

一种流媒体在线计费系统研究和性能优化

匡振国^{1,2},倪宏²,嵇智辉^{1,2}

KUANG Zhen-guo^{1,2},NI Hong²,JI Zhi-hui^{1,2}

1.中国科学院 研究生院,北京 100039

2.中国科学院 声学研究所 国家网络新媒体工程技术研究中心,北京 100190

1.Graduate University of Chinese Academy of Sciences,Beijing 100039,China

2.National Network New Media Engineering Research Center,Institute of Acoustics,Chinese Academy of Sciences,Beijing 100190,China

E-mail:kuangzg@dsp.ac.cn

KUANG Zhen-guo,NI Hong,JI Zhi-hui.Research and performance optimization of streaming media online charging system.Computer Engineering and Applications,2008,44(29):115-118.

Abstract: In streaming media applications,prepaid services require the billing system to provide real time billing and service control.After analyzing the disadvantage of existing billing schemes,design a Streaming Media Online Charging System to support prepaid services,introduce the online charging process of a typical streaming media service-VoD service,and then provide an optimization scheme to improve the overall performance of the system by adopting main memory database.The experiment indicates that the system designed in this paper can meet the real-time billing requirements of the streaming media application effectively, and can be used in streaming media circumstance easily.

Key words: Online Charging System;real-time billing;streaming media;Main Memory Database;Diameter Credit Control

摘要:流媒体应用中,预付费业务向计费系统提出了实时计费 and 实时控制的要求。分析了流媒体应用中现有计费方案存在的不足,设计了一种支持实时计费的流媒体在线计费系统,介绍了流媒体典型业务的在线计费流程,并利用内存数据库技术优化了系统的实时处理性能。实验表明设计的在线计费系统能有效满足流媒体业务实时计费的要求,具有良好的实用性。

关键词:在线计费系统(OCS);实时计费;流媒体;内存数据库;Diameter 计费控制

DOI:10.3778/j.issn.1002-8331.2008.29.032 **文章编号:**1002-8331(2008)29-0115-04 **文献标识码:**A **中图分类号:**TN915

1 引言

随着网络条件的不断改善和用户需求的逐步提高,以3G手机电视、数字电视和视频点播为代表的流媒体业务和相关增值业务迅速推广,业务的多样化及其实时计费需求对计费系统提出了新的要求^[1],支持实时计费和实时业务控制成为计费系统发展的趋势。

后付费计费,一方面由于低信用度用户的恶意欠费造成的坏账风险难以得到有效的控制,给运营商造成巨大的损失^[2],另一方面用户无法实时查询余额信息,随时掌握消费信息^[3],因而它的应用会越来越来少;准实时计费,俗称热计费,即在用户使用完业务后计费系统立即处理详单并扣费的计费方式。尽管可以通过提高计费系统的实时性来缩短系统的扣费周期,但准实时计费本质上是离线计费,刚性的时间差会带来较高的欠费风险,而且它无法提供用户服务使用过程中的服务终止功能^[4];随着业务类别

的丰富和网上交易的流行,用户产生的费用除了业务基本费,还包括第三方 CP/SP 提供增值业务收取信息费,因而用户在短时间内可能产生高昂的费用,从而进一步加大了欠费风险^[5];在线计费是一种计费信息能够实时影响用户服务使用的计费机制,电信语音业务的在线计费以智能网为依托通过 CAMEL 协议来实现。

后付费计费或准实时计费不仅难以满足运营商控制欠费的需求,也难以满足用户实时掌握消费信息的需求,电信语音业务实时计费的依赖智能网,支持 CAMEL 协议有较高的复杂性。本文分析了现有计费方式存在的不足,根据流媒体业务的特点和其支撑网络的特征,设计了一种流媒体在线计费系统^[6-9],利用内存数据库技术优化了系统的实时性能,可以很好的满足在线计费需求。

