

文章编号:1001-9081(2005)02-0262-03

直播服务器一般性框架体系设计

李争明, 张 佐

(清华大学 自动化系, 北京 100084)

(lzm02@mails.tsinghua.edu.cn)

摘 要: 基于流媒体服务器设计框架, 结合直播服务器本身的功能、特性, 并综合考虑波动的网络环境对其的影响, 给出一种适用于直播服务器的一般性的实现框架。在这个实现框架中直播服务器由四个功能模块组成: 速率控制模块、差错控制模块、质量自适应模块以及缓冲区控制模块。这四个功能模块各自完成特定的功能, 并相互协作以使直播服务器系统作为整体提供适应性的视频传输服务。对各功能模块之间的协作和互动关系作了详细的阐述。提出的框架体系可以根据应用需求进行灵活配置以得到适当的实现形式, 对开发直播系统具有参考价值。

关键词: 直播服务器; 速率控制; 差错控制; 质量自适应; 缓冲区控制

中图分类号: TP393.02 **文献标识码:** A

Design of a general architecture of live streaming servers

LI Zheng-ming, ZHANG Zuo

(Automation Department, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: In this paper such a general architecture was presented based on Rejaie's work on the architecture of media streaming servers, which took into consideration the functions and characteristics of live streaming servers, and incorporated the impacts of fluctuant network environment on them. In this architecture, four function modules, namely Rate Control Module, Error Control Module, Video Quality Adaptation Module and Buffer Control Module, comprise the whole server. These modules respectively perform specific tasks, and collaborate to enable the whole server systems to provide adaptive video streaming services as a whole. How they can interplay and cooperate was discussed thoroughly in this paper. This architecture presented in the paper can be flexibly configured according to specific needs of particular applications, and can be helpful to development of live streaming server systems.

Key words: live streaming server; rate control; error control; video quality adaptation; buffer control

0 引言

流媒体应用是目前比较有商业前景的网络应用, 受到工业界和学术界的广泛关注。

流媒体应用要求将音频流和视频流及时发送到客户端, 保证客户端享受到连续、流畅的音频和视频, 这要求网络提供充足的带宽和稳定的环境。而目前的网络特别是 Internet, 是一种“尽力而为”的网络, 无法提供充足而稳定的带宽和固定的网络时延等其他 QoS 参数, 这同流媒体对网络资源的高需求有矛盾。这是目前多数流媒体应用的服务质量难以满足市场需要的原因, 也是阻碍流媒体应用进一步推广的瓶颈所在。

短期内 Internet 环境难以得到根本性的改善, 所以为提升服务质量, 流媒体系统应该对网络环境具有适应性, 能够在波动的网络环境中提供较为稳定的视频传输服务。

文献[1]给出了为获得对网络环境的适应性流媒体服务器系统应具有的功能模块: 速率控制模块、差错控制模块和质量自适应控制模块。

网络视频直播应用是一类比较重要的流媒体应用, 包括视频会议、视频监控和网络直播等。直播服务器是网络直播

系统的核心部件, 实现将实时媒体数据以流媒体的形式发送到网络上的功能。为提供较高的服务质量, 直播服务器系统也应该能适应波动的网络环境。

直播服务器系统有本身的特点, 不能直接套用文献[1]的框架结构。本文结合直播服务器的特点对文献[1]的框架结构进行扩展, 提出了一种一般性的直播服务器系统框架结构。这种框架结构具有通用性和灵活性, 对开发网络直播系统具有参考价值。

1 问题描述和功能抽象

目前的 Internet 环境不提供业务流的 QoS 保证, 并且各种业务流的相互竞争导致带宽波动剧烈, 难以为流媒体应用提供稳定的、充足的带宽。

直播服务器系统在 Internet 环境中传输媒体数据时可能遇到以下问题: 网络带宽不足导致数据无法发送; 网络延时抖动导致客户端画面的抖动和不流畅; 不可靠的网络环境导致数据丢包或错误; 以及不同协议的业务流对带宽的不公平占用等。在其他网络环境如局域网和无线网络环境中, 这些问题也相应存在。

