

# 基于 Internet 的第四代移动通信系统

顾志松<sup>1</sup> 黄允中<sup>2</sup> 张世永<sup>2</sup>

(复旦大学通信科学与工程系<sup>1</sup> 复旦大学计算机与信息技术系<sup>2</sup> 上海200433)

## The Internet-Based Fourth Generation Mobile Communication System

GU Zhi-Song<sup>1</sup> HUANG Yun-Zhong<sup>2</sup> ZHANG Shi-Yong<sup>2</sup>

(Department of Communication Science and Engineering, Fudan University<sup>1</sup>,

Department of Computer and Information Technology, Fudan University<sup>2</sup>, Shanghai 200433)

**Abstract** This paper generalizes the previous mobile communication systems from the first generation to the third generation, and presents the requirements of the future fourth generation mobile communication system (4G). Then the Internet-based 4G system is presented, which breaks through the close structure of the traditional ones. Finally, the key technologies of the Internet-based 4G system are discussed.

**Keywords** 4G, Mobile communication, Internet, Internet2, VOIP

### 1. 移动通信系统的发展历程

移动通信是指通信的双方或其中一方是在移动的过程中进行信息交换的,目前一般是指语音通信。移动通信已经经历了如下三个发展阶段(参见图1):

第一代移动通信系统(1G):主要采用模拟蜂窝通信技术和频分多址(FDMA)技术。这种技术只能提供区域性话音业务,无法跨区域漫游。而且通话效果差,保密性能也不好,用户的接听范围也很有限。

第二代移动通信系统(2G):主要采用数字技术和时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)等技术。例如 GSM 系统采用窄带 TDMA 技术,具有较强的保密性和抗干扰性,音质清晰,通话稳定,并具备容量大、频率资源利用率高、接口开放、功能强大等优点。但是它能提供的数据传输率比较低,无法满足多媒体通信的要求。

第三代移动通信系统(3G):即 IMT-2000,数据传输率高达2Mbps,可以提供前两代系统不能提供的各种宽带信息业务,如数据、视频、图像等。例如,象征着3G通信的标志技术 WCDMA(宽带码分多址)通过有效地利用宽频带,不仅能顺畅地处理声音、图像、数据以及与互联网快速连接,而且 WCDMA 和 MPEG4 技术结合起来还可以处理真实的动态图像。3G 系统目前即将推向市场。

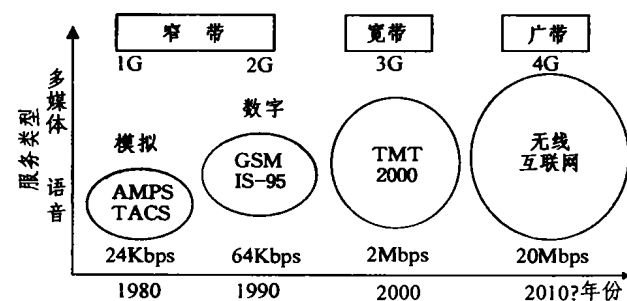


图1 移动通信系统的发展历程

从移动通信的发展历程来看,1G 系统已经退出历史舞台,2G 系统是目前移动通信的主流,而3G 系统则即将进入市场。但3G 技术发展至今仍不是很成熟。目前,3G 还缺乏全球统一的标准,即使在美国,也存在三种互不兼容的规范;3G 所运用的语音交换架构仍承袭了第二代(2G)的电路交换,而不是纯 IP 方式;更为重要的是,它的实际数据传输率只接近于普通拨号接入的水平,更赶不上 DSL,使得流媒体(视频)应用不尽如人意。在这种背景下,人们将目光转向了更先进的4G 系统。

### 2. 第四代移动通信系统(4G)的要求

鉴于前面三代系统的经验、教训,人们对未来的4G 系统提出了各种各样的要求。从应用的角度来看,4G 系统的总的目标是任何人在任何时间和任何地点实现任何形式的通信,具体来说有以下几个要点:

