

文章编号: 1002-0411(2001)03-213-05

数字图书馆多媒体信息传输服务质量管理方案的研究

陆璐 张亮 施伯乐

(复旦大学计算机系数据库中心 上海 200433)

摘要: 本文研究了分步式多媒体信息系统 QOS 管理方案, 给出了该系统 QOS 管理基本要求, 并针对数字化图书馆海量分布多媒体信息资源的特点, 给出了其 QOS 管理的基本功能以及具体实现, 并在局域网环境下对该方案进行了测试。

关键词: 分步式多媒体系统; 服务质量; 多媒体通信

中图分类号: TP391

文献标识码: B

RESEARCH ON MULTIMEDIA INFORMATION TRANSMISSION SERVICE QUALITY MANAGEMENT OF DIGITAL LIBRARY

LU Lu ZHANG Liang SHI Bo-le

(Department of Computer Science, Fudan University, Shanghai 200433)

Abstract: This paper researches on the QOS management of distributed multimedia information system, the basic requirement for QOS management is displayed. The fundamental function and implementation for QOS is also presented combined with the digital library huge distributed multimedia information resource. This implementation has passed the test in the local network environment.

Keywords: distributed multimedia system, quality of service, multimedia communication

1 引言(Introduction)

数字图书馆亦称电子图书馆, 是图书资料的数字表示及相关的组织机制, 它可以帮助用户迅速获取所需信息. 数字图书馆是一个集成了信息数字化、数据组织管理、多媒体数据检索、Internet 信息传输与表现、通信安全和知识产权管理等多项技术的统一概念. 它极大地拓广了传统图书馆存储和共享信息的功能, 成为未来信息社会的基础设施, 其技术水平是社会信息化水平的重要体现. 电子图书馆的研究、开发及应用已成为信息科学领域的重要研究课题^[1, 2].

数字图书馆中存储的数据形态包括文字、图像、地图、音频信号、视频信号、图片等多种媒体, 它的各种信息化资源存储方式不是集中存储于某一服务器上, 而是一个分布式海量资源库群, 如图 1 所示. 如何将用户检索到的各种丰富多彩的多媒体信息同步且不失真地传递到任何一个对此信息有需求的用户手中是一个很值得研究的问题. 这实际是一个分布环境下多媒体信息服务质量(QOS)管理问题, 研究

多媒体信息组织管理机制与动态表现机制的有效结合策略, 设计一种高效的检索调度生成算法, 根据应用对多媒体对象的时序同步要求、媒体对象的特性、网络信道吞吐率及缓冲区大小等约束条件确定客户端向资源服务器发出对象传输请求的恰当时机并且将信息不失真回传给用户.

多媒体信息可以分为静态信息和动态信息两大类, 静态信息如文本、图形和图象, 它是没有时间维的信息, 其播放速度不会影响所给信息的再现. 动态信息如动画、声频、视频数据和 MIDI 音乐, 它们均是与时间有关的数据流. 一般电子图书馆中许多资料信息实例可能包含多个媒体数据, 这就不可避免地考虑各个媒体数据在时间上的相互依赖关系, 如用户检索一段音像资料时不仅需要显示其中一系列视频数据和音频数据, 还需要考虑两者间的时序关系, 即对应的视频数据和音频数据间的同步关系(俗称对口型), 同时还需要考虑它们的播放顺序, 因此多媒体信息处理的复杂性主要来源于连续媒体信息, QOS 管理机制面临的新的挑战也来源于连续媒体数据.