收稿日期: 2004-07-20; 修订日期: 2004-10-08

作者简介: 李争明(1981-), 男, 安徽萧县人, 硕士研究生, 主要研究方向: 流媒体质量控制算法、发送速率控制算法; 张佐(1967-), 女, 副教授, 主要研究方向: 智能交通系统、离散事件动态系统、流媒体。

为解决这些问题,提供稳定的视频传输服务,直播服务器系统也需要速率控制、差错控制和质量自适应三个功能模块。

速率控制模块通过某种方式估计当前可用网络带宽,以确定媒体数据的发送速率,确保发送速率同网络带宽匹配。同时,速率控制模块还需要采用 TCP 友好的算法,以保持流媒体业务流同 TCP 业务流之间的公平性,防止流媒体业务流占用过多带宽而导致其他 TCP 业务流的崩溃。

差错控制模块对媒体数据的传输过程进行差错控制,减少传输中的差错对客户端播放的不利影响。特别是在无线环境下的直播应用中数据传输中差错出现的可能性较大,差错控制模块更有必要。

质量自适应模块根据网络状况对视频质量进行调节,以合理降低视频流的码率,使之能顺利通过网络发送给客户,保证客户端视频的连续和稳定的播放。

与提供视频点播服务的流媒体服务器不同,直播服务器发送的媒体数据是实时采集压缩得到的,所以媒体数据来源不稳定,且服务器内部缓冲的媒体数据也有限。因此直播服务器还需要一个缓冲区控制模块,以使媒体数据发送过程同媒体数据采集和接收过程相匹配,防止服务器的数据缓冲区上溢或下溢。

2 功能模块设计

2.1 速率控制模块

速率控制模块需要对网络可用带宽进行估计,控制媒体数据的发送速率,使之同网络可用带宽相匹配,并且具有较小的波动。同时,速率控制模块还需要保证不同协议的业务流对网络带宽的公平利用。

可采用多种方式估计网络可用带宽:1)通过同底层拥塞控制协议的交互,可以对网络带宽状况进行判断,如文献[2]中所述。2)通过应用层的相关控制协议如 RTCP 协议等,获得流媒体数据传输的统计信息,并以此估计网络带宽。

得到网络可用带宽的估计值后,速率控制模块可以采用 TCP 友好的算法,如 AIMD 算法等确定当前的发送速率,以保证不同协议业务流间的公平性。同时为平滑媒体数据的发送过程,模块中还可以有选择的集成速率平滑算法。

2.2 差错控制模块

根据客户端的反馈信息可以得到数据传输过程中的出错情况。差错控制模块据此进行差错控制,以尽可能降低数据传输错误对客户端视频质量的影响。

目前视频传输中的差错控制算法有很多,如基于 FEC 的差错控制算法^[2]、中差错重传算法^[3]等。在开发直播服务器系统时需要根据具体的应用需求选择现有的差错控制算法或自己开发差错控制算法。

在直播服务器中应用差错控制时需要注意不破坏视频数据传输过程的实时性。例如在采用差错重传的机制时,需要综合考虑出错数据的重要程度、出错数据的播放时间是否已过、可用网络带宽的多少等各种约束条件,以确定哪些出错数据需要重传,哪些应该忽略。

总之,直播服务器中应用差错控制应该考虑直播应用的实时性要求,在数据传输的实时性和可靠性之间取得一定的权衡。

2.3 质量自适应模块

质量自适应模块的功能是在网络带宽不足时适当调节视频质量,以降低视频流的码率,保证视频数据的顺利传输。各

种质量自适应算法的本质都在于采取措施以在网络带宽波动且不足的情况下顺利发送视频数据,并尽量减小视频质量的波动。

目前学术界已经有许多视频质量自适应算法,其中较典型的是基于分层编码的视频自适应传输方案^[4]和缓冲区驱动的质量自适应算法^[5]。这两种算法各有特点和应用范围,可以根据直播服务器系统的应用需求进行选择。

直播服务器中质量自适应模块也需要特别考虑实时性的需求,即算法的计算量应该比较小,可以对视频数据进行实时处理。

2.4 缓冲区控制模块

缓冲区控制模块的主要功能是检测缓冲区中数据量及其变化趋势,为速率控制模块提供发送速率的界限;并且根据数据量的变化趋势调整发送速率,以实现数据的发送过程和接收过程相匹配。缓冲区控制模块的最终目的是实现长时间尺度上数据发送速率同数据接收速率的匹配,防止数据缓冲区上溢或者下溢。

