

IPv6 和未来移动通信*

王垒,魏更宇

(北京邮电大学 计算机科学与技术学院,北京 100876)

摘要:随着移动通信技术和因特网数据业务的迅速发展,如何将两者有机地结合起来,为移动用户提供随时随地的无线数据服务和计算能力,已成为通信行业感兴趣的问题。虽然 i-moded 等业务的成功,推动了基于 WAP/IPv4 的无线应用的发展;但是,IPv6 的增强功能才是未来移动网络的重要支持。因此,在无线/移动网络中研究和采用 IPv6 成为一项紧迫的工作。介绍了 IPv6 的增强功能,提出了需要解决的问题。

关键词:IPv6;未来移动通信;因特网技术

中图分类号:TN911.22 **文献标识码:**A

0 引言

为了将蜂窝移动通信技术和因特网数据通信技术融入到未来的移动通信系统(UMTS/IMT2000)中,IPv6 所具有的潜在能力越来越受到通信业界的关注^[1]。由于 IPv6 具备了未来移动通信系统的概念中需要的几个增强功能,所以,3GPP 正在努力地将 IPv6 集成到 UMTS 中^[2,3]。

由于现有的网络体系存在着诸多的局限,基于 IPv4 的网络,一方面限制了网络运营商、设备制造商或业务提供商所期望的 IP 地址的数量;另一方面移动支持的先天不足,不利于未来无线网络对永远在线的支持。因此,引入 IPv6 所具备的潜能,可以为未来的无线通信开辟一条崭新的途径^[4,5]。首先,IPv6 提供了超乎想像的地址容量;其次,IPv6 增强了一些支持未来无线网络应用的功能,包括可扩展的网络体系结构、增强端到端的安全和数据完整性、集成的 QoS、自动的配置、网络移动性、以及在骨干网络层路由的汇聚等。

这样,集成 IPv6 和最新的移动通信技术,就有可能同时克服目前这两方面所面临的问题,诸如,因特网 IP 地址的短缺、QoS 和安全问题;移动通信的频谱、带宽和服务内容的稀少。所以,研究如何在移动通信环境中应用 IPv6 成为必然的趋势。

1 未来移动通信

未来移动通信将是“Multi-environment, Multi-operator, Multi-vendor”的系统网络。它将提供包括声音、低速或高速的流数据、视频等多种无线通信业务,同时保证移动用户能够使用各种通信终端设备,无论在公用或私用的网络环境下工作,实现任何人、在任意地点、任何时间(anyone, anywhere, anytime)发起或接受通信连接。这是一个异构的无线网络,构成了多种技术分等级重叠的网络环境,确保在任何时间、任意地点的可接入性;并且也支持对时间敏感数据的访问,不受数据的物理位置的限制。所以,就有必要研究如何从现在业务比较单一的网络过渡到未来的多业务系统网络。

当移动通信网络从第一代的模拟标准过渡到第二代的数字标准时,关注的焦点主要在于链路性能、集成的语音/数据业务与短消息业务。现在,要以更加开阔的眼界来看待通信产业,未来通信网络通过融合因特网和多种服务到无线技术主导的移动网络,将产生或开发出基于支持移动性和高速的数据传送的新应用。在这个过程中必须同时考虑到 2 个方面的问题,其一,用户可预期的需求包括全球漫游的可用性,单一号码的漫游,易使用而且费用低;其二,网络运营商关心的问题包括信令和电源的效率、

* 收稿日期:2003-01-15 修订日期:2003-03-29

作者简介:王垒(1977-),男,山东安丘市人,硕士研究生。主要研究方向为因特网技术、移动 IP、垂直切换。

互通的位置注册、以及对现有网络基础最小程度的调整等。

无线网络运营商、ISP 和相关制定标准的组织(3GPP、IETF)都在积极地考虑部署 IP 的可能性,努力将 IP 的移动性和安全性扩展到无线网络中。下一代的移动通信网络将是完全 IP 为核心的层次化网络,融合了现有的与将来的各种有线的或无线的接入技术,保证用户能够方便地无缝连接,同时提供声音、数据、实时交互的多媒体等不同业务种类的通信网络。可以看到,下一代网络的概念不仅仅是带宽和服务,最重要的是无缝的、完全 IP 的网络。基于因特网应用和业务的迅猛增长,IP 将会在今后的通信系统中成为最重要的网络层协议,因为建立支持多媒体应用的通信网络,就需要选择 IP 这个最通用的网络层协议。

