器单播地址、域名和搜索路径等 DNS 信息。节点根据服务器的应答配置本机 DNS 信息，以后的 DNS 请求就直接用单播地址发送给 DNS 服务器。

另外，也可以不用站点范围内的任播地址，而采用站点范围内的多播地址或链路多播地址等。还可以一直用站点范围内的任播地址作为 DNS 服务器的地址，所有的 DNS 解析请求都发送给这个任播地址。距离最近的 DNS 服务器负责解析这个请求，得到解析结果后把结果返回请求节点，而不像上述做法是把 DNS 服务器单播地址、域名和搜索路径等 DNS 信

息告诉节点。从网络扩展性、安全性、实用性等多方面综合考虑，第一种采用站点范围内的任播地址作为 DNS 服务器地址的方式相对较好。

在有状态的 DNS 服务器发现方式下，是通过类似 DHCP 这样的服务器把 DNS 服务器地址、域名和搜索路径等 DNS 信息告诉节点的。当然，这样做需要额外的服务器。

3.1.4 IPv6 过渡阶段的 DNS 在 IPv4 到 IPv6 的过渡过程中，作为 Internet 基础架构的 DNS 服务也要支持这种网络协议的升级和转换，当然这也要有一个过渡方法，而不是一下子全面改成 IPv6 的 DNS 系统。IPv4 和 IPv6 的 DNS 记录格式等方面有所不同，为了实现 IPv4 网络和 IPv6 网络之间的 DNS 查询和响应，可以采用应用层网关 DNS-ALG 结合 NAT-PT 的方法，在 IPv4 和 IPv6 网络之间起到一个翻译的作用。例如，IPv4 的地址域名映射使用“A”记录，而 IPv6 使用“AAAA”或“A6”记录。那么，IPv4 的节点发送到 IPv6 网络的 DNS 查询请求是“A”记录，DNS-ALG 就把“A”改写成“AAAA”，并发送给 IPv6 网络中的 DNS 服务器。当服务器的回答到达 DNS-ALG 时，DNS-ALG 修改回答，把“AAAA”改为“A”，把 IPv6 地址改成 DNS-ALG 地址池中的 IPv4 转换地址，把这个 IPv4 转换地址和 IPv6 地址之间的映射关系通知 NAT-PT，并把这个 IPv4 转换地址作为解析结果返回 IPv4 主机。IPv4 主机就以这个 IPv4 转换地址作为目的地址与实际 IPv6 主机通过 NAT-PT 通信。

对于采用双协议栈方式的过渡方法，在 DNS 服务器中同时存在“A”记录和“AAAA”(或“A6”)记录。由于节点既可以处理 IPv4 协议，也可以处理 IPv6 协议，因此无需类似 DNS ALG 的转换设备。无论 DNS 服务器回答“A”记录还是“AAAA”记录，都可以进行通信。

3.2 IPv6 网络管理系统

3.2.1 IPv6 相关 MIB 目前 IPv6 MIB 包含 6 个表项：

- ipv6IfTable, 为 IPv6 接口表，包含设备所有的 IPv6 接口情况。
- ipv6IfStatsTable, 包含 IPv6 接口的流量统计情况。
- ipv6AddrPrefixTable, 为 IPv6 地址前缀表项，反映设备 IPv6 接口相关的地址前缀。
- ipv6AddrTable, 含有关 IPv6 接口的地址信息。
- ipv6RouteTable, 为 IPv6 路由表项，IPv6 单播传送地址决定网络包的转发。
- ipv6NetToMediaTable, 为 IPv6 地址翻译表项，用来将网络地址翻译成物理地址。

另外 TCP、UDP、ICMP 等都增加了相应的 IPv6 MIB。

3.2.2 IPv6 网络管理系统 SNMP 没有定义传输 SNMP PDU 的方式，并且 SNMP PDU 与网络无关，因此在 IPv6 环境下实现 SNMP 是完全可能的。

但对 IPv6 网的管理和测试与对 IPv4 网的管理和测试有很大区别，IPv4 网着重网络的生存能力和信息传送的公平性，IPv6 网也关心网络的生存能力和信息传送的公平性，但更看重网络的可管理性、可维护性、网络提供的端到端服务质量(QoS)和承载多业务能力。另外 IPv6 环境下，某些网络管理功能的实现发生了很大变化，如使用邻居发现代替 ARP 功能，使用扩展的 ICMP 协议来运载邻居发现报文等。IPv6 地址自动配置特性对网络管理也提出了要求，再有 IPv6 也为 SNMP 提供了新的安全保障，IPv6 设备也需要安全管理，因而，它比 IPv4 网络的要求也更复杂和困难。