2 流媒体在线计费系统

本章首先对流媒体作了简单介绍,根据流媒体支撑网络的

基金项目:国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.2008AA01A317);国家“十一五”科技支撑计划重大项目资助(the National Great Project of Scientific and Technical Supporting Programs Funded by Ministry of Science & Technology of China During the 11th Five-year Plan.2008BAH28B04)。

作者简介:匡振国(1980-),男,博士研究生,主要研究方向:宽带网络通信、业务运营支撑系统等;倪宏(1964-),男,研究员、博士生导师,国家网络新媒体工程技术研究中心副主任,主要研究方向:多媒体技术、宽带网络通信、嵌入式系统等;嵇智辉,男,研究生,主要研究方向:宽带网络通信、电信运营支撑管理等。

收稿日期:2008-06-10 **修回日期:**2008-07-07

特征和流媒体业务的特点设计了一种流媒体在线计费系统架构,然后通过对 AAA(Authentication, Authorization and Accounting)协议的研究,流媒体在线计费系统采用基于 Diameter^[6]的 DiameterCC(Diameter Credit Control protocol)^[7]来支持流媒体业务的实时计费,最后根据系统框架设计了 VoD 点播业务的在线计费流程。

2.1 流媒体简介

流媒体(streaming media)是指在数据网络上按时间先后次序传输和播放的连续音/视频数据流^[8]。随着 3G 网络建设的推进和宽带网络的兴起,基于 3G 网络和宽带网络的流媒体技术得到了迅速的发展,并受到了越来越多的重视,各国在相应的高速网络研究计划中都把它作为一个重要的研究内容。笔者曾参与国家“863”计划“高性能信息宽带信息网(3TNet)”课题,课题从网络电视 IPTV、VoD、高清电视、时移电视等典型宽带流媒体业务入手,建立了一个能适应 Internet TV 等媒体流实时传输的高性能、广域(城域)宽带演示验证网络 3TNet,并在长江三角地区完成试验部署,它是全球迄今为止最大规模的 IPV6 宽带互动多媒体网络综合应用平台。

2.2 流媒体在线计费系统架构

在 3GPP 的 R5、R6 为 IP 多媒体服务 IMS(IP Multimedia Service)^[9]网络定义了 OCS(Online Charging System)参考性架构^[5]。3GPP 提出的 OCS 主要针对 3G 业务的计费需求,而且支持 CAMEL 协议有较高的复杂性,而流媒体业务具有多媒体化、个性化、人性化和互动性等特点,其支撑网络大多是基于 IP 的宽带网。根据流媒体业务的特点及其支撑网络特征,鉴于网络接入与计费控制分离,计费控制与计费应用分离的原则,设计了一种流媒体在线计费系统。在线计费系统必须实时响应计费请求,根据计费策略完成批价处理,扣费并生成计费单后实时反馈计费请求的处理结果。系统还必须实时监控用户的余额信息并基于余额控制用户的服务使用。根据流媒体在线计费系统的功能要求,其系统框架逻辑上包括系统管理、接口模块、计费控制、批价处理、余额管理、会话管理和计费网关 7 个模块,框架详情如图 1 所示。

件方式与外部网元设备交互;计费控制模块是流媒体在线计费系统的核心控制模块,它包括基于承载的计费、基于会话的计费和基于事件的计费三种;批价处理模块是流媒体在线计费系统的费用计算模块,通过规则、参数的配置,它能够支持多种业务灵活复杂的批价处理;余额管理主要对用户的账户余额进行管理,包括余额的预留/释放、扣费、充值、实时余额查询和余额监控等。本文采用基于用户级别和消费历史的动态阈值法来监控账户的余额,当账户余额少于动态算出的阈值时,系统将通过短信或 email 等途径自动通知用户及时补款,减少因费用不足和对用户服务的中断^[10];会话管理模块主要完成建立会话、关闭会话、会话状态监控等,并维护会话信息;计费网关则根据配置的策略,按照不同的业务类别分别生成 IPDR 话单文件,供账务系统做进一步的处理^[11];系统管理模块处理系统有关策略的初始化、相关配置的管理和相关信息的查询等。