(1)通信速率更高 移动通信速率将从3G 系统的2Mbps 提高到10~20Mbps,甚至100Mbps,真正满足数据、视频、图像通信的要求。

(2)服务内容更多 4G 通信提供的无线多媒体通信服务将包括语音、数据、视频、图像等,大量信息透过宽频的信道传出去,因此4G 也称为“多媒体移动通信”。

(3)覆盖区域更广 4G 通信将融合各种移动接入技术(甚至包括卫星通信),并具备统一和开放的接口,从而使人们真正实现全球漫游,并能 anywhere 实现通信。

(4)通信费用更低 通过建立全球统一的标准,采用先进的无线通信技术,降低无线接入服务的门槛,加剧通信运营商之间的竞争,从而使用户的通信费用大大降低。

### 3. 基于 Internet 的第四代移动通信系统

为了达到4G 系统的要求,专家们一致认为4G 系统应该基于纯 IP 网络。但本文研究认为,4G 系统不应该基于封闭独立的 IP 网络,而应该基于开放的 Internet(包括下一代 Internet)。因为 Internet 已经成为全球公认的标准,成为世界各国

致力发展的信息高速公路,Internet 的开放性和标准化使其得到了惊人的发展。基于 Internet 可以保证4G 系统能提供丰富的内容,实现随时随地的接入,并能降低通信的费用。虽然目前的 Internet 在通信速率和服务质量上还不能满足4G 系统的要求,但随着 Internet2和 NGI(下一代因特网)等技术的研究和应用并逐步融入到传统的 Internet 中,未来的 Internet 必将满足这些要求。

Internet2是由美国120多所大学、协会、公司和政府机构共同努力建设的网络,它的目的是满足高等教育与科研的需要,开发下一代 Internet 高级网络应用项目,如远程教学、远程医疗、视频会议、视频点播、数字图书馆等,这些应用都将会因为 Internet2而蓬勃发展。交互式密集型的图形和多媒体应用,也是 NGI 的主要应用。Internet2无论在传输速率、安全性、稳定性、功能等各方面都比目前的互联网优越得多。目前世界上许多国家都参与到 Internet2的研究之中,这些研究必将进一步促进 Internet 的发展。

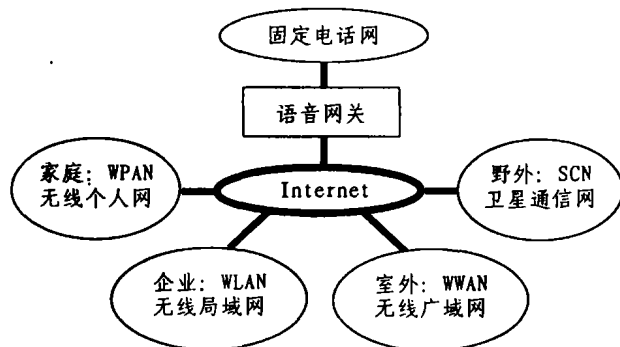


图2 基于 Internet 的4G 系统结构

基于 Internet 的4G 系统结构如图2所示。4G 系统可以概括为两大特点:广带(Broadband)接入和分布网络。广带接入是指无线接入的通信速率达到4G 系统的要求:10~20Mbps,而分布网络是指可以选择接入不同的无线接入网:

- 在家庭,移动终端可以应用蓝牙技术接入无线个人网(Wireless Personal Area Network),再通过 ADSL、Cable Modem 或以太网等接入 Internet;

- 在企业,移动终端可以应用802.11a/b 技术接入无线局域网(Wireless Local Area Network),再通过专线电缆或光纤接入 Internet;

- 在室外,移动终端可以应用 CDMA/OFDM 等技术接入无线广域网(Wireless Wide Area Network),再通过无线广域网服务商统一接入 Internet;