IPv6 网络综合管理的范围包含所有网络路由设备、交换设备;根据 ITU-T 和 TMF 等相关标准以及电信行业规范,管理的层次包括基本的网元管理、网络管理、业务管理以及事务管理等不同方面。

网络管理模式大体上分为三种:远端应急管理系统、带外管理、带内管理。在进行网管平台的建设时,充分考虑到扩展性。目前国内外大规模网络运营商趋向于在网络建设中尽量把网管数据与业务数据分开,为网管数据建立独立通道,以保证重要的管理数据、敏感的统计信息、敏感和占用带宽的实时计费信息的安全、可靠传输。有助于提高网管的效率与可靠性,也有利于提高网管数据的安全性。

IPv6 环境下,SNMP 性能也发生了变化,由于 IPv6 报头长度的变化,SNMP 报文数据量增加,特别是在取单个 MIB 值时,增长达 27%,随着每次所取 MIB 值的增加,两者差别减小。

4 IPv6 特色业务

IPv6 网络形成以后,要想迅速促进其发展,必须在其网络之上形成大量业务,一方面可以将 IPv4 网络业务引入进来,另一方面还应研究 IPv6 的特色业务,如视频业务,移动 IP 业务、Peer-to-Peer(P2P)业务等。

4.1 杀手应用——IP 电信网

IP 电信网的需求只有 IPv6 的承载才能完全满足,IPv6 具有优异的端到端服务能力;IPv6 有充分的地址空间,多级分层结构,地址规划便利;IPv6 有充分的流标识空间,有利用发展更好的服务质量机制;IP 电信网是一个增值业务网络,营运方式有一定差异,相比传统的数据网,采用 IPv6 在维护性和收益方面要好很多。

4.2 杀手应用——在线游戏

游戏业是一个很大的产业,仅美国的游戏市场就达到了 100 亿美元。在线游戏又是游戏业的一个明显的发展趋势。

在线游戏需要把分散在不同地域的用户连接起来,并保证安全、隐私和计费的需要。由于缺少足够的 IP 地址,IPv4 的网络无法满足在线游戏 P2P 的需求。

在线游戏必须支持固定和移动两种网络接入方式。采用基于 IPv6 的游戏终端主要是和游戏服务器进行交互,几乎不需要访问原来大量的 IPv4 的服务器,这也非常符合 IPv6 网络早期的“相互连接的孤岛”的架构。

4.3 IPv6 在 3G 中的应用

IPv4 地址空间不足,限制了网络 and 用户数目的发展;NAT 技术破坏了网络端到端的特性,缺少固定地址、永远在线机制,限制了移动 IP、IP 电话、Push 业务的发展;移动网络向 IPv6 承载过渡是必然趋势。

3G 网络的部署不仅为用户提供了更加高速的无线连接,也为用户接入到互联网提供了更为丰富的接入手段。IPv6 的采用,不仅满足了未来移动设备对 IP 地址空间的需求,也让移动终端更易于配置管理(自动配置);而用户对基于 IP 的应用业务的使用也更为安全方便。

早在 1997 年,IPv6 就被引入到 GSM/GPRS 标准中。2001 年 5 月,在 3GPP Release5 中,IPv6 则被确立为 3G 多媒体业务子系统(IMS)中唯一支持的 IP 协议版本。

另一方面,IETF 作为互联网协议的标准组织,也积极推动 IPv6 在 3GPP 中的应用。与 IPv6 相关的标准化研究工作在 IETF 的多个工作组展开,如 AAA 工作组、IPv6 工作

组、ROHC 工作组等。

移动用户对基于 IP 灵活多样的、低成本的应用业务的需求,推动了传统电路交换网络运营商着手部署基于 IP 技术的包交换网络,从而拉开了两种网络融合的序幕。

4.3.1 基于 IPv6 的 3G 数据传输网络 3G 网络由用户终端(UE)、接入网(UTRAN)和骨干网构成,骨干网内主要有服务 GPRS 节点(SGSN)和网关 GPRS 节点(GGSN)两种。SGSN 承担认证授权以及移动性管理等功能;GGSN 则连接其他网络与内部网络,并承担着收集计费信息的功能。

