

# 面向 3G 通信的流媒体关键技术研究

曹磊<sup>1,2</sup> 沈航<sup>1</sup> 骆斌<sup>2</sup> 白光伟<sup>1</sup>

(南京工业大学电子与信息工程学院计算机科学与技术系 南京 210009)<sup>1</sup>

(南京大学软件新技术国家重点实验室 南京 210093)<sup>2</sup>

**摘要** 3G 网络实时流媒体通信是一种新兴的移动增值业务,近年来对其需求日益增强,引起了学术界和工业界的广泛关注。3G 流媒体开创了无线通信、互联网和视频融合的新时代。然而由于无线通信网络动态变化的信道特性、有限的带宽资源、高误码率、节点移动以及多媒体业务严格的服务质量(QoS)要求,3G 流媒体业务的服务质量(QoS)保障成为一个挑战性的问题。首先对比目前几种主要的 3G 通信标准的技术特点;在此基础上从 QoS 体系、传输协议、编码技术、实时流媒体通信流特性建模等几个方面探讨面向 3G 通信的流媒体关键技术和研究方法;最后归纳该领域目前需要重点解决的关键问题。

**关键词** 3G,流媒体,QoS,传输协议,视频编码

## Research on the Key Technologies of Media Streaming for 3G Networks

CAO Lei<sup>1,2</sup> SHEN Hang<sup>1</sup> LUO Bin<sup>2</sup> BAI Guang-wei<sup>1</sup>

(Department of Computer Science and Technology, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, China)<sup>1</sup>

(State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing 210093, China)<sup>2</sup>

**Abstract** As one of the novel mobile value added services, real-time media streaming has seen increased demand on 3G networks in recent years, and has drawn tremendous attention from both academia and industry, since it is creating a new era of integration of wireless communication, the Internet and video. However, communication over wireless networks is characterized by limited bandwidth, high error rates, unstable and dynamic changes of wireless channel condition, user mobility, channel competition, etc. These characteristics and stringent QoS requirements of multimedia applications identify significant challenges for providing QoS guarantees for media streaming applications in 3G networks. This work began with a comparison of technology characteristics in 3G standards. On this basis, we explored key technologies of media streaming for 3G networks in terms of QoS system, transport protocol, video coding, and modeling on real-time video traffic. Finally, we outlined key open problems in this area.

**Keywords** 3G, Media streaming, QoS, Transport protocol, Video coding

## 1 引言

随着无线通信技术的迅速发展以及多媒体处理能力的不断提高,在移动环境下为用户提供多媒体服务正成为运营商新的业务增长点。多媒体应用对通信网络提出了新的、更高的要求。视频点播(VOD)、可视电话和移动电视等多媒体应用需要平滑的实时数据传输和服务质量(QoS)保证。QoS指网络能够提供有保证的、可预测的数据传输服务,以满足不同用户的应用需求。无线网络中,用户的移动性、传输信道的恶劣等使得移动通信的 QoS 保证更加复杂。在提高 3G 通信网络的资源利用率的同时,还要兼顾各种业务类型的服务质量与不同业务流之间的公平。

然而,在无线移动环境下为这些应用提供 QoS 保证面临

诸多挑战。一方面,无线网络是一个动态的环境,无线移动通信的特性包括信道带宽有限,高误码率,不稳定的、随时间动态变化的信道质量(channel conditions)等。无线信号传输的衰减和失真、随机干扰以及障碍物的阻挡等都会严重影响无线通信的质量和效率。另一方面,实时多媒体数据的传输通常具有很高的网络带宽要求,尤其是实时视频流数据的传输,需要在较长的时间内传送连续的视频数据,并在接收方实时播放,具有严格的端到端时延和延迟抖动要求。目前广泛应用于低码率视频应用中的压缩算法(如 MPEG)采用预测编码、运动补偿以及可变长编码等技术实现对视频流在时间和空间上的压缩,以便获得较高的压缩率,但压缩后视频流是可变速率(VBR)的,具有非常复杂的通信流特性。

