



一种宽带集群系统录音服务器会话数据的存储策略

窦春斌^{1,2}, 肖志辉², 陈一山²

(1.西南交通大学信息科学与技术学院 成都 610031; 2.迈普通信技术股份有限公司 成都 610041)

摘要:随着无线高速数据业务的飞速发展,宽带化已经成为无线专网发展的必然趋势。在集群通信系统进行指挥调度的过程中,系统将向数据宽带化、业务多样化方向发展。根据宽带集群系统的特点,分析了录音服务器的需求,提出了一种存储策略:多线程接收各路会话数据,存储在缓存中,并根据会话类别、分级目录管理方法,将会话数据以文件的形式存于磁盘中,便于客户端的查询回放。

关键词:宽带集群系统;录音服务器;实时传输协议;数据存储策略

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.05.019

A Voice Data Storage Strategy of Record Server in Broadband Cluster System

Dou Chunbin^{1,2}, Xiao Zhihui², Chen Yishan²

(1.School of Information Science and Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. Maipu Communication Technology Co., Ltd., Chengdu 610041, China)

Abstract: With the rapid development of wireless high-speed data services, broadband has become an inexorable trend of the development of wireless network. In the process of cluster communication system for command and control, the system will provide data on the direction of broadband and business diversification. Based on the characteristics of the broadband cluster system, the needs of the recording server were analyzed, and a store strategy was proposed, where various quarter session data was received by multi-threaded and stored in the cache. Then, according to the session category, the session data was stored in the disks in document form, using hierarchical directory management method, in order to provide a convenience query and playback for client.

Key words: broadband cluster system, record server, real-time transport protocol, data storage strategy

1 引言

集群系统是为了满足行业指挥调度的需求而开发的、面向多种行业应用的专用无线通信系统,经历了从模拟、数字到数字集群加宽带接入系统的历程。随着无线高速数据业务的飞速发展,集群系统将向数据宽带化、业务多样化,即宽带集群通信系统的方向发展。宽带集群系统支持多会话业务功能,如呼叫保持、多路终端音/视频通话、单呼、组呼等。系统架构如图1所示,分为4个层次:终端、接

入子系统、交换控制平台、调度应用平台。其中,多样化终端之间,通过接入子系统与交换控制平台实现相互通信。调度应用平台是集群系统中的安全运营支撑子系统,包括多媒体调度台、录音服务器、安全服务器等。

录音服务器系统用于实时监控和记录通信信息,包括呼叫号码、呼叫时间、通话内容等,起着服务质量监督、解决纠纷等重要作用。录音服务器的发展也经历了从模拟到数字的发展历程。但现在市场上的许多录音服务器在支持业务类型方面具有一定的局限性,往往仅能支持单一类

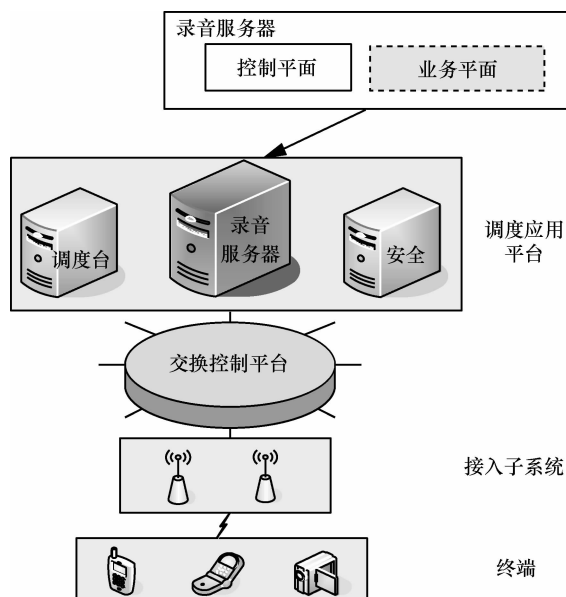


图 1 宽带多媒体集群系统架构

型,如果想满足多会话业务能力,就必须购买多套录音服务器系统。为了满足宽带集群系统的多业务需求,录音系统必须朝着在基于网络支持的同时处理语音、高速数据、移动图像等多会话业务方向发展。

如图 1 所示的宽带多媒体集群系统架构中,录音服务器控制并保存来自交换控制平台的数据,实现事后查询与实时监控。录音服务器功能实现分为控制平面和业务平面。本文研究了宽带集群系统录音服务器的业务平面,提出了一种存储会话数据的策略,可以在同一时间完成多组会话数据存储,并且支持单呼、组呼、音频、视频等特殊业务的需求。