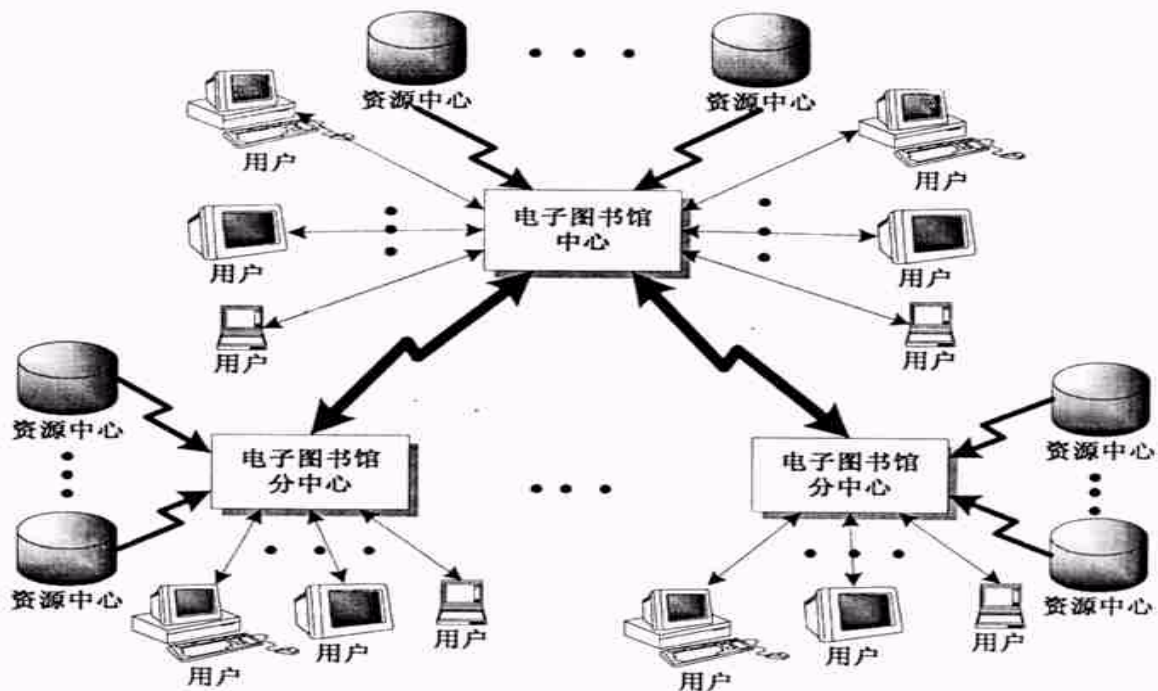


图1 电子图书馆体系结构

Fig. 1 Digital library system structure figure

2 分布式多媒体系统 QOS 管理的基本要求 (QOS Management basic requirements of distributed multimedia system)

2.1 面向连接提供端到端的支持

该 QOS 管理必须建立在从资源中心到用户浏览器完全端到端基础之上. 当用户需要查询某一信息时首先从资源中心经过图书馆分中心到用户端建立一条完全连接, 该连接申请成功后才可以响应用户的需求, 否则用户连接不能建立或者必须选择较低一级的 QOS 请求. 在该端到端路径上中间任何一个环节出了问题都会违背播放的完整性, 因此必须为完全的端到端会话配置合理的 QOS.

2.2 具有协商接口和资源预约的功能^[3]

网络系统的用户首先按照一定的接口规范描述其 QOS 服务要求, 与网络系统进行协商, 系统根据它的要求, 计算其所需要的资源, 包括带宽, 缓冲区等, 选择适当的路由, 并沿路由预约资源. 如果该网络系统有足够的资源满足用户要求, 则允许用户建立端到端的连接. 预约资源可以采用以下三种策略:

1): 按照最长的信元包预约最长的 CPU 处理时间, 最高带宽, 该方法称为确定型承诺, 可以充分避免冲突, 保证质量, 其缺点是资源利用率教低.

2): 从统计的角度以平均工作负载预约资源, 这样资源利用率较高, 但系统可能出现过载, 导致

QOS 降级, 为避免该问题, 应当允许用户设置资源预约的优先级, 当用户使用结束后系统回收相应的资源, 但这样做会提高系统资源管理的难度.

3): 尽全力型 QOS 服务, 该方案不提供任何 QOS 保证. 由于网络带宽的限制, 广域网中的现有的分布式多媒体服务多属于这类服务.

2.3 QOS 的管理是动态可配置的

这里的动态配置是指允许用户根据请求的不同类型的数据流申请不同的 QOS 资源, 如果用户没有申请, 网络管理层也会制动根据数据流量大小进行匹配. 而且允许用户或者网络管理层在连接会话过程中依据实际情况动态地变更 QOS 参数值, 提供动态的 QOS 配置能力.

2.4 基于速率的流控机制^[4]

在分布式多媒体系统中由于动态信息的传输与播放具有严格的实时性与等时性, 需要维持媒体内时间信息的连续性, 如果媒体信息发送过快, 客户端接受得慢就需要开辟大量的缓冲区, 当用完缓冲区后会造成后续信号的丢失; 如果媒体信息发送太慢, 就会引起延时抖动的现象发生. 因此在分布式多媒体系统中采用基于速率的流控机制, 而不是采用传统的滑动窗机制, 使发送方数据平稳进入用户端. 漏篮方法是比较长用的基于速率的流控方法.