由于带宽受限,第 2.5G(GPRS; General Packet Radio

到稿日期:2009-06-02 返修日期:2009-09-02 本文受国家自然科学基金项目(60673185),教育部留学回国人员科研启动基金项目([2007]1108),江苏省青蓝工程中青年学术带头人培养对象资助项目([2007]2),南京工业大学青年学科基金项目(39709007)资助。

曹磊(1980—),男,博士生,讲师,主要研究方向为 3G 移动通信、无线多媒体网络等,E-mail: nju\_arbiter@hotmail.com;沈航(1984—),男,硕士生,主要研究方向为无线多媒体网络;骆斌(1967—),男,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为移动 Agent 建模评价等;白光伟(1961—),男,博士,教授,主要研究方向为 3G 多媒体网络、网络协议和性能评价等。

Service)移动电话系统不能提供如高速数据、慢速图像与电视图像等各种宽带多媒体业务;第三代移动通信网(3rd Generation, 3G)作为日趋完善的无线网络,为流媒体的应用提供了一个崭新的平台。随着 3G 移动通信系统的逐步商用,为无线实时多媒体业务提供可靠的服务已经成为国内外通信网络领域研究的热点,吸引了学术界和工业界众多研究人员的关注。

本文第 2 节探讨当前几种主流的 3G 技术标准的特点;第 3 节分 4 个方面研究 3G 流媒体通信关键技术和研究问题;第 4 节列出当前有待解决的关键问题;最后给出全文总结和展望。

## 2 3G 技术标准

移动通信技术的发展主要经历了仅有话音传输功能的第一代模拟技术阶段和起源于 20 世纪 90 年代初期的第二代(2G)移动通信技术。2G 阶段是以数字技术为代表的移动通信阶段,在语音通信得到满足的前提下还可以进行低速数据传输。目前移动通信技术已经开始进入第三个阶段——第三代移动通信技术(3G)。

国际电信联盟 ITU-R 在 1985 年就开始研究 3G 通信的技术和标准。其目标是统一全球移动通信标准和频段,实现全球漫游,提高移动通信的频谱利用率及数据传输速率,满足多媒体业务的需求。3G 移动通信系统实现了无线通信与互联网的融合,其信道带宽不仅可以传输语音和数据,也使得传输包括视频和音频在内的实时多媒体成为可能。

3G 通信的名称繁多,国际电信联盟(ITU)规定为 IMT-2000(国际移动电话 2000)标准,欧洲的电信业巨头们则称其为 UMTS(通用移动通信系统)。该标准规定,移动终端以车速移动时的传转数据速率为 144kbps,室外静止或步行时速率为 384kbps,而室内为 2Mbps。但这些要求并不意味着用户可用速率就可以达到 2Mbps,因为室内速率还将依赖于建筑物内详细的频率规划、组织以及运营商协作的紧密程度。

国际电信联盟确定 3G 通信的三大主流无线接口标准分别是 WCDMA(宽频分码多重存取)、CDMA2000(多载波分复用扩频调制)和 TDS-CDMA(时分同步码分多址接入)。

WCDMA 是基于 GSM 网发展出来的,主要起源于欧洲和日本的早期第三代无线研究活动,该系统在现有的 GSM 网络上使用,对于系统提供商而言可以较轻易地过渡,该标准的主要支持者有欧洲、日本、韩国。去年底,美国的 AT&T 移动业务分公司也宣布选取 WCDMA 为自己的第三代业务平台。该标准采用了 GSM(2G)-GPRS-EDGE-WCDMA(3G)的演进策略。

CDMA2000 系统主要是由美国高通北美公司为主导提出的,是由窄带 CDMA(CDMAIS95)技术发展而来的宽带 CDMA 技术。该系统的建设成本相对比较低廉,主要支持者包括日本、韩国和北美等地区和国家。该标准提出了从 CDMAIS95(2G)-CDMA20001x-CDMA20003x(3G)的演进策略。CDMA20001x 被称为 2.5 代移动通信技术。CDMA20003x 与 CDMA20001x 的主要区别在于应用了多路载波技术,通过采用三载波使带宽提高。