2.3 AAA 协议研究

传统的用于实现 AAA 功能的 RADIUS 协议以其简单安全、易于管理、扩展性好而得到广泛应用。但是由于 RADIUS 协议本身存在的缺陷,比如基于不可靠的 UDP 传输、简单的丢包机制、没有关于重传的规定和集中式计费服务,都使得它不太适应当前网络的发展。随着新的接入技术的引入和网络的快速扩容,计费系统对 AAA 协议提出了新的要求,Diameter 协议应运而生。Diameter 基础协议为各种认证、授权和计费业务提供了安全、可靠、易于扩展的框架,可以方便的应用到实际中。相对于 RADIUS 协议,Diameter 协议拥有良好的失败处理机制、快速检测到对端不可达的能力、更好的丢包处理机制,它支持端到端的安全,为每个会话进行认证和授权以保证安全性^[12]。在 Diameter 基础协议上扩展的应用协议 DiameterCC,定义了针对预付费用户的计费机制,采用信用额度控制,实现了基于承载、会话和事件的计费,解决了预付费的计费需求,因此流媒体在线计费系统采用 DiameterCC 协议同外部网元设备交互协同实现在线计费功能。

2.4 VoD 在线计费流程

本节以 VoD 点播业务为例,根据图 1 所示的在线计费系统框架,用户终端点播 VoD 的在线计费流程如图 2 所示。整个在线计费流程包括获取账户余额和使用量、批价、扣款、生成计费单信息、通知充值等多个子流程。其中子流程 5 完成用户账户余额、累计使用量和费用的获取,子流程 6 完成批价处理,子流程 7 完成从用户账户的扣款操作,子流程 11 按照系统配置的策略根据计费信息生成 IPDR 话单文件,子流程 12 完成动态阈值计算和账户余额低于阈值时通知用户充值。系统有关的初始化配置和异常处理没有在图中给出,在线计费流程详情见图 2 所示。

本文设计的流媒体在线计费系统,针对流媒体业务的特点,采用先进的 DiameterCC 协议来支持预付费业务,避免了由于协议缺陷给系统带来的安全问题和支持 CAMEL 协议的复杂性;增加接口模块,统一了在线计费系统和外部网络设备的交互方式,不仅屏蔽了网络的复杂性和异构性,同时满足了网络融合、业务融合的发展要求;采用基于用户级别和消费历史的动态阈值法来监控账户的余额,当用户余额低于阈值时自动提醒用户补款,减少了因余额不足对用户业务的中断,同时减轻了业务控制给计费系统造成的压力。

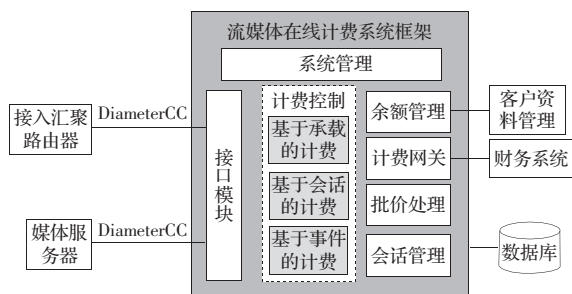


图1 流媒体在线计费系统架构

位于骨干网的业务汇聚路由器 ACR(Access Convergence Router)实现数字电视、高清电视和宽带上网等业务的受控组播,位于网络边缘的媒体服务器 MS(Media Server)提供 VoD 点播、时移电视等业务的流化服务。ACR 和 MS 是流媒体业务系统中的服务控制网元,它们通过 DiameterCC 协议同流媒体在线计费系统交互,协同实现实时计费和实时业务控制功能。为了统一系统和外部网络设备的交互方式,流媒体在线计费系统定义了接口模块。对实时的计费信息接口模块采用 DiameterCC 与外部网元设备交互,对计费单信息它采用 IPDR^[6]文