2.5 容错控制^[5]

在数据通信中可靠性是至关重要的, 系统必须

保证提交内容的正确性. 在分布式多媒体系统中多媒体系统从资源中心向用户端提交包括两方面: 内容的正确性和时间上的正确性, 不同系统对两者的要求程度是不同的, 这需要用户对两者进行权衡选择合理的 QoS 参数值, 这就需要在应用层增加面向应用的差错控制手段, 增强用户的可配置能力. 动态信息中如果传输的视频数据如果帧边界被破坏该信号将是无法恢复的, 这时可以考虑在传输中对原始的信息增加冗余信息, 例如对关键值进行复制, 以便接受方在差错发生时通过冗余信息进行纠正, 这对于端到端延迟保证的实现非常有利.

2.6 同步控制

在分布式多媒体系统中同步机制是异常重要的, 需要满足用户对媒体信号同步播放的要求. 对于分布式多媒体系统同步控制问题有下面基本结论:

结论 1: 实现多媒体传输连续性的充要条件为: 任意两个相邻多媒体对象的传输延时都相等.

结论 2: 实现多媒体通信实时性的充要条件为: 任意一个多媒体对象的传输时延都小于一个同步时间单位.

多媒体系统同步则是在保证传输的连续性与实时性的基础上, 进一步实现多媒体对象的有序发送和接收. 多媒体通信同步的实质是: 实现多媒体对象经网络传输后仍然保持原来在时基上的约束关系. 实现同步的方法可以分为两类: 静态方法和动态方法^[6]; 静态方法为每个数据包被分配一个时间戳, 靠信息源和用户端的同步时间轴保证整个播放期间的同步要求. 动态方法则为当有信元包到达时或者有来自用户的需求到达时, 与之相关的应用就被通知给应用, 但是处理这些事件的责任留给了应用程序员.

3 电子化图书馆 QoS 管理的基本功能 (QoS management basic requirements of digital library)

通常人们对 QoS 管理也是分层进行的, 为了实现上一节中 QoS 管理的基本要求, 对电子图书馆 QoS 管理模块进行如图 2 分层, 实现其完全端到端之观点.

应用层
信息同步层
传送协议层
网络协议层

图 2 电子图书馆 QoS 管理模块分层结构

Fig. 2 Digital Library QoS Layer Module Figure

网络协议层提供基本网络传输协议支持, 考虑到电子图书馆应用的广泛性, 它需支持多种网络服务, 考虑到 ATM 具有较高的网络传输质量, 能支持多种网络传输, 扩容性好的优点, 这里采用 ATM 服务网络.

传送协议层即要包含声音、文本等静态信息传输协议, 而且包括与时间相关联的动画、视频等动态信息传输协议, 允许上层根据实际需要对该层协议与服务进行适当的选取与配置.

信息同步层主要解决媒体间的同步控制问题. 对于静态信息保证为满足 QoS 而规定的时间内将信息向上或者向下传送, 保证信息的空间同步; 对于动态信息根据 QoS 要求尽量减少延迟值和延迟抖动现象保证媒体信息的时间同步.

应用层为用户进行 QoS 管理提供应用接口. 它包括以下功能:

- * 允许接入控制: 它首先判断一个用户请求时是否为合法请求, 若是再决定该连接可否接纳, 即其要满足两个条件: 1) 网络要有足够的资源满足该连接的 QoS 要求; 2) 新连接不会影响到已经建立的 QoS.

- * 资源预约^[7]: 系统必须保证一定的空闲资源以处理异常的突发事件以及优先级较高的事件, 并在处理完后自动释放这些资源以备它用.

- * 路由机制: 采用负载平衡策略, 通过智能代理模块^[8], 当访问某个服务器用户过多或者线路拥塞时将用户对信息的访问平稳地均衡到其它服务器上.

- * 协调功能: 记录用户资源使用情况, 协调用户的 QoS 需求并能根据实际情况给用户分配合适的资源.

- * 安全性功能: 由于该系统是一个基于 Internet 的信息服务系统, 很可能会遭受攻击或者有一些非法用户进行非法活动, 可考虑加入防火墙来保证服务的安全与可靠性.

