

分布式多媒体系统 QoS 管理及其实例^{*}

QoS Management in Distributed Multimedia Systems and Its Examples

王兴伟

张应辉

刘积仁

李华天

(东北大学计算机系 沈阳 110006) (东北大学软件中心 沈阳 110006)

摘 要 Distributed multimedia applications need powerful QoS support from distributed multimedia systems. In this paper, starting from describing the insufficient QoS management support in the existing computer networks, we discuss those basic QoS management viewpoints in the distributed multimedia systems, and induce basic functions which QoS management should have. Then, the QoS management design and implementation principles are given. Finally, several QoS management examples are presented.

关键词 Distributed multimedia systems, QoS management, QoS management examples

近年来,高速网络技术和多媒体工作站技术的进步极大地推动了分布式多媒体系统的发展,出现了很多分布式多媒体应用,用户对这些应用一般都有一定程度的服务质量 QoS(Quality of Service)要求^[1-10],要求系统对网络带宽、吞吐量、端到端延迟、端到端延迟抖动、分组出错率等 QoS 参数提供相应的保证,因此分布式多媒体系统需要强有力的 QoS 管理来满足用户的要求。

所谓服务质量 QoS 是指服务性能的聚集效应,决定用户对特定服务的满意程度^[6]。然而,现有网络对 QoS 概念的支持还比较薄弱。多数网络虽然允许用户说明其 QoS 要求,但是通常并不保证满足用户的 QoS 要求。例如,IP 协议只允许 IP 用户通过 IP 分组头部中的服务类型域进行简单的定性 QoS 说明(如高优先级),而不能进行严格的定量 QoS 说明,而且下层网络机制通常也不提供 QoS 保证。实际上,现有的多数网络系统在设计时并没有考虑对定量 QoS 的支持。例如,支持可靠的数据传送是 Internet 的主要设计目标,提供定量 QoS 保证仅属次要考虑。

其次,多数现有网络中的 QoS 一般都具有静态性。通信双方一经商定 QoS 参数值,在通信过程中, QoS 参数值就始终保持不变,不能对 QoS 参数值进行动态“再协商”。不经过连接拆除/重建阶段,用户就不能改变连接的 QoS,也不能在面有限资源时重新进行权衡。例如,用户不能选择将已有的一条视

频连接的质量从彩色降级到单色,以便打开一条新的音频连接。此外,服务提供方必须承诺在整个连接生命期内提供协商好的 QoS。如果不能继续维持协商一致的 QoS,服务提供方往往就单方面关闭连接,因为现有多数网络还没有能将此情况通知用户并允许用户申请可接受的较低 QoS 水平的机制。因此,现有网络的 QoS 管理机制难以适应分布式多媒体应用的 QoS 需求,需要有新型 QoS 管理机制支持分布式多媒体系统的发展。

一、分布式多媒体系统 QoS 管理基本观点

分布式多媒体系统要处理的信息可以分成两类:静态媒体和连续媒体^[1,4]。静态媒体(如文本)是没有时间维的媒体,播放速度不会影响所含信息的再现。静态媒体也称离散媒体。连续媒体(如视频和音频)是由媒体“量子”(如音频采样和视频帧)组成的,具有隐含的时间维,播放速度影响其所含信息的再现,因此需要在一段特定的时间里按特定的速度播放。

连续媒体数据的录制、访问、传送与播放过程具有较强的实时性和等时(isochronous)性,会实时产生很大的数据量。因此,在网络上传送多媒体数据之前,一般都要在信息源对其进行压缩,而在目的地解压缩后播出。在处理连续媒体数据时,不仅需要保持同一媒体内的时间连续性,而且通常需要维持不同媒体间的同步关系(例如,影片中视频与音频信号之

^{*} 本文得到国家自然科学基金重点项目的资助。

间的“对口型”关系)。因此,分布式多媒体系统 QoS 管理面临的新的挑战主要来源于连续媒体数据。

分布式多媒体应用的 QoS 需求呈多样化趋势^[2,4,5]。不同类型媒体对 QoS 参数值的要求可能相去甚远。例如,一个未经压缩的 NTSC 制式的真彩色视频应用需要高达 27M 字节/秒的带宽,而一个电话质量的音频应用只需要 64 Kbps 的带宽^[3]。不同的分布式多媒体应用对 QoS 的具体要求通常也有所不同。例如,实时交互式计算机会议系统对端到端延迟要求相当严格,一般在 250ms 以下;多媒体电子邮件则无此要求。因此,分布式多媒体系统 QoS 管理应该是可配置(configurable),允许用户建立与特定应用相适应的 QoS 水平,满足用户的特定需要。