这样,接入的移动终端与 GGSN 之间建立了基于 IPv4 或 IPv6 的数据包协议上下文(PDP Context),而从移动终端发出的 IP 数据包,由 GGSN 路由,经由用户指定的 GGSN 上的接入点(APN),访问目标网络。对于用户使用其他终端设备,经由移动终端访问目标网络。

4.3.2 3G 网络中对移动终端 IPv6 地址的分配 与一般的 IPv6 节点地址配置一样,在 3G 网络中,移动节点的地址配置也有两种方式:有状态的和无状态的自动配置。在 3G 网络中,GGSN 的每一个接入点(APN)都可以单独指定地址配置方式。其中无状态的地址自动配置方式与一般的 IPv6 节点不同。地址配置的协议过程如下:

(1)移动终端发起激活 PDP 上下文请求,指定 PDP 类型为 IPv6;

(2)SGSN 接收到请求,发起建立 PDP 上下文请求;

(3)GGSN 收到请求,为移动终端分配接口标识以及地址前缀,然后将信息封装在建立 PDP 上下文的响应中,发回给 SGSN;

(4)SGSN 将响应信息封装在激活 PDP 上下文认可中,发回给移动终端;

(5)移动终端得到地址配置信息,然后可以按照配置发起路由器请求;

(6)GGSN 发送路由器广播给移动终端。

经过以上过程,移动终端利用路由器广播信息,与先前收到的接口标识组成 IPv6 地址。而且,由移动终端发出的 IPv6 数据包,则被 3G 网络中的节点直接转发到 GGSN,再由 GGSN 路由到目标网络。

4.4 智能终端和家庭网络

IPv6 非常适合拥有巨大数量各种细小设备的网络,将在连接由各种简单装置的超大型网络中运行良好,这些简单设备不仅仅是手机和掌上电脑/PDA,还可是标签机、家用电器、信用卡、水电表等。

IPv6 的特长是可以无限制地为网络终端提供上网所必不可缺的 IP 地址,使家用游戏机及电视等接入网络。这样一来,同一个家庭内不光个人电脑而且电子微波炉、空调等所有家电都可拥有一个 IP 地址接入因特网。

e3global 目前推出了上网家电及 PDA 的 IPv6 协议堆栈(Protocol Stack)“e3-IPv6”。另外 μITRON 4.0 版和 Vx-Works 版 IPv6 堆栈协议的开发也基本完成。此外还有公司在开发面向嵌入式终端的 Linux 版本。

4.5 SIP 和 IPv6 的结合

SIP 是 IETF 提出的在 IP 网络上进行多媒体通信的应用层控制协议,可用于建立、修改、终结多媒体会话和呼叫。SIP 协议采用基于文本格式的客户-服务器方式,以文本的形式表示消息的语法、语义和编码,客户机发起请求,服务器进行响应。SIP 独立于低层协议——TCP 或 UDP,而采用自己的应

用层可靠性机制来保证消息的可靠传送。有关 SIP 协议的详细内容可参见 IETF RFC3372,该规范已经定义了对 IPv6 的支持。SIP 与 IPv6 的结合一方面消除了 NAT 转换带来的效率低下问题,另一方面也提高了安全性。SIP 与 IPv6 的结合,将为下一代网络的融合奠定基础。

4.6 杀手应用——组播业务

组播是一种允许一个或多个发送者(组播源)发送同一报文到多个接收者的技术。组播源将一份报文发送到特定组播地址,组播地址不同于单播地址,它并不特定属于某单个主机,而是属于一组主机。一个组播地址表示一个群组,需要接收组播报文者加入这个群组。这样,无论有多少个组播报文接收者,整个网络中任何一条链路只传送单一的报文,大大节省了带宽。未来可开展基于组播的业务,如视频点播等。