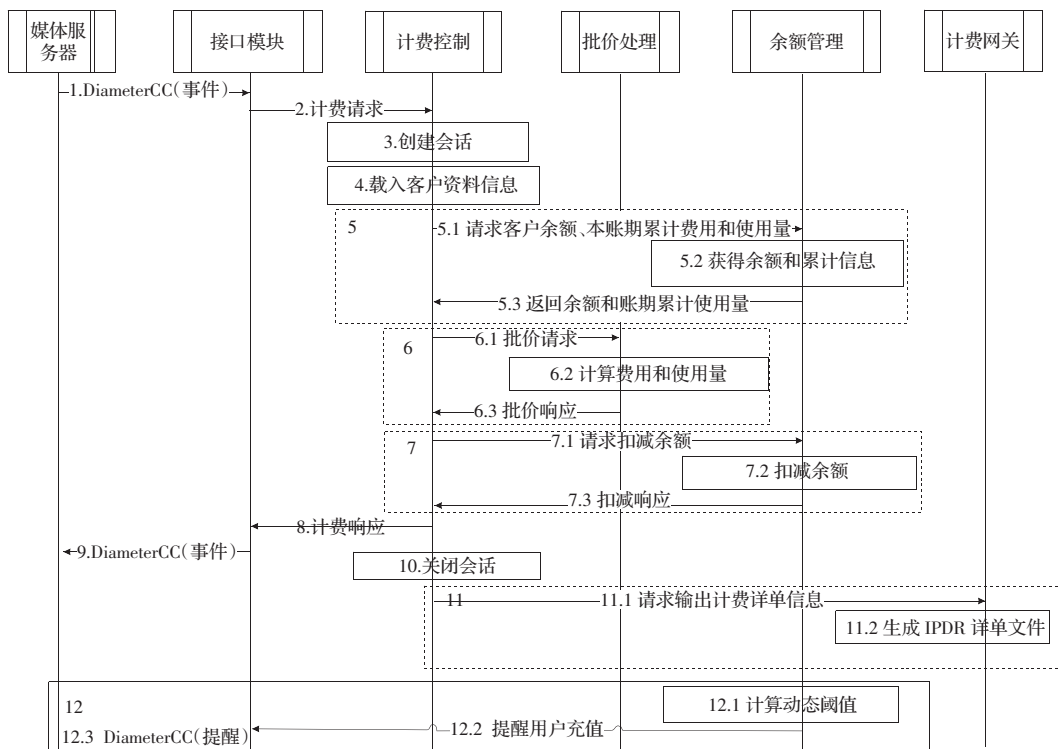


图2 VoD点播在线计费流程

3 系统优化方案

在线计费的过程中包含大量的数据访问,数据访问的效率会直接影响到系统的实时性能,本章研究基于内存数据库技术的流媒体在线计费系统性能优化。在线计费系统已经成为业务平台的一部分,它直接影响到业务的正常使用,因此业务平台对它的实时性、可靠性提出了更高的要求。在线计费处理不仅是输入输出密集型事务,也是数据访问密集型事务,它包含大量的数据访问,数据响应延迟和数据库系统的并发限制会极大影响到在线计费系统的性能。

3.1 数据访问方法概述

常用的数据访问方法有 ODBC(Open Database Connectivity)方法、共享内存方法^[12]和内存数据库^[13]方法,分别介绍如下。

ODBC 方法中由数据库统一管理数据的更新和查询,应用程序中对数据的读写操作都通过 ODBC 访问数据库来实现。事务管理、数据更新、数据查询都由数据库来实现,降低了应用程序的开发难度,但是数据访问都需要通过数据库来实现,计费请求的响应延迟会增大而且在线计费系统的并发性能受限于数据库的并发度。

共享内存方法即在共享内存中存贮数据提供给多个进程访问的方法。它避免了数据的多次复制,对于比较稳定的或只读的数据,可以通过共享内存方法来共享和快速获取。数据更新操作都需要应用程序来保障数据的一致性,增加了应用程序实现的难度,该方法有效解决了只读数据的访问,不能高效地处理在线计费中频繁的数据更新和插入操作。

