

分布式多媒体

QoS

动态控制

多媒体通信

④

计算机科学2000Vol. 27No. 1

85-87,84

分布式多媒体系统的 QoS 动态控制策略研究

On Dynamic Control Strategy of QoS in Distributed Multimedia System

王 晖 何华灿 陈 丹

(西北工业大学计算机系 西安710072)

TP391

TP393

Abstract How to achieve dynamic control of QoS(Quality of Service) is an important issue in researches on Distributed Multimedia System. This paper, analyzing the principle of QoS dynamic control, presents a dynamic control model of QoS, and discusses following aspects of that model in detail: how to represent the parameters and value of QoS, principle of dynamic adjustment, and the implementation of algorithm.

Keywords Distributed multimedia system, Quality of Service, Dynamic control, Adjustment

1 引言

随着多媒体技术与网络通信技术的飞速发展,多媒体通信技术得到了广泛的应用。在一个分布式系统中传输的是包含数值、文本、图形、图像、视频、音频等多种数据类型的媒体信息,多媒体通信的主要特点是实时性要求高,数据量大,尽管数字通信网络的带宽在不断地增大,但对于多媒体通信仍不能满足要求。同时还要考虑媒体的同步、传输的延迟。差错处理也是远程多媒体通信必须考虑的问题,不同的数据类型传输其 QoS 特性各不相同,文[4]给出了 QoS 基本定义及各类媒体数据相应的 QoS 参数,这些参数在很大程度上决定了多媒体数据的传输方式。

在一个大型的网络系统(如 Internet)中,没有也不可能有一个专门的节点来实现对整个网络资源的控制,这样用户在建立一个多媒体通信连接时,无法了解网络系统的实际资源利用情况,只能根据当时可利用的系统资源确定服务质量,因此早期在实现一个分布式多媒体系统时,多媒体通信的服务质量在建立通信连接之前就已确定,通信过程中不允许改变。随着多媒体通信业务的日益增长,这种静态的 QoS 控制策略产生了两方面的问题:一是,在多媒体通信连接建立阶段,受当时可利用的系统资源的限制,用户只能选用较低的服务质量,在通信过程中,当系统资源增加时,服务质量不能按照用户的最初要求而提高;二是,当通信中系统资源减少时,服务质量不能综合向下调整而导

致整体的大幅度下降,这两个问题都极大地影响了分布式多媒体系统的应用。于是,基于动态 QoS 控制成为近年来分布式多媒体系统研究的一个热点问题^[1~3]。本文在分析传统的静态 QoS 控制模型及当前国外对 QoS 研究的基础上,提出了一个 QoS 的动态控制模型,并给出了基于该模型的 QoS 动态调整算法。

2 QoS 的动态控制模型

早期的网络通信模型是面向单一数据类型的传输,无法满足多媒体数据实时、等时、同步等各种特性的要求。针对这一问题,国际标准化组织针对多媒体通信制定了新的传输协议标准,主要有 RTP 协议、RSVP、IPv6 等。这些协议简化了对通信底层的 QoS 控制,更有助于分布式多媒体系统的实现。在此基础上我们构造了一个包含 QoS 控制层的分布式多媒体系统网络参考模型^[5],如图1所示。

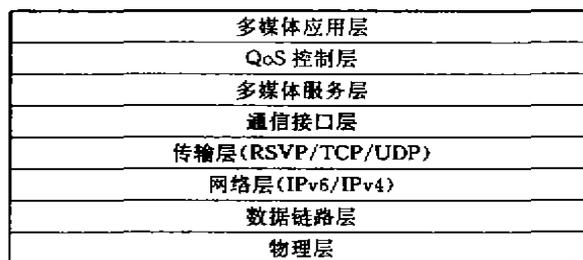


图1

王 晖 博士生,主要研究方向为计算机软件理论、CSCW 等。何华灿 教授,博士生导师,主要研究方向为计算机软件理论、人工智能,陈 丹 博士生,主要研究方向为计算机网络通信技术、人工智能。

QoS 控制层主要完成以下功能:(1)接受用户应用级的 QoS 请求并建立相应的动态控制连接;(2)确定并启动相应类型的多媒体服务;(3)对多媒体通信的动态监控及相应的调整等。QoS 的动态控制模型如图2所示,它不仅适用于图1所示的 QoS 控制层,而且还可以应用于传统网络协议中的层间 QoS 动态控制模型。

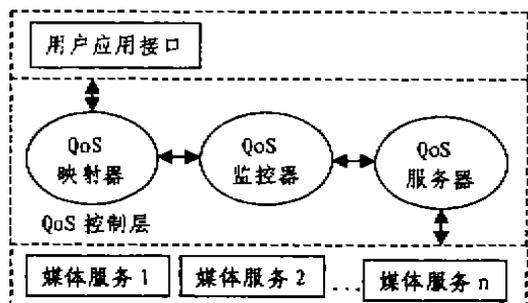


图2 QoS 动态控制模型

图2中 QoS 的动态控制结构包括 QoS 映射器、QoS 监控器、服务管理三个部分。各部分的功能如下:

(1)QoS 映射器(QoS Mapper)。用于将上层的抽象 QoS 需求映射成为本层可操作的 QoS 控制参数。

用户应用接口接受用户实时通信的连接请求及用户级 QoS 需求的输入。通常用户无须了解各种媒体的具体 QoS 控制参数,因此,用户在申请进行一次实时多媒体通信时通常只是给出所要求通信质量的一个抽象的、粗略描述,如要求本次服务质量高、较高或可接受,服务质量太差时终止服务等。在具体到某一单一媒体服务类型的实现或网络通信层间传递时必须考虑细化成为可控的媒体服务 QoS 参数。QoS 映射器就实现这种转换功能。

(2)QoS 监控器(QoS Monitor)。用于对本层可控系统资源(如 CPU、通信信道)进行监控,包括建立通信连接时生成初始的 QoS 值和通信过程中对通信监控与 QoS 调整两个方面。

在建立通信连接时,QoS 映射器将用户的通信需求转化为初始的 QoS 值,监控器根据该 QoS 值与通信另一方进行协商。可利用的资源数量(如 CPU、可用通信网络带宽等)可以通过统计的方法或检测最近时间内资源的分配情况获得。连接的类型包括确定型(用于固定的 QoS 值传输)、统计型(初始建立通信连接时进行综合参数 Q 的分解以实现确定的服务)、尽力型(不保证 QoS)。连接成功后进入实时多媒体通信阶段。

在通信过程中,当监控器检测到主机或信道资源发生变化时就根据通信连接类型对服务质量进行相应

的调整:当系统资源增加时根据用户的初始意图提升 QoS 以获得更高服务质量,当系统资源减少时调整 QoS 以保证恢复或接近原先 Q 值。

(3)QoS 服务器(QoS Server)。根据 QoS 监控的结果启动相应的媒体通信服务并返回服务结果状态。

3 QoS 的形式化描述及动态调整算法

3.1 QoS 参数

通常在一次实时的多媒体通信过程中可能包含多种类型的媒体数据传输,而单一媒体数据类型的 QoS 由媒体数据内在属性共同决定,这些不可再分的内在属性我们称之为基本参数。因此单一媒体的 QoS 参数可以用如下一个多元组的结构表示:

$$Q_i = (Q_{i1}, Q_{i2}, \dots, Q_{in})$$

多元组中的元素 $Q_{i1}, Q_{i2}, \dots, Q_{in}$ 是影响该媒体服务质量的基本参数。例如视频数据的 QoS 参数可以用一个如下的三元组表示:

$$Q_i = (Q_{coding_method}, Q_{frame_rate}, Q_{resolution})$$

如果通信中还涉及媒体间的同步,就应将存在同步关系的媒体综合考虑,在这里我们认为同步的媒体合成了一种特殊类型的媒体,称为同步媒体,同步媒体的服务质量可以用一个如下的 N 元组表示:

$$Q_i = (Q_{c1}, Q_{c2}, \dots, Q_{cn})$$

其中 $Q_{c1}, Q_{c2}, \dots, Q_{cn}$ 表示参与同步的相关媒体 QoS 参数。

我们用一个综合参数 Q 表示某次实时通信总的服务质量和各种媒体相应的通信质量并对其进行评估, Q 表示为:

$$Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_n, Q_{c1}, Q_{c2}, \dots, Q_{cm})$$

Q_1, Q_2, \dots, Q_n 表示相互独立的单一媒体 QoS 参数, $Q_{c1}, Q_{c2}, \dots, Q_{cm}$ 表示同步媒体的 QoS 参数。

3.2 QoS 值

有时我们更需要一个具体的数值来评价一个 QoS,而不是一组复杂的 QoS 参数。一个具有大小可比较的数值更容易使用户理解当前多媒体通信的服务质量。我们用 $q \in [0, 5]$ 表示对应 QoS 参数值,按照图像处理中对图像质量进行主观评估的方法,可以将 q 分为五个等级,从上到下依次为服务质量高($5 \geq q > 4$)、较高($4 \geq q > 3$)、可接受($3 \geq q > 2$)、差($2 \geq q > 1$)、极差($1 \geq q \geq 0$)。QoS 映射器用于实现 QoS 值与 QoS 参数之间的转换。

首先考虑单一媒体的 QoS 映射,在充分考虑其组成特性的情况下,对每一参数按照统计方法建立映射表,将参数映射成为 0~5 之间的一个值。例如对于语言通信中的编码方法参数的映射如表1所示。