TD-SCDMA 是由中国提出并研发的 3G 移动通信标准,全称为 TimeDivision-Synchronous CDMA(时分同步 CD-

MA)。该标准提出不经过 2.5 代的中间环节,直接向 3G 过渡。在与欧洲、美国各自提出的 3G 标准的竞争中,TD-SCDMA 已正式成为全球 3G 标准之一。

从技术特点上看,WCDMA 与 CDMA2000 都是采用 FDD(频分数字双工)模式,TD-SCDMA 采用 TDD(时分数字双工)模式。FDD 使用两个对称频带分别服务于上行(发送)和下行(接收)的传输。对于上行下行速率相当的业务,该模式运行效率较高。TDD 是将上行和下行的传输使用同一频带的双工模式,物理层的时隙被分为上、下行两部分,上下行链路业务共享同一信道,特别适用于非对称的分组交换数据业务。TDD 的频谱利用率高,而且成本低廉,但由于其采用多时隙的不连续传输方式,基站发射峰值功率与平均功率的比值较高,造成基站功耗较大且信号覆盖半径较小。另外,该传输方式的抗衰落和抗多普勒频移的性能较差,当手机处于高速移动的状态时通信能力较差。

尽管 3G 标准可以分为如上 3 类,但支持多媒体业务是它们必须达到的共同目标。QoS 保障是多媒体通信网络必须考虑的关键问题。流媒体的 QoS 问题在有线网络中已经得到了广泛的研究,然而无线网络中用户的移动性、传输信道动态变化等使得移动流媒体的 QoS 保证更加复杂。流媒体的播放有严格的实时性要求,必须在特定的时间间隔内将特定的数据单元解码显示。目前的 3G 移动网络要为实时多媒体业务提供满意的服务质量还存在一些关键技术问题有待于解决。

## 3 3G 流媒体通信关键技术和研究问题

本节探讨 3G 流媒体通信领域的关键技术。首先介绍几种主流的 3G 通信 QoS 体系;然后分析比较现有的 3G 通信传输协议的特点,探索适合 3G 多媒体数据流特性的传输协议;最后深入分析、研究多媒体通信源及其编码特性。

### 3.1 流媒体通信系统 QoS 体系

3G 网络中,终端的移动性、传输信道的恶劣等使得 QoS 保证比传统 IP 网更加复杂。并且,由于 3G 网络由有线核心网和无线接入网两部分组成,使得 QoS 方案的实现必须考虑到这两种传输介质与机制的差异而采取不同的方法。目前,许多文献提出了移动通信网的 QoS 实现机制,但大多针对无线接入网,而 3G 核心网中的 QoS 研究相对较少,因此研究相应的体系模型和实现机制是十分必要的。

3G 网络 QoS 方案的实施必须考虑以下两点:一方面需要提高 3G 通信网络的资源利用率,另一方面还要兼顾各种业务类型的服务质量与不同业务流之间的公平。为了对话音、数据和多媒体等多种数据传输提供端到端的 QoS 支持,通常按照不同业务对时延的敏感程度由高到低将上述业务分为 4 类:对话类、流类、交互类、背景类。语音或可视电话、视频流在线观看分别属于典型的对话类和流类业务,对传输时延和时延抖动的要求最高。交互类的业务时延敏感性稍弱于前两者,例如网页的浏览。而文件下载,邮件发送这样的背景类业务对传输时延的要求很低,却对于业务内容差错率的控制提出很高的要求。上述各类业务的特征和对于时延的要求有明显差异,因而需要的承载特性也不同,网络应采用相应的控制机制来满足不同业务的 QoS 要求。对基于分组交换的 3G 通信网络而言,制订可靠的 QoS 管理机制来满足 3G 业务

