维普资讯 http://www.cqvip.com

多媒体通信 服务质量 信息点播 61

76-78

一种多媒体通信机制的实现*)

Implementation of a Kind of Multimedia Communication Mechanism

王兴伟 刘积仁 张应辉 TP393 C931.4
(东北大学信息学院 沈阳 110006)

Abstract In this paper, the implementation of a kind of multimedia communication mechanism-QoS (Quality-of-Service)-Controlled group pipe is presented. The implementation principles and implementation environments are described briefly and the implemented functions are discussed thoroughly. It has been applied to a lot of practical distributed multimedia application systems.

Keywords Distributed multimedia, Information-on-demand, Multimedia communication, Quality of service

分布式多媒体信息点播系统DMIoDS(Distributed Multimedia Information on Demand Systems)是对VoD系统的扩充[1,2],可以满足人们对包括视频在内的各种各样的信息的点播需求,为了支持DMIoDS系统的设计与实现,我们提出并且实现了一种多媒体通信机制——服务质量受控型管道QCPIPE(Quality-of-service Controlled PIPE)[3]。本文就描述该机制的实现。

1 DMIoDS的逻辑结构

DMIoDS的逻辑结构采用客户机/服务器模式,如图1所示。在服务器一侧有信息库,存储可供客户点播的各种信息,IoD服务进程通过QCPIPE接收并且负责处理来自客户的各种点播请求并且将信息点播的结果交给QCPIPE;在客户机一侧,提供客户进行信息点播的用户界面,IoD客户进程负责接收用户提出的点播请求并且通过QCPIPE传递给IoD服务进程;QCPIPE在IoD服务器与IoD客户机之间提供满足QoS需求的通信机制。

2 实现原则

在实现QCPIPE时,我们遵循应用级定帧原则、集成式层处理原则、控制与数据分离原则[3],应用级定帧ALF(Application Level Framing)的基本思想是应用应该参与数据传输过程,要求信息应该由应用分成应用数据单元ADU(Application Data Unit)。ADU应该是处理单元、控制单元和传输单元。集成式层处理ILP(Integrated Layer Processing)允许实现者在一个或者两个集成式处理循环中执行所有处理步骤,尽量避免数据在缓冲区之间的拷贝,以提高性能。控制与数据分离原则要求将控制信息的传输与数据的传输分开,以便适应各自不同的需求。

在DMIoDS中,视频信息都是MPEG-1,其I、P、B帧的大小通常不超过UDP报文携带信息的上限,一般不需要进行分段与重组,用UDP报文就可以直接携带每种类型的视频帧,作为ADU,符合ALF原则,至于音频,由于每个音频采样的数据量很小,若直接用UDP报文传递,则将导致UDP报文发送过于频繁,因此我们按与之同步的视频帧持续时间组织音频ADU,同时,将媒体调节、通信量整形、通信量管制、同步、流控、差错控制等功能集成,通过共享缓冲区实现对ADU的集成式层处理。QCPIPE支持控制与数据传输的分离,控制信息的传送基于TCP,多媒体数据的传送基于UDP,使用不同的socket。

3 QCPIPE的实现

3.1 实现环境

QCPIPE是在UNIX工作站平台和Ethernet网络环境下基于TCP/IP实现的,显然,Ethernet、UNIX、TCP/IP都不提供DMIoDS所需的QoS保证。因

*)"九五"国家科技攻关项目96-B08资助。**王兴伟** 博士,副教授,主要研究领域为分布式多媒体信息处理技术、计算机网络。**刘积仁** 教授,博士导师,东北大学副校长,主要研究领域为分布式多媒体信息处理技术与方法学、CSCW、组件技术等。**张应辉** 博士,主要研究领域为分布式多媒体信息处理技术。

维普资讯 http://www.cqvip.com

此，QCPIPE 依靠上层机制来尽可能地维持应用所需的 QoS，支持的应用应该属于自适应应用[3]。当 Ethernet 和 UNIX 轻载时，实现环境可以近似满足应用的 QoS 需求，信息点播应用的性能较好。

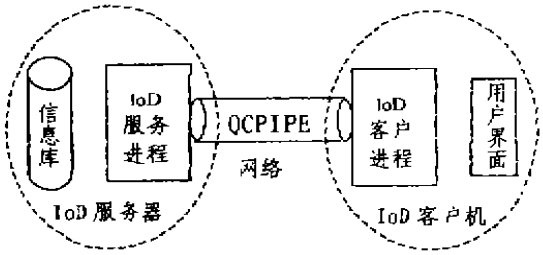

图1 DMIoDS 逻辑示意图

3.2 QCPIPE 的功能

QCPIPE 提供 QoS 协商、媒体调节、通信量整形、同步、流控、差错控制以及异常处理功能。为简便起见，以下称 IoD 服务进程为生产者，称 IoD 客户进程为消费者。