2 下一代因特网协议

因特网已经改变了人们生活的方方面面,包括商务、教育和娱乐等。未来的因特网不仅强调带宽,更强调提供随时随地、方便地获得服务和应用。基于 IPv6 的因特网能够满足在全球骨干网络级构造更大规模网络的需求^[7,8];而且 IPv6 提高了网络安全性和数据完整性,支持自动配置、移动计算、数据组播、以及高效的网络路由聚类。IPv6 对未来应用的重要增强功能归纳如下。

(1) 寻址和路由 (addressing & routing)。IPv6 的 128 位地址形成了一个巨大的地址空间,能够为目前所有可以想见的网络设备提供全球惟一的地址。聚类单播地址是默认的地址,这种地址类型适用于基于分层的网络拓扑结构;路由器可以使用多个可聚类的短路由表,每个路由表中仅存放适量数目的记录,提高路由效率。

(2) 自动配置 (auto-configuration)。IPv6 支持无状态和有状态 2 种自动配置地址的方式。无状态地址自动配置方式是获得地址的关键。在这种方式下,需要配置地址的节点使用一种邻居发现机制获得 1 个局部连接地址。一旦得到这个地址之后,它使用另一种即插即用的机制,在没有任何人工干预的情况下,获得 1 个全球惟一的路由地址。有状态地址配置机制,需要一个额外的服务器(支持 DHCP 协议),因此需要很多额外的操作和维护。

(3) 可靠性和可扩量性 (reliability & scalability)。这是未来的因特网区别于现在的因特网的一个最明显的标志。由于网络提供随时随地、永远在线的使用,终端用户能即时连接因特网,而不必用烦琐的拨号登录,并且在站点上获得各种服务、应用和内容。

(4) 保密性和安全性 (privacy & security)。在安全性方面,IPv6 同 IPSec 机制和服务一致。认证报头(AH)用于保证数据的一致性,其封装的安全负载报头(ESP)用于保证数据的保密性和数据一致性。也作为 IPSec 的一个重要应用,IPv6 支持虚拟专网(VPN)的功能。

(5) 服务质量 (quality of service)。IPv6 定义了 24 位的业务流等级(traffic flow class)支持不同业务(DifferServ),也支持 RSVP 对更复杂的 QoS 控制;IPv6 包头中 20 位长的流标签(flow label)可以用来优化路由和实现安全机制。对“永远在线”连接的支持,可以防止服务中断,提高网络性能。

(6) 无处不在的接入 (ubiquitous access)。各种终端设备都可以通过 IPv6,利用各种无线接入技术透明地接入到因特网。

(7) 组播和任意播 (multicast and anycast)。IPv6 支持服务器传输多媒体信息流,既可以将对时延敏感的数据传送到地理位置分散的终端上,又能够在传输过程中最大限度地复用数据包,而不浪费网络资源。另外,依照当前的路由协议度量拓扑,任意播能够将数据包寻址到群地址中惟一的接口上。

(8) 移动性 (mobility)。IPv6 的网络层移动性解决方案比起 IPv4 优点十分突出,它能够在全球范围内解决网络和访问技术之间的移动性问题;支持切换路由的动态更新和相应的认证,但是简单可扩展的全局移动性解决方案,还不适于支持快速、无缝的切换功能;这些可以通过实现 Hierarchical Mobile IPv6, HAWII, Cellular IP 或 LMM 来弥补。第三代移动通信虽然支持平滑的移动性,但是建立在复杂的网络基础结构上的控制,就缺少基于 IP 解决方案的灵活性。移动通信界早已意识到这一点,积极参与了 IPv6 的标准化,改善了对目的地选项的处理,自动配置,路由头,隧道,安全和任意播地址等。不过也应该注意到,就移动性的支持而言,IPv6 尚缺乏蜂窝移动通信提供的快速切换控制、实时位置