需求尤为重要。

从实现手段看,3G网络中的QoS问题可以被视为IP网络中QoS问题在无线移动通信中的延伸。IETF定义的集成服务(Intserv)和区分服务(Diffserv)是经典的互联网QoS体系结构,也是3G移动通信系统中核心网络QoS体系结构的主要参考模型。体现IntServ思想的RSVP协议在数据传送前,先进行基于单流的网络资源协商预留。由于基于单流的管理需要网络维护大量流状态信息和Internet的异构性,使得端到端的资源预留协议难以如此精确地实现。而区分服务模型DiffServ的核心思想是取消复杂的接纳控制算法和端到端的资源预留协议,通过在边缘路由器上对流量进行分类、标记,结合核心路由器对分类后的流聚集进行区别对待。这些特性决定了DiffServ模型更适用于3G网络这样的大规模通信系统,因此针对DiffServ的研究较多。

研究3G网络QoS的成果中,如下的一些较有代表性。Montes等人提出了一种端到端的QoS框架<sup>[1]</sup>。文中重点分析了所示的UMTS<sup>[2]</sup>网络中RTSP协议的交互过程。终端用户与RTSP服务器之间的交互分为两个阶段,通过激活PDP上下文传输相关的QoS参数,确保信道能够为多媒体数据传输提供足够的网络资源。在此基础上,文中对比不同的资源预留参数对网络性能产生的影响,并通过仿真实验证明文中提出的框架完全能够实现预期的QoS目的。文献[3]分析了传统的GSM网络的技术特点和存在的缺陷,并在此基础上提出了一种改进GPRS的QoS特性使之适应UMTS网络的方案。该方案对于从2G逐渐过渡到3G的移动通信标准有较为重要的意义。文献[4]以UMTS网络为主要参照环境,重点研究了在3G无线通信核心网络中的QoS的主要特征和实现架构,提出将区分服务与集成服务的部分思想相结合的实施方案,得到了较好的效果。

随着网络技术的不断成熟,3G无线通信网络和传统有线IP网络之间的融合成为研究3G网络QoS技术的新热点。Koodli在文献[5]中分析了在移动通信网络和Internet的融合越来越紧密的前提下,在3G核心网中使用DiffServ模型提供QoS保证,效果明显优于其余模型。文献[7]提出根据UMTS的4种业务类型将不同的QoS参数映射到多协议标签交换(MPLS)<sup>[6]</sup>头部,通过MPLS和DiffServ实现端到端的QoS。随着3G移动通信网络和传统的IP网络融合的不断加深,文献[8]进一步提供了在UMTS无线接入网和核心网中采用DiffServ体系进行流量管理的实现机制,重点分析了如何在不同机制的网络中既能有效实现融合,又能处理好不同优先级业务流的映射。文献[9]从视频压缩、应用层QoS等6个不同方面分析了流媒体传输的特性,并提出将IntServ和DiffServ相结合来提供资源管理,通过QoS中介服务器(QoS broker)完成对移动性的支持。文献[8]提供了一种基于IPV6的WCDMA业务的流量模型,该模型可以有效保证802.11无线网、UMTS网络和传统有线以太网这3种异构网络之间通信的服务质量。以上文献体现了3G核心网络的发展过程,以及DiffServ机制的理论框架和主要原则。

### 3.2 流媒体传输协议的研究与设计

传输协议负责总体数据传输和控制,其主要功能是对一个进行的会话或连接提供端到端的传输服务,服务类型包括面向连接和无连接的服务。同时传输协议还负责实现连接复

用、流量控制、差错恢复等多种服务。当前,流媒体传输协议的理论研究、产品研发和技术标准制定是3G发展中的热点和重点。在当前普遍使用并已经成为工业标准的传输协议主要有可靠数据传输协议TCP、非可靠传输协议UDP、实时传输协议RTP/RTCP<sup>[9]</sup>。此外,还有很多的传输协议正在被研究完善,如流媒体控制传输协议SCTP<sup>[11]</sup>、数据报拥塞控制协议DCCP<sup>[12]</sup>、TCP友好速率控制机制TFRC<sup>[13]</sup>等。就传输协议本身而言,TCP重传机制很难满足流媒体通信的实时性需求;UDP能够为媒体流的传输提供较好的实时性,但是没有拥塞控制机制;RTP本身并不提供实时传送和QoS保证,它依赖于底层来实现这些功能。