在分布式多媒体系统中,QoS 管理应该建立在从源地到目的地的完全端到端(full end-to-end)基础之上^[1,2,5]。例如,一个用于远程视频播放的端到端活动就可能由以下几部分组成:从媒体服务器获得视频,在源地进行压缩,将其传送到目的地,在目的地进行解压缩并根据播放窗口的大小对视频按比例进行调整,最后在视频窗口播放。在该端到端路径上,任何一个环节违背 QoS 要求,都会损坏播放的完整性(除非其下游环节能够予以补偿)。因此,系统应该对涉及到的各个环节进行协调,以确保维持端到端 QoS 水平。尽管人们还没有就分布式多媒体系统的体系结构参考模型达成共识,但是分布式多媒体系统应该采用分层体系结构这一点已为计算机工作者普遍接受。如果将完全端到端的 QoS 管理观点映射到分层体系结构上,就形成层次化 QoS 管理观点。

在分布式多媒体系统中,仅在会话开始时说明 QoS 参数值并且要求它们在会话期间都保持不变是不够的,系统应该允许用户根据实际情况(如网络负载的变化)在会话期间动态地变更 QoS 参数值^[2,5]。因此,分布式多媒体系统应该提供动态 QoS 管理能力。

为了适应不同的分布式多媒体应用对 QoS 的不同要求并且优化系统资源的使用,分布式多媒体系统应该提供多种不同的 QoS 承诺,这可以分成三类^[6]:

- 确定型 QoS 承诺 在通信过程中,提供 QoS ‘硬’保证,确保通信各方协商好的各 QoS 参数值,不允许有任何违背,否则可能会造成严重后果。这类服务一般用于硬实时应用,如远程医疗诊断中的患

者 CT 影像数据的实时无差错传送。

- 统计型 QoS 承诺 在通信过程中,提供 QoS ‘软’保证,允许对通信各方协商好的各 QoS 参数值有一定比例的违约,适合于软实时应用,如分布式多媒体信息点播应用。

- “尽全力”型(best-effort)QoS 承诺 与数据报服务同义,不提供任何 QoS 保证。目前由于带宽的限制,广域网(如 Internet)中的分布式多媒体应用多属于这类服务。

二、QoS 管理的基本功能

综上所述,我们认为分布式多媒体系统中的 QoS 管理应该提供如下基本功能:

- QoS 协商 分布式多媒体应用的用户都希望分布式多媒体系统提供一定程度的 QoS 保证,因此,在使用服务之前,用户应该将其 QoS 要求通知系统,进行必要的协商,以便就 QoS 参数值达成一致,使这些达成一致的 QoS 参数值成为用户和系统共同遵守的“合同”。

- QoS 监控 当用户和系统就 QoS 达成一致之后,用户就开始使用分布式多媒体应用。在此期间,QoS 管理机制需要对 QoS “合同”进行维护,对用户和系统的行为进行必要的监控,以便确保用户不违背协商好的 QoS 参数值并且确保系统维持协商好的 QoS 水平。

- QoS 映射 在采用层次结构的分布式多媒体系统中,不同层使用的 QoS 参数是不同的。因此,在协商 QoS 合同值时,需要在层间进行适当的 QoS 参数及其值的转换,使各层获得适合于本层使用的 QoS 参数,供协商之用。

- 计费管理 从向尽可能多的端用户提供服务的角度来看,计费管理应该纳入 QoS 管理的范畴,将用户所申请的 QoS 水平和应付的费用有机地结合起来。如果没有计费概念,端用户往往就会选择系统所能提供的最佳 QoS 而不是可接受的 QoS。这通常会大大减少系统可同时服务的端用户数。因此,QoS 管理应该提供计费管理功能,提供“QoS 越低,收费越少”的计费策略,从而鼓励用户选择性能价格比最优的可接受的 QoS。只有通过引入适当的计费策略,QoS 协商才会成为真正意义上的协商。

三、QoS 管理的设计与实现原则

一般认为,在设计与实现分布式多媒体系统 QoS 管理时,应该遵循如下五个原则:

• **集成原则** 要求 QoS 在分布式多媒体系统结构的所有层次上都必须是可配置的,可预测的和可维护的,以便满足端到端 QoS 需求。连续媒体流通过的各层都必须提供基于 QoS 说明的 QoS 可配置能力,提供流所需的资源保证。

• **分开原则**^[7] 媒体数据传送和控制信号传送应该彼此分开。连续媒体流通常是单向的,具有很强的连续性、等时性、实时性和一定的内在容错能力,因此通常需要高带宽、低延迟、低抖动 QoS 保证;控制信号传送一般是全双工和异步的,只需要低带宽,但是必须可靠。

• **透明原则** 下层基础 QoS 说明和诸如 QoS 监控之类的 QoS 管理复杂性应该对应用透明。因此,QoS 管理机制应该向用户提供可以说明应用所期望的 QoS 水平的基于 QoS 的应用程序设计界面 API,从而有利于消除在应用中嵌入 QoS 管理功能的需要,向应用隐蔽下层基础 QoS 说明的细节,而且有利于将 QoS 管理活动的复杂性移交给分布式多媒体系统的低层。

• **异步资源管理原则**^[7] 在分布式多媒体系统中,活动(例如调度、流控、路由选择和 QoS 管理)之间可能同时存在着不同的基本时间约束,因此分布式多媒体系统的“状态”需要根据这些不同的时间“刻度”来加以构造。活动之间通过异步算法周期性地交换与处理控制信号,使系统到达“同步点”。

• **性能原则** 在设计与实现 QoS 管理机制时,采用广为认同的提高性能原则,并以此来指导通信协议的功能划分。这些原则包括避免多路复用原则、应用层定帧与集成化层处理原则、使用专门硬件加快协议处理速度原则等。

四、QoS 管理实例

下面,我们就介绍几种 QoS 管理实例。

1. OSI QoS 框架

OSI QoS 框架^[8]定义了用于 QoS 的术语和概念,并且提供了一个模型,可以用来在开放系统互连标准中定义与 QoS 有关的对象。通过定义 QoS 特征集来描述与对象及其相互作用相关联的 QoS。OSI QoS 框架包括如下关键概念:

- **QoS 需求**:通过 QoS 管理与维护实体实现。
- **QoS 特征**:是对必须进行管理的基本 QoS 指标的描述。
- **QoS 范畴**:代表控制策略,用来控制与特定环境(如连续媒体通信这样的时间关键通信)有关的一

组通信需求。

• **QoS 管理功能**:可以按各种不同的方式进行组合,应用于各种不同的 QoS 特征,以便满足不同应用的特定 QoS 需求。

OSI QoS 框架由两种类型的管理实体组成,试图通过对端到端 QoS 进行监视、维护和控制来满足应用的 QoS 需求。这两种类型的管理实体是:

• **特定层管理实体** 提供策略控制功能和 QoS 控制功能。其中,策略控制功能确定在开放系统的特定层次上应用何种策略。策略控制功能支持优先级机制,可以对层的运行实施有效的控制。策略的定义与其所在层密切相关,因此难以一般化、通用化。但是,无论是位于哪一层的策略,通常都要涉及安全、时间关键通信和资源控制等方面。QoS 控制功能的作用是确定、选择和配置适当的协议实体,以便满足特定层的 QoS 需求。

• **系统范围(system-wide)实体** 包括系统策略控制功能、资源管理器、系统 QoS 控制功能、系统管理代理和系统管理“干事”。系统管理代理和 OSI 系统管理协议配合使用,允许对系统资源实施远程管理。本地资源管理器代表对资源的端系统控制。系统 QoS 控制功能通过 OSI 系统管理来实现对协议实体性能的调谐和对远程系统能力的修改。系统管理“干事”支持 OSI 系统管理界面,提供监视、控制与管理端系统的标准界面。系统策略控制功能与每个特定层策略控制功能交互作用,提供对 QoS 功能与设施的总体选择。

2. IETF QoS 管理器

文[9]提出了一种用于集成服务 Internet 协议集的 QoS 管理器 QM(QoS Manager)。QM 提供抽象管理层,其目的是将应用和网络提供的特定服务的底层细节隔离开来。这样,QM 就可以提供一定程度的透明性,即应用可以使用面向用户的语言而不是使用通信规范来表达所期望的 QoS 水平。QM 负责将应用的特定 QoS 需求映射为下层基础 QoS 能力,确定在应用所经的通信路径上可用的 QoS 管理能力,并且选择最适合于应用的路径。文[9]还提出了一种基于多媒体的 BSD Socket 规范,提供对流的支持,同时也支持 QM 的 QoS 管理。