2 实时传输协议

录音服务器需要处理的是宽带集群系统通信中的会话数据,由实时传输协议(real-time transport protocol,RTP)传送。其中,RTP 是一种在 Internet 上处理多媒体数据流的网络协议,用 UDP 分组来承载。RTP 数据报文分组格式如图 2 所示。

RTP 头部报文格式如图 3 所示。其中,载荷类型(PT),7 bit,标识了 RTP 载荷的类型;序列号(SN),16 bit,发送方每发送完一个 RTP 分组就将该域的值增加 1,接收方可以由该域检测分组的丢失及恢复分组序列,序列号的初始值是随机的;同步源标识符(SSRC),32 bit,同步源指 RTP 分组流的来源,在同一个 RTP 会话中不能有两个相同的 SSRC 值。

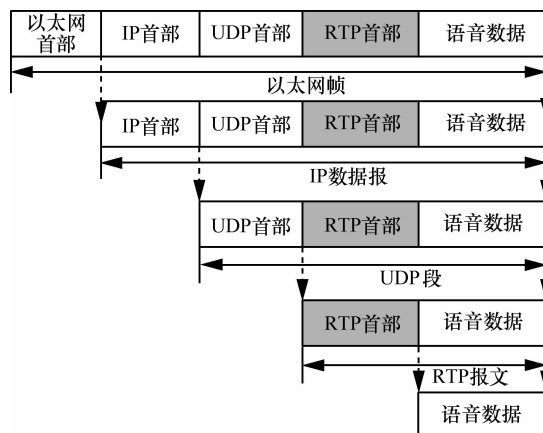


图 2 RTP 数据报文分组格式



图 3 RTP 头部报文格式

3 存储策略

据统计,宽带集群系统录音服务器平均 1 s 约存储 50 KB 会话数据,一天约 4 320 MB,如果磁盘空间按 160 GB 计算,则录音服务器可以存储约 40 天的会话数据。进行录音服务器后期查询时,主要的查询条件是:时间、呼叫人和呼叫类型(单呼、组呼、音频、视频)。

上述分析表明,集群系统录音服务器所面临的数据特点是数量庞大,但数据间关系相对简单。大数据量在处理时容易出现数据囤积、丢失等问题。根据录音服务器的数据特点和面临的问题,集群系统录音服务器需要实现两大功能:快速提取会话数据、实时存储大量数据。录音服务器怎样实现这两大功能,高效地完成从接收、处理到存储数据的过程,需要考虑如下两点。

(1)实时处理,快速接收数据,不囤积数据,避免数据丢失

顺序接收技术是将同一时间收到的所有数据存于一个大的缓存中,按照时间的先后顺序依次接收;按照某个接收规则,在接收时判断优先级,优先级高的数据先被接收。两种方法显然都不适合实时处理的思想。多线程接收技术,是为了同步完成多项接收任务,提高资源使用效率以及系统的性能。录音服务器运用多线程接收技术,设定系统性能可接受的线程数目,每个存储会话数据请求对应

一个接收线程,每一个接收线程对应一个处理线程。为了保证数据无丢失,录音服务器运用缓存机制,将未处理的数据存于缓存中,并及时清空已处理的数据缓存空间。

(2) 实现高效存储,便于事后查询

针对录音服务器“数据量庞大、数据间关系相对简单”的特点,如果用复杂的分布式存储,反而会降低存储效率,采用比较简单的分级目录及文件存储的形式,可以达到高效存储的目的。根据单呼、组呼的会话类型,目录层级设为“/日期/主叫号/被叫号/”(单呼)或“/日期/组号/”(组呼);根据音频、视频的会话类型,可以将文件后缀类型设为“.artp”(单呼)或“.vrtp”(组呼)。考虑到分级目录的查询效率很低,先选择数据库存储会话信息,再定位存储路径的方法,有利于事后的查询工作。

综上所述,宽带集群系统录音服务器可以采用“多线程+缓存机制+分级目录文件存储形式+数据库存储会话信息”的存储策略。

4 存储策略实现

4.1 会话数据的获取方法

录音服务器功能实现分为控制平面和业务平面。如图4所示,当需要录音时,交换控制平台向录音服务器的控制平面发送“录音开始请求”协议报文,协商成功则控制平面分配 port 地址,同时生成新的 RecordItem 对象(RecordItem 中存储录音的相关数据,包括主叫号、被叫号、会话类型、分配的端口号等),并用此 port 地址作为 RecordItem 的键值存入 RecordItemMap 缓存中。