由于传统的Internet协议是在有线网络基础上设计的,而在3G网络的设计过程中,一些现有的协议被直接引入到了3G网络中,这便带来了一系列的问题,包括网络协议的性能、效率、稳定性,以及安全、管理等。一方面,现有的一些传输协议机制并没有充分考虑3G的一些固有特性,使得在3G环境下的网络系统性能大大降低。另一方面,虽然当前3G体系在每一层都有相应的QoS解决方案,但是并没有很好地统一到端到端的协议层上来。因此,随着新兴多媒体应用的形式和业务类型的不断出现,传输协议必须要不断改进,以保证整个网络端到端的传输服务质量。

目前的主流传输协议TCP在移动终端上应用时性能较差。多媒体业务流传输需要有合适的速率机制(rate control)来避免拥塞,充分利用网络资源,从而保证实时业务的服务质量。同时,速率控制机制的一个重要作用是保证各种网络业务流之间的公平性,防止不公平流占用大量网络资源。为此,研究人员提出了TCP友好速率控制机制TFRC,为网络中的实时性业务与TCP业务提供公平性保证。TFRC将TCP协议的拥塞控制与纠错机制分离,不会对已经丢失的包进行重传,也就避免了因为重传带来的延时,因此更加适合于多媒体应用。

TCP还必须考虑到3G网络的一些固有特征。一方面,3G无线网络属于有损介质,具有一定的比特误码率。误码会导致数据包损坏甚至丢包,使得发送端出现超时、数据重传,从而启动拥塞控制。如果多次发生这种错误,则会急剧降低TCP的性能。另一方面,因为3G网络带宽有限,节点有可能因为带宽限制导致发送端超时和信息丢失的时间增多;为了减轻上述的3G网络中各种因素对TCP性能的负面影响,就必须为3G网络中的TCP提供一些额外的机制,比如把丢包的原因或网络状况反馈给发送端,使得发送端可以采取相应的措施。

流控制传输协议SCTP是对TCP的一种有针对性的改进,用于应对网络中各种业务对服务质量等方面的需求,其在支持实时流媒体通信方面具有更好的适应性。SCTP还存在一些不完善的地方,例如拥塞控制机制和路径切换算法。随着研究的深入,不断有新的特性被加入,这些特性中的大多数都是为了解决TCP/IP协议中存在的问题。这样,SCTP具有很多TCP没有的性能,并且有较好的扩展性,适合3G流媒体通信。IETF2004年提出的新标准PRoSCTP<sup>[15]</sup>是SCTP的改进。PRoSCTP既可以像TCP和标准版本的SCTP那样保证数据的完全可靠性传输,也可以像UDP那样不保证数据传输的可靠性,还可以把传输中的一部分数据设为完全可靠的,

而把另一部分设为不可靠的,不容许重传这部分数据。这是由于 PRSCTP 利用了 SCTP 面向消息的特点,它给每个消息都分配一个生命期。从一个消息被递交给传输层起,该消息如果在生命期内被丢失则它可以被重传;而若超过这个生命期才丢失,则该消息将不会被重传而是直接被丢弃。PRSCTP 的缺点在于开销比较大,有效净荷所占比重小,效率不够高。这对无线通信紧缺的资源是很不利的,必须通过头压缩来解决。SCTP 要想高效地支持 3G 流媒体应用,最终成为一种获得广泛应用的通用协议,还必须经过大量的实践验证,特别是 SCTP 的多流特性需要进一步完善和发掘。

### 3.3 多媒体通信源编码技术研究

视频编码技术是构建 3G 流媒体通信系统的关键技术之一。该领域的研究应深入分析多媒体通信源的编码特点,将多媒体数据包的优先级和视频帧的依赖关系映射到 3G 网络体系结构各协议层中去。