- 在野外,可能移动广域网不能覆盖,移动终端就可以接入卫星通信网(Satellite Communication Network),从而接入 Internet。

这种分布式的接入网络完全打破了以往移动通信系统封闭的系统结构。这样,用户就可以在不同的地方选择最有效、最廉价的接入方式。就算对移动广域网来说,不同的地区可以有不同的移动接入服务商(就如 ISP 一样),而不必像现在那样移动电话服务商必须在全国各地设立覆盖网点。这就大大节省了移动接入服务商的运营成本,从而达到降低通信费用的目的,甚至使国际长途跟市内电话一样便宜(就如访问国外网站和市内网站一样),使人们真正生活在“地球村”中。在统一的 Internet 环境中,固定电话也将融入4G 系统,通过语音网关接入 Internet 的网络环境实现相互间的语音通信。

基于开放的 Internet 的4G 系统使得基于4G 的增值服务的开发非常容易,任何人都可以将自己开发的应用加入进去;移动接入技术很容易得到发展,新兴的小公司很容易介入,从而促进竞争和加速经济的发展,打破了原来由少数大的电信公司垄断运营的局面。最终受益的是消费者,因为市场由用户驱动,用户有选择权。

人们一直在争论研究4G 系统是否为时过早,其实关键的一点就是4G 系统是指以上所述的分布网络还是仅仅指无线广域网。如果仅仅指无线广域网(广带接入),那么可能是十年以后的事情了;但如果是指整个分布网络,那么现在就可以开始试验和部署,因为上述系统是一个开放的结构,完全可以在原有的技术基础(包括3G 系统)上建立4G 的分布式网络结构,然后将更先进的技术(比如 Internet2、OFDM 等)逐步融入到4G 系统中。

#### 4. 基于 Internet 的4G 系统的关键技术

(1)服务质量 在目前的 Internet 基础上是绝对不可能建立真正的4G 系统的,因为它不能满足高带宽、低时延、高服务质量的要求。但目前国际上已经对下一代 Internet 做了大量的研究和试验。如前所述,目前 Internet2的研究已经成为国际关注的项目。Internet2的主要目的就在于克服目前 Internet 网络带宽不够、速度较慢、IP 地址不足等问题,以及提供网络的服务质量。Internet2的速度将比现在的互联网快1000倍以上,从而可以保证实现4G 系统的带宽要求。

(2)移动 IP 由于移动终端要在移动的环境中接入 Internet,因此必须考虑移动 IP 的问题。人们在 IPv4 的基础上设计了移动 IPv4,但它存在着需要外部转接代理(Foreign Agent)、地址空间日益减少以及 IPv4 地址分配不合理等诸多问题,因而有必要采用 IPv6 协议。IPv6 巨大的地址空间使地址的自动配置变得非常简单,移动节点可以简单快速地得到一个配置转交地址。IPv6 采用了层次化的地址结构,类似于电话号码的分布结构。移动节点间可以实现直接通信。另外 IPv6 安全性也更高。

(3)移动接入 如图2所示,移动接入有很多方式,其中以 802.11a/b 为代表的 WLAN、以蓝牙系统为代表的 PAN 技术已经比较成熟,而且符合4G 系统的通信速率要求(10~20Mbps),但移动广域网的接入目前还没有达到4G 系统的要求。以 CDMA 为代表的3G 系统只能达到2Mbps 的通信速率,但随着无线技术的发展,将会引入 SDMA(空分多址)和 OFDM(正交频分复用)等先进技术,使得未来的通信速率将能满足4G 的要求。

(4)无缝漫游 由于4G 系统的移动终端可能要在无线个人网、无线局域网、无线广域网甚至卫星通信网之间不停地切换,因此必须解决不同系统之间的无缝漫游问题。如何保证系统之间的无缝漫游,使得通信不致受到影响或出现中断,这是一个值得研究的课题。另外,在两个系统同时存在的情况下(比如在家庭里同时覆盖无线个人网和无线广域网),应该根据用户设定的优先级自动选择。