4 QoS 管理模块的具体实现(QoS management module specific achievement)

整个 QoS 管理模块采用 Java 来实现, 主要基于它强大的网络功能以及跨平台的优势, 采用 Java 的 RMI 实现对远程对象的访问, 所有信息的表现和传输都基于 XML 格式提交. 整个系统实现模型如图 3 所示, 其中 QoS 管理模块驻留在应用服务器上. 图中用虚线表示的智能代理模块驻留在各个应

用服务器中,它首先启动运行记录各个服务器用户负载信息,当服务器收到用户请求信息,首先查看是否饱和,若饱和则将其均衡到其它服务器上,启动该服务器上的 QOS 管理模块,完成相应的管理功能。

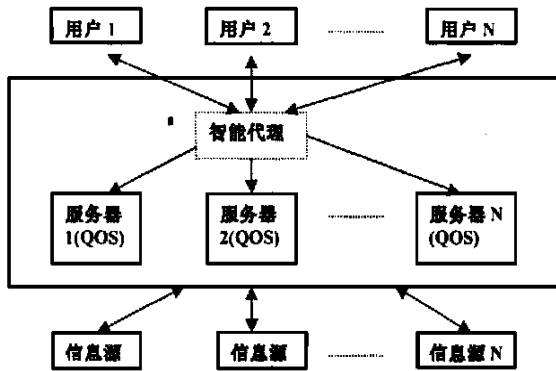


图 3 QOS 系统体系结构

Fig. 3 Digital library QOS structure figure

下面我们给出实现该 QOS 管理功能的主要数据结构,对远程信息源,路由表的查找全部采用 Hash 算法,提高查找效率。

```

Class UserTable{
    String UserID;           //用户标号
    String Usepassword;     //用户口令
    String * InfoDescription; //简单描述信息
}

Struct UseQosParameter{
    String Flow type;       //流传输类型
    Time Connecttime;      //连接时间
    Time Delaytime;        //延迟时间
    String Delayrate;       //延迟抖动
    Int FlowControl;       //流量控制
}

Class Routable{
    WndIdentifier * wndIden; //信息源标号
    Vector useQueue;         //在线用户数目
}

Class Smartagent{
    ServerIdentifier * wndServer; //记录服务器的标号及状态
    Static Hashtable Routetable; //路由表
    Static Hashtable UserTable; //用户表
    Void Verify(); //验证用户合法性
    Void Start(); //启动相应服务器
}

QOS 模块 Class Mediobject{
    String id; //媒体标号
    String mediatype; //媒体类型
    Mediastructure * rep; //媒体结构
}

Class OosControl{
    Struct UseQosParameter; //用户配置的 QOS 资源
    Mediobject * Mediobject; //当前传送的媒体对象
    Mediobject * Next //下一个需要传送

```

的媒体对象

```

Int lock; //媒体对象是否正在
传输标志
Void Verify(); //验证用户提交要求的合理性
Void Modify(); //修改相应的 QOS 参数设置及差错控制
Void Send(); //传送用户对信息源反馈信息
Void Receive(); //按 QOS 参数同步传送用户查询的信息
Void Stop(); //停止操作

```

其具体实现步骤如下:

Step1: 接收用户请求,计算连接的用户数是否饱和,若饱和则将该请求分配至另一服务器,并启动其 QOS 管理模块。

Step2: QOS 管理模块验证用户身份的合法性,合法则接受用户相应的 QOS 请求,检测实际线路是否能满足请求,若能满足则接受,不能满足则根据用户优先级尽可能匹配,并通知用户,这时用户也可以重新设定 QOS 参数,不设定则按 QOS 管理模块分配的参数设定。

Step3: 当应用服务器收到信息源提供的信息后,按信息的类型以及 QOS 参数指标将信息传递给用户。在传送中对每个传输点建立一个线程,并在线程中调用它的 Receive 方法,置 lock 标志,靠多线程的同步机制动态实现通讯同步。当当前信息包传输完成后释放 lock 标志并传送下一个信息包媒体信息。当检测到某一传输点信号未解锁时则证明该信号包未同步传送,这时可以靠其设定的缓冲器,小延时以及重传该信号包等的机制来解决该问题。采用上述算法我们就可以按照媒体数据原有的时序关系来实现多媒体数据的同步播放。

5 系统测试情况(System test results)

应用上述方法,我们将数字化图书馆的传输质量管理模块在复旦大学校园网环境下进行了测试。具体测试如下:我们传输数字图书馆中一幅连续媒体视频图象,根据 QOS 标准,视频传输中端到端延迟应保持 250ms 以下^[8],每秒播放 30 帧,动态改变用户缓冲区大小,以保证此时存储内容是最新的,从而保证当网络中出现传输抖动时从缓冲区取出数据不缺乏也不冗余,避免出现图形跳跃或者图形重复的现象。我们通过多用户同时访问服务器上这幅图象来模拟线路忙启动用户缓冲区的情况。对于加入与不加入该算法动态更新用户缓冲区中的内容,从同时支持的用户数以及播放质量两方面做了比