跟踪、认证和分布策略管理。

总之,IPv6 为用户、网络运营商和设备制造商都带来了许多潜在的益处。对终端用户,IPv6 可以提供新的实时消息服务,并且具有低开销、高性能的优点。对网络运营商,IPv6 可以降低投资和运行成本。网络运营商只要使用支持 IPv6 的路由器,就可以轻松地建立自己的网络;不再需要用于特定服务的网关或地址翻译器。IPv6 还可以简化和加速网络建设,既省钱又省时。这必将带来新的服务、业务内容和商业时机。

3 相关的标准化工作

为了开发一个全 IP 的无线通信网络提出的挑战,超出了现有 Mobile IP 和第三代移动通信技术的能力。标准化组织的工作动向已经在关注这些挑战,并提出了通过对 GPRS 和 EDGE 技术的增强来更好地支持移动 IP 业务的设想,例如,IETF 的 Mobile IP 工作组对蜂窝移动通信公司提出的新需求给以积极响应。此外,蜂窝移动通信网络运营商和业务供应商也在已有的企业论坛基础上,相继组成了新的论坛,例如,3GPP,3GPP2,3G.IP 等,其目的是要关注增强 IP 移动性的相关方案,在不丢弃 IP 技术的原则下,构造一个费用低廉、应用灵活和透明性好、而且支持无缝连接的移动网络,还可以使已经在第三代移动通信设备投入的厂家无需修改已有的设计。具体地,在 3GPP2 的 TSG-P 清晰地阐述了要在 UMTS 中支持无线数据包的网络能力的需求,需要改进的关键技术就是 Mobile IP;ETSI 和 TTA 的 TR45.3 中 DCSS (digital cellular standard subcommittee)为下一代蜂窝移动技术定义了基于电路交换和包交换的无线数据能力。

4 相关的项目

(1) 欧洲 Drive (Dynamic radio for IP services in vehicular environment)。目标是在一个由各种各样的无线接入手段组成的异质环境下传输 in-vehicle 的多媒体服务,从而保证有效的频谱利用率和高质量的无线 IP 通信;接入手段的选择可根据业务流的需求、用户的优先选择以及在不同的接入系统中的资源的可用情况而定。

(2) 日本 MIRAI (multimedia integrated

network by radio access innovation)。目标是到 2005 年要无缝地将各种无线接入系统集成起来,可以供实际使用;基本的概念就是每一种业务都是由最适合支持这种业务的网络进行传输;希望得出一个通用的工具,通用的平台和通用的接入,主要由 3 部分组成:基于 SDR 的支持多业务的用户终端,基于 IPv6 的支持无线通信的 CCN 和一个基本的接入网络模型;移动终端能够同时通过 1 个或多个 RAN 进行通信,这不同于传统的只是选择一个或者另一个的意义!

(3) 美国 BARWAN (The Bay Area research wireless access network)^[6]。目的是通过多覆盖的网络来支持无线接入,并且为应用传递高层次的端到端的性能;综合广域覆盖的长处的同时,还为移动终端提供最大可能的带宽和时延,使得应用能够适应其网络连接质量的变化。

5 需要解决的问题

研究和采用 IPv6 需要解决以下问题。

(1) 建立统一的、公共的完全 IP 的体系结构。IP 网络层将要融合现有的、甚至将来可能出现的各种无线接入系统,包括无线局域网、蜂窝移动通信网、卫星通信网、传呼和无绳电话,甚至室内红外及固定无线;并且最大限度地保留原有系统的设备、技术和基础结构不变。另外,同 Internet 相类似的一点,就是确保新的网络运营商能够容易地参与竞争,甚至允许个人的网络组建和接入。总之,就是要开放;网络结构是分层,还是 ad hoc?需要进一步研究。

(2) 建立支持 IP 的宽带无线接入系统。要能够支持面向包交换的承载,并且保证足够高的接入速率;不但能够在不同的 CELL 灵活分配资源,还能在上下链路动态调整;能够完全地同现有的甚至将来接入系统通过基于 IP 的核心网互联,而只需进行很少的互联操作;结合 OFDM 的 TDMA 或 CDMA 有希望成为接入系统候选技术。