3. Heidelberg QoS 模型

IBM 欧洲网络中心的 HeiProject 项目开发了一种综合 QoS 模型^[10],在端系统和网络中提供 QoS 保证,其结构如图 1 所示。其中,传送层使用 HeiTP 协议,提供 QoS 映象和媒体调节功能。网络层使用

ST-II 协议,提供确定型和统计型服务。ST-II 是一种面向连接的网络层单工“流”协议,支持连续媒体传送。此外,网络层还通过 QoS Finder 算法支持基于 QoS 的路由选择和 QoS 过滤。数据链路层采用 HeiDL 协议。HeiDL 根据所用网络的类型(令牌环、FDDI、...)并且按照数据分组的时间关键性安排这些分组的发送。在 Heidelberg QoS 模型中,HeiRAT (Resource Administration Technique) 资源管理技术是提供端到端保证的关键。实际上,HeiRAT 是一种综合 QoS 管理模式,包括 QoS 协商、QoS 计算、QoS 执行、接纳控制与资源调度。HeiRAT 调度策略采用速率单调模式,即执行协议处理功能的操作系统线程的优先级与该线程接收报文的速率成正比。

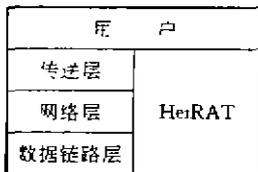


图 1 Heidelberg QoS 模型

结束语 QoS 管理是设计分布式多媒体系统时必须解决的主要问题之一。由于不同应用的 QoS 需求不同,因而进一步加大了 QoS 管理机制设计与实现的难度。目前提出的各种 QoS 管理模型及其实现大多缺乏通用性,自适应能力较差,智能性不高,而且主要是针对点对点应用,缺乏对协作组应用的有效支持。目前,我们正在设计并实现一种智能分布式多媒体系统 QoS 管理模型并且研究如何将其应用于协作组应用,以期推动分布式多媒体系统的发展。

主要参考文献

- [1] G. Coulson et al., Supporting the real-time requirements of continuous media in open distributed processing, *Computer Networks and ISDN Systems*, 27 (1991)
- [2] Gordon S. Blair et al., System support for multimedia applications; an assessment of the state of the art, *Information and Software Technology*, 36(1994)
- [3] Wulfdieter Bauerfeld et al., Multimedia communication with high-speed protocols, *Computer Networks and ISDN Systems*, 23(1991)
- [4] D. Ferrari et al., Network support for multimedia; a discussion of the Tenet approach, *Computer Networks and ISDN Systems*, 25(1994)
- [5] A. Campbell et al., A quality of service architecture, *ACM Computer Comm. Review*, 24(2) 1994
- [6] Raif O. Onvural, *Asynchronous transfer mode networks; performance issues*, Artech House, 1994
- [7] A. A. Lazar, A real-time control, management, and information transport architecture for broadband networks, *Proc. Intl. Zurich Seminar on Digital Comm.* 1995
- [8] ISO-QoS, Quality of service basic framework-Outline, ISO/IEC/JTC1/SC21/WG1 N1145, ISO, UK, 1994
- [9] Slides from ITEF meeting 31, Integrated Service Working Group, [ftp://mercury.ics.mit.edu/pub/intserv](http://mercury.ics.mit.edu/pub/intserv), 1995
- [10] Volg et al., HeiRAT-quality of service management for distributed multimedia systems, *Multimedia Systems J.*, November 1995

《计算机应用文摘》1998 年度征订启事

《计算机应用文摘》系国家科委西南信息中心主办的该学科全国唯一的检索性刊物,月刊,16 开,90 页,每期 20 余万字,每册定价 12.8 元,全年 153.6 元。

《计算机应用文摘》收集了国内外有关学科的期刊、会议论文等各类文献,年报导量近万条,内容涉及计算机应用方面的研究和开发诸领域,覆盖能源、交通、建筑、电子、仪器、通信、控制、化工、军事、航天、情报检索、出版、生产管理、政府管理、金融财务、市场营销、办公自动化、医疗、公用事业和服务行业等。读者对象包括各行各业研究和应用计算机技术的人员。

本刊邮局发行,邮发代号:78—87。若漏订可直接寄现金到本社订购。

本社地址:重庆市渝中区胜利路 132 号

邮 编:400013 电 话:(023)63500828