较, 所得结果如下:

表 1 对比结果

Tab. 1 Experiment Contrast Results

用户数	未加 Qos 算法	加入 Qos 算法
1	播放正常	fps= 30
2	播放正常	fps= 30
3	播放不连续	fps= 30
4	出现抖动与停顿	fps= 27, 无抖动
5	严重断帧与重叠	fps= 25, 无抖动
6	无法播放	Fps= 20, 较连续
7	无法播放	出现抖动
8	无法播放	无法播放

该实验结果表明该算法能有效改善系统传输特性, 通过用户缓冲区中的数据保证播放的连续性, 具有较强的适用性, 可以进一步完善与推广.

6 结论(Conclusion)

本文针对电子化图书馆海量分布多媒体信息资源的特点, 研究了分布式多媒体信息在网络环境中同步传输的管理方案基本要求, 解决了多媒体对象同步传输时播放连续性的问题. 在局域网环境下对该方案进行了测试, 测试结果验证了该方案的实用性与合理性, 在未来工作中将进一步完善该方案, 提出一种更为完善的基于 Internet 等的大型网络环境中分布多媒体信息资源的同步传输管理机制.

(上接第 212 页)

5 结论(Conclusion)

本文将滑模控制器与神经网络有机地结合起来, 提出了一种全程滑模的鲁棒控制方式, 经理论分析和仿真实验可以看出, 采用该控制方式的系统鲁棒性进一步得到加强, 而抖动也大为减少, 可适应复杂工业对象的控制要求.

参 考 文 献 (References)

- Young K K D *et al.* A Singular Perturbation Analysis of High-gain Feedback System[J]. IEEE Trans. Autom. control, 1977, 22(4): 27~ 30
- Heejin Lee *et al.* Design of a Sliding Mode Controller with Fuzzy Sliding Surface[J]. IEE Proc-control Theory Appl., 1998, 145(5): 411~ 418

参 考 文 献 (References)

- Blue Book (FY 2000): High Performance Computing and Communications: Information Technology Frontiers for a New Millennium. Apr. 1999
- 中国电子图书馆技术研讨会论文集, 国家教委图书馆工作委员会, 1997. 11. 复旦大学
- Blair G S *et al.* System Support for Multimedia Applications: An Assessment of the State of the art. Information and Software Technology, 1994, 36(2): 203~ 212
- 王兴伟等. 分布式多媒体系统服务质量管理实现支持机制. 软件学报, 1998, 9(5): 350~ 353
- Biersack E W. Performance Evaluation of Forward Error Correction in an ATM Environment. IEEE Journal of Selected Areas in Communications, 1993, 11(4): 631~ 640
- Coulson G *et al.* Supporting the Real-time Requirements of Continuous Media in Open Distributed Processing. Computer Networks and ISDN Systems, 1995, 27(8): 1231~ 1246
- 王东霞等. 支持高速多媒体网络生存性的 QoS 体系. 通信学报, 1999, 20(5): 231~ 236
- 杨 彬等. 基于智能 Agent 的网络管理. 通信学报, 1998, 19(1): 23~ 30

作者简介

陆 璐(1971-), 男, 博士后. 研究领域为分布式多媒体信息处理, 网络监控, 机器人控制等.

张 亮(1963-), 男, 博士后. 研究领域为数字化图书馆, 分布式数据库等.

施伯乐(1935-), 男, 博士生导师. 研究领域为分布式数据库, 面向对象数据库等.

- Slotine J J *et al.* Tracking Control of Nonlinear Systems using Sliding Surface with Application on Robot Manipulators[J]. Int. J. Control. 1983, 38(2): 465~ 492
- 王耀南. 计算智能信息处理技术及其应用[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 1999: 104~ 105
- D Q Zhang *et al.* Chattering-free and Fast-response Sliding Mode Controller[J]. IEE Proc-control Theory Appl., 1999, 146(2): 171~ 177

作者简介

张昌凡(1960-), 副教授, 湖南大学电气与信息工程学院博士生. 研究领域为智能控制理论与应用, 变结构控制, 交流伺服控制与应用的研究.

王耀南(1957-), 博士, 湖南大学电气与信息工程学院教授, 博士生导师. 研究领域为智能信息处理, 人工智能, 智能机器人与视觉, 智能控制理论与应用的研究.