4.7 具有服务质量保证的语音及其视频业务

如何利用 IPv6 新的服务质量机制,开展一些语音及视频业务,也是研究的一个重点。

4.8 安全电子交易业务

在 IPv6 中,IPSec 是必须得到支持,这就为开展一些对安全性要求较高的业务提供了保障。

4.9 其他相关应用

如 IPv6 在软交换、ENUM 中的应用等。

小结 目前在日本,已开展了 Internet Car(智能运输系统)应用,Sony 还在进行一些实验,如网络 HDD VCR、远程医

疗诊断和 IPv6 Town 等。目前韩国,ETRI 已经开发了 IPv6 多播视频会议、视频流业务,NCA 已经开发了 VoIPv6,另外开展了一些宽带 Internet 业务,如在线网络游戏、网络银行、网络教学、实时 VOD 等。6TALK 目前正在开发 IPv4/IPv6 过渡技术,6ANTS 在开发网络自动配置技术,6NEAT 在开发 IPv6 应用。目前台湾 HiNet 开展了大量的 IPv6 多媒体业务,如 VOD、TV、娱乐等。另外还进行一些实验,如在 IPv6 网络上进行远程科学 Grid 的建立,ITRI 也基于 IPv6 进行 SIP/Enum 的实验。这些都为 IPv6 业务的探索奠定了基础。

参考文献

- 1 Huitema C. IPv6—The New Internet Protocol(Second Edition). Prentice Hall,1998
- 2 Deering S,Hinden R. Internet Protocol,Version 6 (IPv6) Specification. RFC 2460,Dec. 1998
- 3 RFC 2990,Next Steps for the IP QoS Architecture. G. Huston. Nov. 2000. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2990.txt>
- 4 Engels M,Erreygers J. IPv6 Flow Label Classifier. <http://grouper.ieee.org/groups/802/16/tgd/contrib/C80216d-03-14.pdf>,2003
- 5 Johnson D,Perkins C. Mobility Support in IPv6. Internet Draft, draft-ietf-mobileip-ipv6-13.txt,Nov. 2000
- 6 Hinden R,O'Dell M,Deering S. An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format. RFC 2374,July 1998

人工智能又添新篇

继《人工智能及其应用》第三版本科生用书在不久前问世之后,由蔡自兴教授和徐光祐教授编著的《人工智能及其应用》第三版研究生用书又于 2004 年 8 月由清华大学出版社出版发行了。该书第一版(1987 年)是国内率先公开出版的人工智能教材。1992 年在海外出版繁体字版。1996 年出了第二版。该书已先后印刷了 10 多次,共发行 10 万多册,居全国同类书籍之冠,已为国内数百所大学用作教材和教学参考书;曾获 1999 年度国家教育部科技进步一等奖和 2002 年国际优秀论文(作品)奖,并与其他成果一起获 2000 年中国高校自然科学二等奖和 2001 年省部级优秀教学成果一等奖。

本书系统地介绍了人工智能的基本原理及其应用,全面地反映了国内外人工智能研究与应用的最新进展。该书第三版研究生用书共 12 章。第一章叙述人工智能的概况,列举出人工智能的研究与应用领域。第二章、第三章研究传统人工智能的知识表示方法、搜索推理和高级知识推理技术。第四章阐述计算智能的基本知识,包括神经计算、模糊计算、粗糙集理论、进化计算、人工生命、群智能、自然计算和免疫算法诸内容。第五章至第十章详细地讨论人工智能的主要应用,包括专家系统、机器学习、自动规划、艾真体(Agent)、机器视觉、自然语言理解和智能控制等。第十二章评述近年来关于人工智能的争论,讨论人工智能对人类经济、社会和文化的影响,展望人工智能的发展。与第二版相比,许多内容都是第一次出现的,如高级知识推理、分布式人工智能与艾真体、计算智能、进化计算、群智能优化、自然计算、免疫计算以及知识发现和数据挖掘等。其他章节也在第二版的基础上作了相应的修改、精简或补充。

该书可作为高等院校计算机专业及相关专业研究生的人工智能课程教材,也可供从事人工智能研究与应用的科技工作者学习参考。本科生教材可使用该书的姊妹篇“本科生用书”。分别编著出版“本科生用书”和“研究生用书”是一种尝试,可望能够发挥更好的作用。

中国科学院院士、中国科学院数学与系统科学研究院研究员吴文俊先生为该书作了“计算机时代的脑力劳动机械化与科学技术现代化”的代序,畅谈实现脑力劳动自动化问题,并指出:关于人工智能,读者“可从本书得到充分的了解”。中国科学院院士、清华大学信息学院院长李衍达教授为该书作序,对该书的特点和创新给予充分肯定。该书第三版还发表了工程院首任院长、原全国政协副主席宋健院士 1988 年 2 月任国务委员兼国家科委主任时给蔡自兴教授的亲笔信,对该书给予了高度评价。三位院士的序和信进一步表明该书是一本优秀的著作和精品的教材。(朝阳、敏捷)