显然,使用映射表既可以根据 QoS 参数正向查找

- er Adapted Interaction, 1994,4(1):21~45
- 4 Brusilovsky P. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, 1996,6(2~3):87~129
 - 5 Boyle C, Encarnacion A O. MetaDoc: an adaptive hypertext reading system. User Models and User Adapted Interaction, 1994,4(1):1~19
 - 6 Brusilovsky P, Pesin L. ISIS-Tutor: An adaptative hypertext learning environment. JCKBSE'94, Japanese-CIS Symposium on Knowledge-based Software Engineering, 1994 83~87
 - 7 Brusilovsky P, et al. A Tool for Developing Adaptive Electronic Textbooks on the WWW. In: Proc of WebNet'96, World Conf. of the Web Society and AACE San Francisco, 1996. 64~69
 - 8 da Silva D P, et al. concepts and documents for adaptive educational hypermedia: a model and a prototype. In: Proc. of 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, 1998. 35~43
 - 9 de Bra P. 2L690: Hypermedia Structures and Systems, Course at the Eindhoven University of Technology, 1994~1998
 - 10 de Bra P. Calvi L. AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System In: Same to [8]
 - 11 Eklund J, Brusilovsky P. The Value of Adaptivity in Hypermedia Learning Environments, A Short Review of Empirical Evidence. In: Same to [8]
 - 12 Fink J, et al. User-oriented Adaptivity and Adaptability in the AVANTI Project. Conference "Designing for the Web, Empirical Studies", Microsoft Usability Group, Redmond(WA), 1996
 - 13 Greer J, McCalla G. Student modeling, the key to individualized knowledge-based instruction. NATO ASI Series F, Vol. 125, Berlin:Springer-Verlag, 1993
 - 14 Horth J, Hall W. An Evaluation of Adapted Hypermedia Techniques Using Static User Modelling
 - 15 Lynda H, et al. Automated Generation of Hypermedia Presentations from Pre-existing, Tagged Media Objects. In: Same to [8]
 - 16 Marcello S, Carlo S. Building a User Model for a Museum Exploration and Information-Providing Adaptive System. In: Same to [8]
 - 17 de Bra P, Calvi L. AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System In: Same to [8]
 - 18 Shneiderman B, Kearsley G. Hypertext Hands-On!. Addison-Wesley, ISBN0-201-15171-5

(上接第87页)

假设在建立通信连接初期,系统提供的资源为 R_0 (若包含多种类型资源如 CPU 资源、通信资源等则 R_0 表示为一个多元组,这里我们假设可调资源仅为受限的通信带宽,所以 R_0 表示为一个值),通信中实际利用资源变为 R_1 ,若 $R_1 < R_0$ 需要向下调整,我们将调整看成是 QoS 参数树的搜索,则向下调整算法如下:

(1) 确定可以调整的媒体集合 $\{M_1, M_2, \dots, M_n\}$, 满足 $R(M_i) > R_0 - R_1 + \Delta, 1 \leq i \leq n, \Delta$ 为可调参数。

(2) 在可调整的媒体集合中,选择一种媒体,满足该媒体参数相对于综合参数的权值最小。

(3) 对该媒体的基本参数进行修改。

(4) 更新上层的 QoS 参数。

向上调整的过程类似,在向上调整的过程中无须限定可调整的媒体集合范围。

结论 实现动态的 QoS 控制是近年来分布式多媒体通信的一个难点,本文在分析了动态的 QoS 控制机理的基础上,对动态的 QoS 控制策略的实现技术进行了深入研究并提出了自己的思想,主要包括:

提出了一个 QoS 控制模型,该模型在传统的 QoS 静态控制模型基础上进行了扩展:以动态控制为目标,

具有 QoS 映射、QoS 监控、QoS 调整、QoS 服务等功能。它既可作为单独的 QoS 控制层显式控制,又可作为一部分嵌入其它层中实现隐式控制。

给出了 QoS 相关的一些概念(QoS 参数结构表示, QoS 值、QoS 综合参数与值等),讨论了 QoS 值的计算方法。提出了 QoS 动态调整的原则,最后以向下调整为例,给出了动态调整的算法。

参 考 文 献

- 1 Steimetz R. Multimedia: Computing, Communications and Applications, Prentice-Hall International, Inc., 1995
- 2 Alfano M. Design and implementation of a cooperative multimedia environment with QoS control. Computer communications, 1998, 21: 350~361
- 3 Ott M. An architecture for adaptive QoS and its application to multimedia system design. Computer communications, 1998, 21: 334~349
- 4 肖自美. 多媒体通信技术的现状与发展. 见: 第四届多媒体技术学术会议论文集. 1995. 1~8
- 5 王晖. 导弹协同训练系统的研究: [西北工业大学硕士学位论文]. 1998