3.2.1 QoS 协商 在建立 QCPIPE 时，生产者与消费者进行 QoS 协商，确定使用的媒体制式、正常视频帧速率、最低可接受视频帧速率、音频采样速率、采样大小、声道数、同步参数、同步时间间隔、主同步媒体。在建立 QCPIPE 时，消费者测量 RTT，获得 RTT 的估计值。

3.2.2 媒体调节与流控 基于 ALF 和 ILP，QCPIPE 将媒体调节功能与基于速率的流控合二为一。

生产者采用基于速率的流控，根据协商好的速率定时发送视频帧和与之相伴的音频。由于采用基于速率的定时发送，因此在发送时可以保证媒体量子之间的等时关系。但是，由于 Ethernet 的不确定性，因此当媒体量子到达消费者时通常不会保持等时关系。为了消除这种延迟抖动对媒体量子等时关系的破坏，QCPIPE 在消费者一侧设置消抖缓冲区以维持媒体量子之间的等时关系。理论上，消抖缓冲区的大小等于延迟抖动、媒体量子速率、媒体量子大小三者的乘积。但是，由于 Ethernet 的不确定性，因此延迟抖动值是不确定的，QCPIPE 不能准确确定消抖缓冲区的大小。为此，QCPIPE 将消抖与差错控制联合起来考虑。QCPIPE 的流控策略如下：

·消费者统计在 QCPIPE 预先设定的流控时间间隔（目前设为3秒）内的 ADU 丢失率。如果丢失率高于预先设定的阈值（目前设为15%），则向生产者发出降低发送速率通知；如果丢失率低于预先设定的阈值（目前设为3%）且当前速率低于正常速率，则向生产者发出提高发送速率通知；否则，发送消费者一切正常通知。

·如果生产者收到来自消费者的降低发送速率通知，则生产者降低发送速率20%，但不能低于最低可接受速率。

·如果生产者收到来自消费者的提高发送速率通知，则生产者提高发送速率10%，但不能高于已经达成的正常速率。

·如果生产者收到来自消费者的一切正常通知，则表明消费者依然健在且工作正常。

3.2.3 通信量整形 其目的是通过对来自应用的通信量进行适当调节以方便 QoS 的实现。对于 MPEG-1 压缩视频流，为了方便消费者的解压缩，QCPIPE 在发送生产者提交的 MPEG-1压缩视频帧之前，通过通信量整形构件调整发送顺序，例如，对于 I(1)B(2)B(3)B(4)P(5)B(6)B(7)B(8)I(9)B(10)B(11)B(12)P(13)，则由于存在 I、P、B 帧之间的依赖关系，因此为了方便解压缩，通信量整形构件将上述视频帧序列调整为 I(1)P(5)B(2)B(3)B(4)I(9)B(6)B(7)B(8)P(13)B(10)B(11)B(12)。其中，括号中的数字表示该帧的播放顺序。为此，在 ADU 中嵌入序号和帧类型，以便即使 ADU 错序到达消费者，消费者也可以通过调整次序维持这种语义因果序。

3.2.4 同步 生产者总是同步发送需要同步播放的媒体量子。每当同步时间间隔到时，消费者检查媒体间的实际同步情况，以便在失步超过同步参数的限制时予以纠正。在 DMIoDS 中，每隔10秒检查一次同步，同步参数是音频超前视频100ms，视频超前音频133ms，同步以音频为主同步媒体。如果失步超过同步参数的限制，则消费者重新同步。具体做法是：

·如果音频对视频的超前量大于100ms，则播放两次后续的$\left(\frac{\text{音频对视频超前量}}{\text{视频帧持续时间}}\right)$个视频帧；

·如果音频对视频的滞后量大于133ms，则跳过后续的$\left(\frac{\text{音频对视频滞后量}}{\text{视频帧持续时间}}\right)$个视频帧。

这里，不能整除时向上取整。

3.2.5 差错控制 我们提出了一种基于重传的应用环境与语义制导差错控制策略，采用如下技术：消费者播出缓冲；生产者重传缓冲区隐式期满；消费者基于间隔检测丢失；条件重传；测量 RTT。

·消费者播出缓冲。QCPIPE 在消费者处设置一定数量的缓冲区。这样做既提高了可用于重传的时间，又起到了消抖作用。该缓冲区称为播出缓冲区，而缓冲延迟被称为播出延迟。QCPIPE 在消费者设置足以提供 200ms 播出延迟的缓冲空间，对于 MPEG-1视频来说

维普资讯 http://www.cqvip.com

相当于提供6帧缓冲。这样可用于差错重传的时间就提高了200ms。付出的代价是增加200ms 的播出启动延迟。这对于分布式多媒体应用来说通常是可接受的。

·隐式重传缓冲区期满。连续媒体数据的周期性允许生产者估计在丢弃 ADU 之前应该在重传缓冲区中保持多长时间 ADU，因此不需要来自消费者的显式应答。生产者可以简单地维持和消费者缓冲区相同大小的重传缓冲区。每当发送新 ADU 时，就丢掉在重传缓冲区中保持最久的 ADU，因为它已经期满。隐式数据期满允许生产者在 ADU 期满时释放其占用的重传缓冲区而毋需来自消费者的明确指示。