作为目前广泛应用的多媒体数据压缩技术之一,国际标准化组织(ISO)定义的 MPEG(Moving Picture Experts Group)采用离散余弦变换和运动补偿、预测技术从空间和时间两个方面实现对视频流的压缩,以满足高压缩比和随机访问两方面的要求。MPEG 算法定义了帧内编码(intra-frame)和帧间编码(inter-frame)两类视频帧。采用帧内编码方式的帧可以独立解码;而采用帧间编码方式的视频帧则必须在其所依赖的全部参考帧被正确接收后方可正常解码。显然这种编码机制使得压缩码流中不同部分的视频帧之间形成了很强的解码依赖关系。网络传输差错造成的部分数据丢失或损坏会导致另外一些与之相关的视频数据帧即使被正确接收也无法解码。因此,从多媒体通信网络 QoS 保障体系方面来讲,不同类型的视频帧具有不同的重要性;而如果把这种 QoS 指标映射到各协议层,则不同的数据包在网络资源分配和通信调度方面应该具有不同的优先级。为了能够在接收方高质量地播放多媒体流,提供 QoS 保障,必须确保 intra-frames 及时、可靠的传输。

分层编码信息有重要程度之分,高层信息的解码依赖于低层信息的解码。一旦基本层数据丢失,增强层数据只能丢失,从而导致图像质量的严重下降。作为另一种流行的编码技术,多描述编码(MDC: Multiple Description Coding)<sup>[16]</sup>方案可兼顾数据传输实时性要求,同时能够解决数据失真问题。它将同一图像分解成多个描述,对每个描述独立编码并通过不同路径传输到解码端。如果某些信道的数据包出错、丢失或因阻塞延迟而不能正常、实时地到达解码端,解码器可从其它能够正确接收到的描述中恢复出视觉上可接受的图像;如果所有路径的码流都可被接收到,则可重建出高质量的图像,从而使图像传输的鲁棒性得到较大改善<sup>[17,18]</sup>。

此外,多媒体数据传输可以容忍一定程度的差错或丢失,必要时可以有选择地丢掉部分对接收方不太重要的数据,从而确保重要数据的实时可靠传输。

### 3.4 实时多媒体通信流特性分析与建模

无线移动多媒体网络的通信流特性非常复杂。许多研究证实现代通信网络中的通信流呈现自相似特性<sup>[19,20]</sup>。针对这种特性,研究人员已经提出许多通信模型,包括 ON-OFF 模型<sup>[22]</sup>、分形布朗运动(FBM)模型<sup>[23]</sup>、分形自回归差分滑动平均模型(FARIMA)<sup>[23]</sup>、小波模型<sup>[24]</sup>等。然而,上述模型大

多针对有线网络通信流,对无线动态网络环境下的实时流媒体通信流的自相似特性的研究还比较少。

在面向 3G 通信的流媒体关键技术研究过程中,有必要对 3G 移动多媒体网络中视频流的传输进行性能分析和建模。首先,深入分析和研究典型通信场景下的视频通信流的特性,包括自相似特性分析;在此基础上,以小波独立高斯模型(WIG: Wavelet Independent Gaussian)为原型,充分考虑动态的无线移动网络环境和实时通信流固有特性,提出一种基于 Gamma 分布的小波模型(GWM),以更精确地描述无线通信流的各种特性。GWM 首先利用 Haar 小波多分辨率分析的方法把时间序列分为尺度空间和小波空间,然后在尺度空间和小波空间分别建模。通过小波反变换得到无线流媒体的模型数据。因为尺度系数是近似 Gamma 分布的,所以在最后一级尺度空间,利用基于自回归(AR)模型的 Gamma 分布来产生尺度系数。在小波空间,仍旧采用 WIG 模型提供的方法产生小波系数。前期的研究成果表明,GWM 能够很好地刻画流媒体通信流数据。最后,在上述模型的基础上,推导出 3G 无线网络流媒体的溢出概率随网络缓存以及发送速率变化的理论值并进行仿真。我们相信,这一结论能够为 3G 移动网络环境下研究、设计高效的 QoS 体系和协议机制提供依据。