内存数据库是将数据放在内存中直接操作的数据库,它基于全部数据都在内存中重新设计了体系结构,并且在数据缓存、快速算法、并行操作方面也进行了相应的改进,数据处理速度比传统数据库要快 1 到 2 个数量级,而且内存数据库提供复制机制、安全策略等来保障应用数据的完整性和可靠性。内存数据库的典型代表 TimesTen (<http://www.Oracle.com/database/>

timesten.html)和 eXtremeDB^[14]已经广泛应用于各种应用系统中。

3.2 基于内存数据库的性能优化

通过上节分析可知,在流媒体在线计费系统中引入内存数据库技术,不仅可以极大提高数据速度,有效解决在线计费过程中频繁数据操作的效率问题,还可以统一管理计费相关数据信息,降低系统的复杂度。利用内存数据库集中管理流媒体在线计费系统中的客户资料、账户余额、累计使用量、会话信息和计费详单等信息,处理计费请求时可以在内存中直接读取和写入有关数据而不需要应用程序直接访问数据库,可以极大提高在线计费系统的响应速度、实时性能和并发性能。基于内存数据库的流媒体在线计费系统的系统框架如图 3 所示,它具有如下优点:(1)账户余额、累计使用量和会话等信息存放内存可以极大提高存取速度,缩短计费请求的响应时间;(2)采用内存数据库,利用其自身的复制机制、安全策略可以保证数据的完整性、可靠性以及数据的安全稳定;(3)对于大并发业务的计费以及对共享数据的访问,采用内存数据库的锁定机制,保证多线程/进程对临界信息的安全访问,减少开发的难度^[15]。

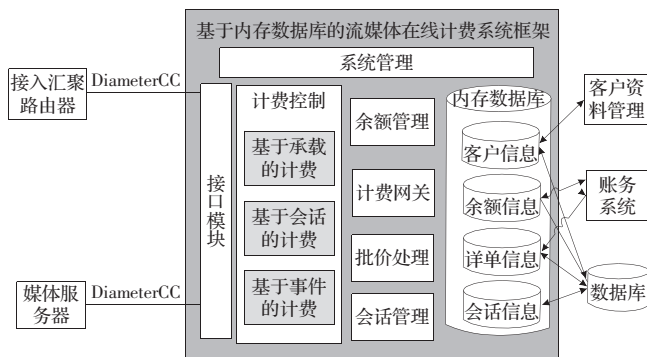


图3 基于内存数据库的流媒体在线计费系统框架

4 实验结果

为了检验流媒体在线计费系统框架的合理性和内存数据库技术对系统的性能优化结果,对流媒体在线计费系统的功能和性能进行了测试,并着重测试了系统在线计费处理的响应时间。实验描述如下:

(1)数据库服务器分别采用(Oracle9i)和 Oracle TimesTen In-Memory Database 7.0.5,数据库和流媒体在线计费系统部署在局域网中两个不同的服务器上,服务器之间通过 100M 路由器相连。

(2)测试 VoD 点播业务的在线计费,10 000 部影片,计费策略是按次计价,每部影片价格各不相同,用户账期资费 80 元封顶。

(3)测试用户量为 10 万,数据库中保持它们的余额信息,在线计费过程中生成的原始点播记录和会话信息保持到数据库中。

(4)简化在线计费处理过程为创建会话、获取用户余额和累计使用量、批价、扣款、生成计费详单,测试在线计费处理时间。

(5)模拟媒体服务器发起 1 万次在线计费请求,测试在线计费服务器的平均响应时间。

测试类型包括如下两种:

(1)共享内存方案:服务器启动时载入客户余额和影片价格等信息到内存,初始化累计资费和使用量信息,会话信息、更新余额操作和计费详单信息实时保存入库。

(2)内存数据库方案:由内存数据库系统处理数据的载入、保存和保证数据安全。应用程序通过标准接口访问内存数据库处理数据的存取。

三组数据的实验结果如图 4 所示。

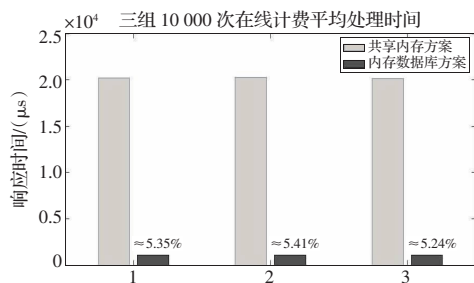


图 4 在线计费平均处理时间

从实验结果可以得出:采用内存数据库技术优化后,流媒体在线计费系统在线计费的平均处理时间是基于共享内存存在线计费系统的大约 5%,采用内存数据库技术系统有效处理了在线计费过程中频繁的数据更新和插入操作,这极大提高了系统的实时性能和并发性能,从而有效提高了流媒体在线计费系统的整体性能。

5 总结

流媒体应用中,后付费计费和准实时计费容易造成大量的

欠费,难以被运营商接受,预付费包月制计费方式由于业务的使用量不受到限制,资费普遍比较高,难以被广大用户接受。本文分析了流媒体业务的特点和实际运营需求,借鉴 3GPP 的相关研究成果,设计了一种流媒体在线计费系统,研究了 AAA 协议并设计了 VoD 点播的在线计费流程。最后利用内存数据库集中管理流媒体在线计费系统中的账户余额、累计使用量、会话等信息,有效提高了数据访问效率,从而提高了系统的响应速度、实时性能和并发性能。本文设计的基于内存数据库的流媒体在线计费系统能够更有效地支撑流媒体业务的发展,有效地规避欠费风险,降低综合成本,提高客户的忠诚度,符合产业发展的趋势,有助于促进流媒体业务的快速推广。流媒体在线计费系统的集群和负载均衡策略研究是进一步的工作。

参考文献:

- [1] 庄严,时政.移动网络在线计费系统的演进方案[J].电信快报,2007(6).
- [2] 刘天健.准实时计费系统欠费控制方案的探讨[J].邮电设计技术,2007(5).
- [3] 李连祥,刘晓亮,董斌.3G 融合在线计费系统的实现方案[J].电信科学,2006(5):16-18.
- [4] 3GPP TS 32.296.Online Charging System(OCS): Application and Interfaces[S].V7.0.00-2006.
- [5] 3GPP.3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Service and System Aspects; Telecommunication management; Charging management; Diameter charging applications. Technical Specification 3G TS 32.299 Version 6.3.0(2005-06)[S].2005.
- [6] IETF RFC 3558 Diameter Base protocol[S].2003.
- [7] Hakala H, Mattila L, Koskinen J P, et al. Diameter credit-control application IETF RFC 4006[S].2005-08.
- [8] Zhou Jinzhi, Ma JianGuo, Wu Jing, et al. Architecture and key technologies of streaming media of cultural grid[C]// Third International Conference on Networking and Services, 2007.
- [9] Chen Shengyao, Weik P. Design and implementation of an extensible online charging architecture for the open IMS playground[C]// TridentCom 2007, 3rd International Conference, 2007: 1-5.
- [10] Sou Sok-Ian, Hung Hui-Nien, Lin Yi-Bing, et al. Modeling credit reservation procedure for UMTS online charging system[J]. IEEE Transactions on Wireless Communications, 2007, 6(11).
- [11] 丁亚.基于 Diameter 协议的在线计费系统的设计与实现[D].北京邮电大学,2008: 17-18.
- [12] 汪煜.计费账务系统的数据处理技术研究[D].哈尔滨工程大学,2004: 14-18.
- [13] Garcia-Molina H, Salem K. Main memory database systems: an overview[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1992, 4(6): 509-516.
- [14] tanjiesymbol[EB/OL].http://blog.chinaunix.net/u/18578/showart_315330.html.
- [15] Mao D. 新一代实时计费引擎[Z].2007: 14-32.