(5)VOIP 技术 VOIP 即 Voice Over IP,即语音作为一种应用跑在数据网络上。VOIP 产品正日趋成熟,很多企业已经开始在企业内部部署 VOIP 电话系统。如果要在 Internet 上运行 VOIP,可能会面临相当棘手的问题,因为当前的 Internet 无法提供 VOIP 所需要的服务质量。但是随着 Internet

(续前页第10页)

- Conf. on Management of Data, 1987
- 14 Bukhres O, Elmagarmid A. Kuhn e. Implementation of the Flex Transaction Model. *IEEE Data Engineering*, 1993, 16(2): 28~32
  - 15 Elmagarmid A K. Database Transaction Models for Advanced Applications. Morgan Kaufmann Publishers, 1991
  - 16 Chrysanthis P, Rammaritham K. ACTA: A Framework for Specifying and Reasoning about Transaction Structure and Behavior. In: Proc. of ACM SIGMOD Intl. Conf. on Management of Data, New York, 1990
  - 17 Biliris A, Dar S, Gehani N, et al. ASSET: A System for Supporting Extended Transactions. In: Proc. of SIGMOD Intl. Conf. on Management of Data, May 1994. 44~54
  - 18 Anwar E, Chakravarthy S, Viveros M S. An Extensible Approach to Realizing Advanced Transaction Models. In *Advanced Transaction Models and Architectures*, Sushil Jajodia and Larry Kerschberg eds., Kluwer, 1997
  - 19 Barga R, Pu C. A Practical and Modular Method to Implement extended Transaction Models. In: Proc. of Intl. Conf. on Very Large Data Bases, Zurich, Switzerland, 1995. 206~217
  - 20 罗海滨, 范玉顺, 吴澄. 工作流技术综述. *软件学报*, 2000, 11(7): 899~907
  - 21 Georgakopoulos D, Hornick M. An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure. *Distributed and Parallel Database*, 1995, 3: 119~153
  - 22 Worah D, Sheth A. What do Advanced Transaction Models Have to Offer for Workflows?. In: Proc. of the Intl. Workshop on Advanced Transaction Models and Architectures (ATMA), Goa, India, Aug. 1996
  - 23 Alonso G, Agrawal D, Abbadi A E, et al. Advanced Transaction Models in Workflow Contexts. In: Proc. of Intl. Conf. on Data Engineering, 1996. 574~581
  - 24 Waechter H, Reuter A. The ConTract Model. In *Database Transaction Models for Advanced Applications*
  - 25 Reuter A, Schwenkreis F. ConTracts—A Low-Level Mechanism for Building General-Purpose Workflow Management-Systems. In *Data Engineering Bulletin*, 1995, 18(1)
  - 26 Krishnamoorthy V, Shan M. Virtual Transaction Model to Support Workflow Applications. In: Proc. of the 2000 ACM Symposium on Applied Computing, Como, Italy, March 2000. 876~881
  - 27 Aalst W M P. van der. The application of Petri nets to workflow management. *Journal of Circuit Systems & Computers*, 1998, (1): 21~66
  - 28 Schuldt H, Alonso G, Schek H. Concurrency Control and Recovery in Transactional Process Management. In: Proc. of the ACM Symposium on Principles of Database Systems (PODS'99), Philadelphia, Pennsylvania, USA, May/June, 1999. 316~326
  - 29 Ding Ke, Jin Beihong, Wei Jun, Feng Yulin. New Model and Scheduling Protocol for Transactional Workflows. In: Proc. of the 26<sup>th</sup> Intl. Computer Software and Application Conference, COMPSAC 2002
  - 30 李红巨, 史美林, 陈信祥. 事务工作流的并发控制算法. *软件学报*, 增刊 2001. 1~9
  - 31 Schuldt H. Process Locking: A Protocol Based on Ordered Shared Locks for the Execution of Transactional Processes. In: Proc. of the ACM Symposium on Principles of Database Systems (PODS'01), Santa Barbara, California, USA, May, 2001. 289~300
  - 32 Transaction Service Specification Version 1.1, May 2000
  - 33 Cheung S. Java Transaction Service 1.0 Specification, Sun Microsystems Inc., Dec. 1999
  - 34 Cheung S, Matena V. Java Transaction API 1.01 Specification, Sun Microsystems Inc., April, 1999
  - 35 <http://www.bea.com/products/tuxedo/index.shtml>
  - 36 <http://www.microsoft.com/com/tech/MTS.asp>
  - 37 <http://www.bea.com/products/servers-application.shtml>