(3) IPv6 本身的问题。主要是要解决涉及移动 (mobility)、质量和安全 (quality & security) 的问题,再一个重要的方面就是认证 (AAA)。一方面,要寻求在网络层上通用的切换解决方案,就必须采用 Mobile IP,而不是 IS95 中的 IS41 或者 GSM 中的 MAP,更不能是传输层的 STCP 和应用层的 SIP。

这需要和 Cellular IP、HMIP、HAWII、LMM 等协议相结合。特别是在未来移动通信环境下,可能出现网络综合了各种各样接入技术,如果要达到完全的网络覆盖,就要考虑异质网络间的无缝切换问题。另一方面,可以预见在将来,除了传统的数据和语音业务外,更多的将是实时交互的多媒体业务。如果是这样,网络就必须有足够的 QoS 保证^[9],就要考虑与业务相适应的差错和流量控制策略,业务与资源的管理可以考虑同既存的 DiffServ、InteServ 以及 RSVP 的结合;在安全性方面则要与 IPsec 很好地结合用以支持 VPN。

6 结束语

现在要避免出现解决 2000 年问题(Y2K)那样的混乱局面,就必须早一点为这个过渡作好准备。首先要构建一个坚实的知识基础,网络建设者们可以先升级主机然后再升级路由器,或者先升级路由器然后再升级主机,甚至可以只升级一部分主机和路由器。Tunneling, Translators& Dual Stack 这 3 种主要的互操作机制中的哪一个将成为主流还是一个未知数。在不久的将来当 WLAN 被无缝透明地集成到 WAN 中时,整个网络将变得透明,正如 Ethernet 的广泛普及打破了 ATM 的惟一可扩展性的神话;在接下来的几年里同无线数据传输相关的瓶颈也将被消除。

总之,向建立一个完全基于 IP 的网络方向发展的动力可以归纳为三方面:经济、工程技术和终端用户。移动网络运营商试图为客户提供一个更加广泛的应用和服务;可以肯定地说,未来的移动通信网络对于 IPv6 有着特殊的需求;若要建立一个完全 IP

的移动数据网络体系结构,Mobile IPv6 将是最核心的技术。

参考文献

- [1] NIELSEN T H. IPv6 for future wireless networks [J]. *Wireless Personal Communications*, 2001, 17:237-242.
- [2] WORRALL K P. The impact of IPv6 on wireless networks [C]. *3G Mobile Communication Technologies*, 2001, 26-28.
- [3] LADID Latif. IPv6 on everything: the new Internet [C]. *3G Mobile Communication Technologies*, 2001, 26-28.
- [4] PERKINS Charles E. Mobile IPv6[Z]. Nokia Research Center, 2000.
- [5] GARG V K. Mobile IP for 3G wireless networks[Z]. IEEE, 2000.
- [6] KATZ Randy H. The Bay Area Research Wireless Access Network (BARWAN) [C]. *Proceedings of COMPCON'96*, 1996.
- [7] XU Lin. IPv6 based infrastructure for wireless IP in multi-radio environments with quality of service support[Z]. IEEE, 2001.
- [8] WU Gang. Wireless Internet over heterogeneous wireless networks [Z]. IEEE, 2001.
- [9] 徐昌彪. 无线网络中差错控制与拥塞控制的分析[J]. *重庆邮电学院学报(自然科学版)*, 2001, 13(1):30-33. (编辑:刘勇)

IPv6 and future mobile communications

WANG Lei, WEI Geng-yu

(College of Computer Science and Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, P. R. China)

Abstract: Recently there has been a significantly increasing interest in building future UMTS/IMT-2000 systems based on IP technologies with the rapid developments of mobile communications and Internet. Since all mobility-related functionalities should be at IP layer in the future mobile networks, IPv6 has the potential capability to support ubiquitous and seamless access to a substantially wider and enhanced range of services, including global convergence, inter-operability, and mobility. It is required that researches and deployments of IPv6 be carried out in wireless and mobile network.

Key words: IPv6; future mobile communications; Ethernet technique