可以用较简单的算法实现缓冲区控制模块。一种启发式算法的原理是:当缓冲区中数据逐渐累积时说明媒体数据的发送速率小于数据的接收速率,通知速率控制模块适当提高发送速率;当缓冲区中数据量有变小的趋势时,可知发送速率大于数据的接收速率,则通知速率控制模块适当的降低发送速率。

同时,考虑到直播服务器系统的商业应用需求,缓冲区控制模块可以提供对数据缓冲区进行切换的机制,以支持广告插播和监控画面实时切换等特殊的应用需求。

3 参考框架

本文提出的参考框架将以上所述的四个功能模块集成在直播服务器的统一的架构下,如图1所示。图中细线表示各模块间控制信息的流动,粗线则代表媒体数据的传输。在这种框架下,各功能模块之间进行交互和协调工作,以共同提供对网络环境具有适应性的数据传输服务。

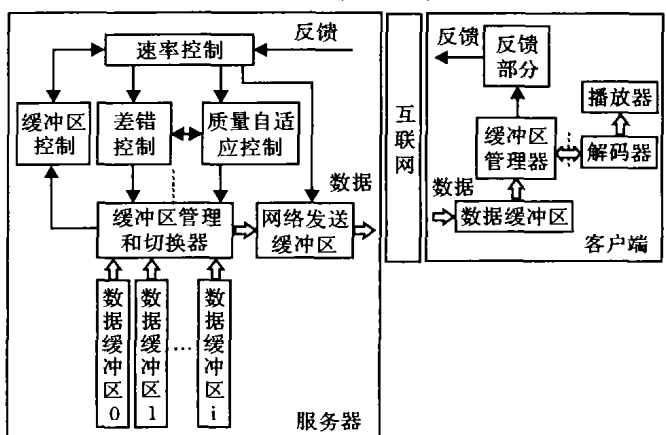


图1 直播服务器系统框架

速率控制模块通过 Internet 接收客户端传来的反馈信息,对当前的网络可用带宽和网络状况进行估计,然后依据一定的速率控制算法确定当前的发送速率。在这个过程中要考虑缓冲区控制模块传来的缓冲区状态信息和发送速率控制限制。

另外,在一定的实现模式中还可以将平滑算法集成到速率控制模块中,以平滑媒体数据的发送速率,提高直播服务器出口带宽的利用率,增加服务器的并发数。

缓冲区控制模块则不断检测直播服务器的缓冲区状态,

以确定发送速率的界限和发送速率应具有的变化趋势,传递给速率控制模块。

差错控制模块根据客户端反馈的出错信息确定在传输中出错数据的数量和类型。然后在当前已确定的发送速率和网络状态的约束下,同质量自适应模块协商以确定可用于进行差错控制如数据重传的带宽,并根据媒体数据本身的重要程度确定需要重传的数据。

质量自适应模块在已经确定的发送速率限制下,首先同差错控制模块协商以确定可用于传输新的媒体数据的带宽,然后根据一定的策略对视频质量进行调节以将视频流的码率降低到同此可用带宽相匹配的水平上。进行视频调节的过程中,一方面要将视频流的码率降低到可用网络带宽容许的范围内,另一方面要将因此引起的视频质量波动降低到最小,保证客户端享受到较稳定的视频播放效果。

可见,速率控制模块和缓冲区控制模块共同决定需要发送的媒体数据量,而差错控制模块和质量自适应模块则协商确定需要发送的媒体数据的具体内容。

这个框架是一种一般性的直播服务器系统框架,针对不同的直播应用环境和需求可以选择各个模块不同的实现形式以及各模块间的作用形式,以使得整个直播服务器系统满足特定的应用需求。如在无线网络环境中的直播服务器中,差错控制模块比较重要,一般都需要实现;而在局域网中或其他网络性能较好的环境应用直播服务器时,差错控制模块就可以省略,以简化服务器的体系结构。