·基于序号的丢失检测。当收到的 ADU 的序号高于预期序号时，则认为出现了 ADU 丢失。这里，要求网络保证按序提交分组。

·条件重传。如果在播出丢失 ADU 之前剩下的时间小于 RTT，就放弃要求重传该 ADU，从而避免出现迟到的重传。对于 B 帧，最多要求重传1次；对于 P 帧，最多要求重传2次；对于 I 帧，只要来得及，就要求重传。

显然，RTT 应该尽可能准确。为此，QCPIPE 对 RTT 进行周期性地调整。

·计算 RTT 估计值。消费者计算在 QCPIPE 预先设定的时间间隔内（目前设为3秒）的生产者到消费者的端到端延迟的平均值，将其乘以2作为 RTT 的采样值。然后，利用下式计算 RTT 的新估计值[3]：

$$RTT_{新估计值}=\frac{7}{8}RTT_{原估计值}+\frac{1}{8}RTT_{当前采样值}$$

3.2.6 异常处理 如果生产者在流控时间间隔到期时没有收到来自消费者的任何反馈通知，则它主动询问消费者；如果此次收到来自消费者的反馈，则认为消费者依然健在，生产者继续工作，否则生产者认为消费者已经崩溃并且自行退出。

如果消费者在流控时间间隔内没有收到过来自生产者的任何消息，则它主动询问生产者；如果此次收到来自生产者的消息，则认为生产者依然健在，消费者继续工作，否则消费者认为生产者已经崩溃并且自行退出。

这是一种分布式异常处理方式。

结 论 本文介绍了为 DMIoDS 系统开发的一种多媒体通信机制 QCPIPE 的实现，该机制不仅已经成功地应用于 DMIoDS 系统，而且被应用于多个实际的分布式多媒体办公自动化系统。同时，以其为基础，还设计并且实现了支持多媒体组通信的 QoS 受控型组管道 QCGPIPE（Quality-of-service Controlled Group PIPE）。实践表明，QCGPIPE 能够满足分布式多媒体应用的实际需要，期望对多媒体通信机制的研究与发展能起一定的推动作用。

参 考 文 献

1 Berzsenyi M, et al. Design and implementation of a video on-demand system. Computer Networks and ISDN Systems, 1998, 30(10): 1467～1473

2 刘积仁，张应辉，王兴伟. 一种 DMIoDS 模型. 软件学报，1998，9(4)：290～295

3 王兴伟. 分布式多媒体系统服务质量管理与组通信机制的研究：[博士论文]. 东北大学信息学院，1998

（上接第75页）

管理的开销可以接受。由此证明我们设计的面向 Internet 或无线网络环境的分布式多媒体系统可以满足用户的需求，同时也为设计其他分布式多媒体系统提供参考。

参 考 文 献

1 ISO/IEC JTC 1/SC21, Quality of service in ODP-Attachment 1, Jan. 1997

2 ITU/ISO. Reference Model of Open Distributed Processing-Part 2: Foundation, ISO/IEC 10746-2, ITU-T Rec X902, 1995

3 ITU/ISO. Reference model of open distributed processing-Part 3: Architecture, ISO/IEC 10746-3, ITU-T Rec X903, 1995

4 ATM Forum. ATM User-Network Interface Specification Version 4.0, 1995

5 Busse I, et al. Dynamic QoS control of Multimedia Application Based on RTP. Computer Communication, 1996, 19(1): 49～58

6 Chatterjee S, et al. Modeling Applications for Adaptive QoS-Based Resource Management. In: Proc. of the 2nd IEEE High Assurance Systems Engineering Workshop. Bethesda, Maryland, Aug. 1997

7 Nahrstedt K, Steinmetz R. Resource management in networked multimedia systems. IEEE Computer, 1995, 28(5): 52～63

8 Thompson K, et al. Wide-area Internet Traffic patterns and Characteristic. IEEE Network, 1997, 11(6)

9 Wilson F, et al. Quality of Service Parameters for Commercial Application of Video Telephony. In: Human Factors in Telecommunication Symposium. Darmsadt, Germany, May1993

10 Anderson D P. Metascheduling for Continuous Media. ACM Transaction on Computer System, 1993, 11(3): 226～252

11 Stankovic J A, Spuri M, Natale M D. Implication of classical scheduling results for real-time systems. IEEE Computer, 1995, 28(6): 16～25

12 Brader R, Clark D, Shenker S. Intergrated Service in the Internet Architecture: An Overview. RFC 1633, 1994