(上接第5页)

的发展,在 Internet 上运行 VOIP 也是可能的。VOIP 技术在 4G 系统中起了关键的作用。可以这么说,什么时候 VOIP 可以流畅地运行在 Internet 上,那么基于 Internet 的 4G 系统就可以正式实施了。

**(6) 网络管理** 网络管理主要包括两个方面:号码管理和计费管理。由于移动终端要在不同的移动接入网和不同的接入服务提供商之间自由漫游,那么移动终端的电话号码必须由统一的电话号码管理中心注册登记,使得电话号码和接入服务分离。计费管理也要由统一的结算中心来管理,以方便用户的使用,当然在发展初期也可以由移动接入服务商采用自己的计费方式独立核算。网络管理还要考虑网络的安全性。因为 Internet 的开放性一方面带来了各方面的好处,另一方面也给黑客的攻击提供了方便,每一个黑客都可以通过计算机和 Internet 直接攻击每一个移动终端。

**结论** 基于开放的 Internet 的 4G 系统打破了以往移动通信系统的封闭式结构,开创了全新的未来。尽管目前的 Internet 还达不到 4G 系统所要求的服务质量,但随着 Internet2 等技术的发展并逐渐融入到 Internet,未来的 Internet 必将满足 4G 系统的要求。从分布网络结构这个角度来讲,4G 并不是像许多人预测的那样,是 10 年以后才会出现的事情,现在就可以开始了,现在就可以在 Internet 的基础上,运用蓝牙技术、802.11a/b、GSM、CDMA 等原有的技术进行 4G 系统的试验。因为未来的 Internet 必定是在目前的 Internet 基础上逐步发展,并且兼容目前的 Internet,所以基于 Internet 的 4G 系统也

将随着 Internet 服务质量的提高而日益完善。本文需要强调的一点是,4G 系统和以往移动通信系统的本质区别不在于通信速率,而在于分布式的接入网络。

#### 参考文献

- 1 Proakis J G 著. *Digital Communication*(影印版). 北京:电子工业出版社,1998
- 2 Ohmori S, Yamao Y, Nakajima N. The Future Generations of Mobile Communications Based on Broadband Access Technologies. *IEEE Communications Magazine*, 2000, 38(12): 134~142
- 3 Lemley B. Internet2: A Supercharged new network with true tele-presence puts the needs of science first. *DISCOVER*, 2002, 23(5). <http://www.discover.com/may-02/gthere.html?article=featinternet2.html>
- 4 Internet II and UCNet. <http://www.id.ucsb.edu/detche/library/www/internet2.html>
- 5 Smith J E, Weingarten F W. Research Challenges For The Next Generation Internet. *Computing Research Association*, May 12-14, 1997. <http://www.ngi.gov/pubs/>
- 6 RFC3220: IP Mobility Support for IPv4. C. Perkins, Ed. January 2002
- 7 RFC2460: Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. S. Deering, R. Hinden. December 1998
- 8 VoIP Howto, v 1.5. June 2, 2002. <http://www.tldp.org/HOWTO/VoIP-HOWTO.html>