## 4 重点解决的关键技术问题

支持多媒体业务是 3G 网络的重要标志之一。而服务质量(QoS)保障是多媒体通信网络必须解决的关键问题。流媒体的 QoS 问题在有线网络中已经得到了广泛的研究并提出了很好的解决方案,然而无线网络中,用户的移动性、传输信道的恶劣等使得移动流媒体的 QoS 保证更加复杂。这里列出了目前有待研究的关键技术问题。

1) 研究具有 QoS 保障机制的实时传输协议,能根据网络、业务、用户相关属性等因素动态实时地建立 QoS 保证的管理和控制策略。这里首先应考虑如何对业务进行合理的分类,从而有针对性地设计不同优先级的传输服务,使得传输协议具备较好的业务感知能力。

2) 实时流协议(RTP, RTSP, RTCP)的应用层和运行 UDP 的传输层均没有流量控制机制。当信道质量变差时会造成大量数据丢失,严重影响实时业务的服务质量。因此需要研究一种跨层的流量控制机制或算法,在保证实时流媒体数据最低发送速率的前提下,有效避免大量丢失数据。

3) 在传输协议中引入某种服务策略以减少由多媒体数据的突发性带来的拥塞,降低丢包率、时延和时延抖动。需要对无线网络中传输的各种不同通信流进行单独研究分析,并考虑如何建立合适的模型并揭示其自相似、丢包率、时延和时延抖动等的规律,进而为服务策略的制定提供依据。

4) 研究面向 3G 实时业务的跨层协同工作体系,以达到网络系统性能的最优。这里需要考虑的关键问题包括:(1)充分理解协议栈各个协议层之间内在联系,寻找层间协作的切入点;(2)研究高效的跨层参数传递机制,原则是尽可能减少对现有协议框架的影响;(3)探索新的协议层交互模式。

5) 研究面向 3G 流媒体业务的新型网络体系结构,以充分利用无线网络资源。目前需要研究的关键问题是如何较好地平衡可扩展性、可管理和提供有效的端到端 QoS 保证这三

者之间的关系问题。

6) 充分理解并总结现有的编码解码技术的优缺点,在此基础上研究新技术来改进编码和解码的处理速度。

7) 对于层次化的体系结构,服务层与传输层之间的逻辑实体的设计十分关键,需要一种可扩展的方式来提供端到端 QoS 保证。需要解决的关键问题包括两个方面:(1)如何进行逻辑实体的设计与标准化的制定;(2)如何实现自治域间的 QoS 保证并引入有效的管理机制。

8) 通过建立数学模型对多媒体流量进行排队分析,一般都是基于特定的数学理论,从而增加了模型的偏差。这里应考虑采用在实际 3G 网络环境下进行通信测量、分析和网络模拟仿真相结合的研究方法。

**结束语** 移动流媒体技术被认为是移动增值业务的一个热点,它开创了无线通信与互联网、视频融合的新时代。随着 3G 网络基础设施的完善、移动终端功能的增强和媒体内容的丰富,流媒体业务必将会成为未来移动通信业务新的增长点。移动流媒体业务是运营商通过移动网络和移动流媒体系统向终端用户提供音、视频多媒体内容服务,涉及到流媒体数据的采集、压缩、存储、通信传输等多项技术。在无线移动通信资源贫乏和网络环境动态变化的条件下为 3G 流媒体用户提供满意的服务质量是研究、设计和实现一个统一、开放的移动多媒体增值业务系统面临的关键问题,也是运营商在开展 3G 流媒体业务中最为关心的问题。

本文探讨了面向 3G 通信的流媒体关键技术。目标是通过改进 3G 网络协议,解决 3G 流媒体业务的 QoS 支持所面临的一些技术难题,显著改进网络性能,为 3G 用户提供满意的服务质量。