总之,应根据应用环境适当选择框架体系中各个模块的具体实现形式,并为各个功能模块确定合理的交互关系。

4 结语

直播服务器系统为实现媒体数据传输过程对波动的网络环境的适应,提供较为稳定的视频传输服务,需要采用相应的控制算法应对在波动的网络环境中传输媒体数据可能遇到的问题。

本文提出的直播服务器系统体系框架结构具有一般性和通用性,可以根据具体的应用环境和需求进行灵活配置,因此对开发直播服务器具有很好的参考价值。

参考文献:

- [1] REJAIE R, HANDLEY M, ESTRIN D. Architectural Considerations for Playback of Quality Adaptive Video over the Internet (ICON 2000) [A]. Proceedings, IEEE International Conference on Networks [C], 2000. 204 - 209.
- [2] CAI J, ZHANG Q, ZHE W, *et al.* An FEC-based error control scheme for wireless MPEG-4 video transmission, Wireless Communications and Networking Conference, 2000. WCNC. 2000 IEEE [J]. 2000, 3(3): 23 - 28.
- [3] YAMAGUCHI M, ITO K, TAKASAKI Y. Packet loss detection scheme for retransmission-based real-time data transfer, Parallel and Distributed Systems: Workshops [A]. Seventh International Conference on [C], 2000. 49 - 54.
- [4] REJAIE R, HANDLEY M, ESTRIN D. Layered quality adaptation for Internet video streaming [J]. IEEE journal on Selected Areas In Communications, 2000, 18: 2530 - 2543.
- [5] YE D, WU QF, ZHANG Z. A Control-Theoretical Approach to Adaptive Internet Video Streaming [J]. IEICE Transactions on Communications, 2003, E86 - B(2): 585 - 594.

(上接第 251 页)

各个接口及所连主机 IP 地址范围分析出所连子网的规模大小,根据 Traceroute 得到的路由器的直连关系可以获得 6 个路由器的连通图以及直接相连的路由器的接口 IP 地址。

路由器	路由器 C 各个接口 IP 地址						路由器 C 各个接口 IP 地址	
各接口 IP	6.33	6.65	6.97	6.161	5.1	8.1	9.1	6.162
多别名分析	255.192	255.192						
IP 分析子网		255.224	255.224					
掩码过程			255.224	255.224				
多个 IP 地址								
分析子网掩码					255.0	255.224	255.240	255.0
连接验证					255.252			255.224
最终子网掩码结果	255.192	255.224	255.224	255.224	255.252	255.224	255.240	255.224

图 5 路由器 C、D 各别名子网掩码分析过程

3 结语

对远程网络拓扑发现来说,随着网络安全意识的日益加强,以及网络结构本身的复杂性与异构性,任何单一的网络拓扑发现方法都不能具备很好的通用性。只有将多种方法有机

结合,并对所收集信息最大限度的加以分析、挖掘,才能提高拓扑结果的准确程度,给基于网络拓扑发现的各种研究提供一个可靠的分析基础。笔者认为对目前方法获得的实体信息的有效分析,根据网络配置原则与特点分析出网络拓扑是应该值得关注与研究的问题。

参考文献:

- [1] MELENDEZ EA, QASEM A. Methods of Internet Topology Discovery: A Comparative Survey [DB/OL], 2004.
- [2] SIAMUALLA R, SHARMA R, KESHAY S. Discovering Internet Topology [DB/OL], 2004.
- [3] HUFFAKER B, PLUMMER D, MOORE D, *et al.* Topology discovery by active probing [DB/OL], 2004.
- [4] ANDERSEN DG, FEAMSTER N, BAUER S, *et al.* Topology Inference from BGP Routing Dynamics [A]. in Proc of ACM SIGCOMM Internet Measurement Workshop 2002 [C]. Marseille, France, 2002.
- [5] COMER DE, STEVENS DL. 用 TCP/IP 进行网际互连(卷一) [M]. 赵刚, 林瑶, 蒋慧, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [6] GOVINDAM R, TANGMUNARUNKIT H. Heuristics for Internet Map Discovery [A]. In Proceedings of the 2000 IEEE INFOCOM Conference IEEE INFOCOM 2000 [C], 2000.