## 参 考 文 献

- [1] Montes H, Gómez G, Fernandez D. An End-to-End QoS Framework for Multimedia Streaming Service in 3G Networks [C]// Proc. of IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications. Pavilhão Atlântico, Lisboa, Portugal, September 2002; 1904-1908
- [2] <http://www.3gpp.org>
- [3] Puuskari M. Quality of Service Framework in GPRS and Evolution towards UMTS [C]// Proc. of EPMCC. Paris, France, March 1999; 198-205
- [4] Maniatis S, Grecas C, Verieris I. End-to-end Quality of Service Issues over Next Generation Mobile Internet [C]// Proceedings of Symposium on Communications and Vehicular Technology (SCVT-200). Leuven, Belgium, October 2000; 150-154
- [5] Koodli R, Puuskar M. Supporting Packet-Data QoS in Next-Generation Cellular Networks [J]. IEEE Communication Magazine, 2001, 39(2): 180-188
- [6] Rosen E, Viswanathan A, Callon R. Multiprotocol Label Switching Architecture [S]. Network Working Group, Request for Comments; 3031. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt>
- [7] Chaskar H, Koodli R. MPLS and DiffServ for UMTS QoS in GPRS Core Network Architecture [C]// Proc. of NET. Stockholm, Sweden, 2001; 244-249
- [8] Maniatis S. QoS Issues in the Converged 3G Wireless and Wired Network [J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40(8): 44-53
- [9] Marques V, Aguiar R, Pacyna P, et al. An Architecture Supporting End-to-end QoS with User Mobility for systems beyond 3rd Generation [C]// Proc. of IST Mobile & Wireless Telecommunications Summit. Thessaloniki, Greece, June 2002; 858-862
- [10] 姚正林, 刘金刚. 一种 UMTS 核心网中 CAC 算法 [J]. 微电子学与计算机, 2003, 8: 6-9, 65
- [11] Schulzrinne H, Casner S, Frederick R, et al. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications [S]. Network Working Group, RFC1889. <http://www.faqs.org/rfcs/rfc1889.html>
- [12] Stewart R, Xie Q, Morneault K, et al. SCTP: Stream Control Transmission Protocol [S]. Network Working Group, RFC2960, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2960.txt>
- [13] Kohler E, Handley M, Floyd S. DCCP: Datagram Congestion Control Protocol [S]. Network Working Group, RFC4340. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4340.txt>
- [14] Handley M, Floyd S, Padhye J, et al. TFRC: TCP Friendly Rate Control, Stream Control Transmission Protocol [S]. Network Working Group, RFC3448. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3448.txt>
- [15] Stewart R, Ramalho M, Xie Q, et al. Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Partial Reliability Extension [S]. Network Working Group, RFC3758. <http://tools.ietf.org/html/rfc3758>
- [16] Goyal V. Multiple description coding: compression meets the network [J]. IEEE Signal Processing Magazine, 2001, 18(5): 74-93
- [17] Tang X, Zakhor A. Matching pursuits multiple description coding for wireless video [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2002, 12(6): 566-575
- [18] Wang Y, Lin S. Error-resilient video coding using multiple description motion compensation [J]. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2002, 12(6): 438-452
- [19] Leland W, Taqqu M, Willinger W, et al. On the self-similar nature of Ethernet traffic (extended version) [J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 1994, 2(1): 1-15
- [20] Crovella M, Bestavros A. Self-similarity in World Wide Web traffic: evidence and possible causes [J]. IEEE/ACM Transaction on Networking, 1997, 5(6): 835-846
- [21] Mandelbrot B B, et al. Fractional Brownian Motions, Fractional Noises and Application [J]. SIAM Review. , 1968, 10(4): 422-437
- [22] Hosking J R M. Fractional Differencing [J]. Biometrika, 1981, 68(1): 165-176
- [23] Girma D, et al. Online video traffic modeling with wavelet transform [J]. IEEE Electronics Letters, 2000, 36(16): 1368-1370
- [24] Sheng M, Chuanyi J. Modeling video traffic in the wavelet domain [C]// Proc. of IEEE INFOCOM. San Francisco, CA, USA, 1998; 201-208