业务平面一直处在监听状态,当 RecordItemMap 中有新的 RecordItem 时,会添加新的接收 RTP 任务到任务池,如图5所示。

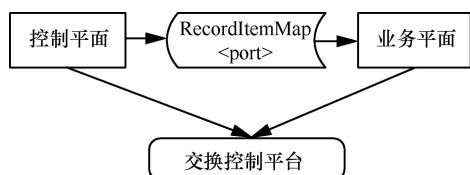


图4 业务平面与控制平面的交互

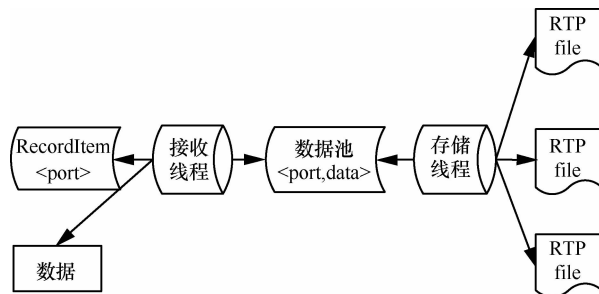


图5 业务平面数据缓存分析

当有新任务时,业务平面任务池的接收线程会利用多线程并发方式,使协商好的地址(RecordItem<port>)接收来自交换控制平台的所有 RTP 数据流,并将会话数据放入缓冲池(RecordData<port, queue<data>>)中,每一个端口号对应一个会话的数据流。

4.2 文件存储规则

如图5所示,存储线程从缓冲区获取会话数据,解析 RTP 头报文,按固定格式存储 payload 数据(RTP 分组中的有效载荷)到文件中,文件格式为“RTP 数据长度+RTP payload 数据”。每一个文件都有 RTP 管理头,存储当前记录数据的文件长度和时间信息等。

录音服务器接收到的数据有以下几种类型,根据不同的通话类型,需要用不同的方法进行存储。

(1) 双向音频通话

双向音频通话,即单呼音频会话类型,记录的信息是双向的。如图6所示,通话双方的 RTP 数据均存储在一个文件中,如果双方都不说话,则插入相应的静音。当 RTP 属性更改(如编码协商、呼叫保持/恢复或达到限定文件大小)时,存入另一个文件。

根据 SSRC 对 RTP 流进行分段处理,避免 SSRC 发生变化时,可能存在时间间隔不一致的问题。对双向音频通话的 RTP 流报文采用“10 个报文之后,如果新出现 SSRC,则进行分段”的策略进行分段,分段示意如图7所示。在 11 个报文后,出现了 SSRC 为 4 的报文,在此种情况下,解码流程将对 RTP 报文进行分段处理,各分段报文解码后,直接拼接即可。

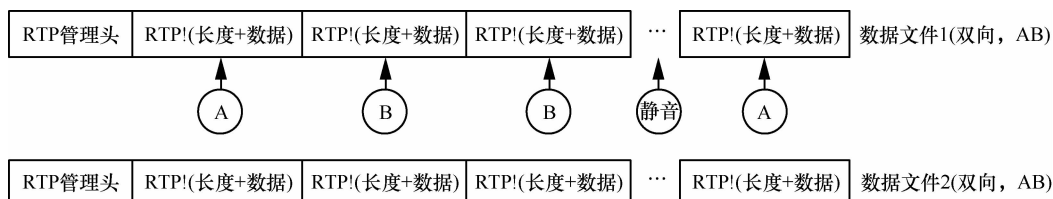


图6 双向视频通话存储

图 7 SSRC 双向音频通话分段图 8 集群音频通话存储

根据 SSRC 对集群音频通话进行分类处理。由于是单向通话,每一个用户发言时,其他用户没有发言权,故该用户在发言时,只有一个 SSRC 标识源的 RTP 数据流,一旦变更用户发言,RTP 数据流的 SSRC 也会随之改变。图 9 描述了 3 个用户进行集群音频通话的情景,横向为时间轴,每个用户在发言时,其他用户处于等待发言状态。此通话需要存 4 个文件,其中 SSRC 为 3 的用户由于中间有中断,属于两次发言,需要存两个文件。

图 9 SSRC 集群分组

4.3 文件路径及文件名策略

所有的录音文件放在统一的路径(如../record/)下,按“日期”进行分布存储,如图 11 所示。日期以天为单位,按“年—月—日”规则命名文件夹。每一个待存储的数据文件按照日期找到自己所属的路径,接下来判断目标文件记录的是双向通话数据还是群组呼叫记录。



图 10 集群视频通话存储



图 12 单呼记录文件

话记录,包括 3 个时间段,其中“16:16”时段,会话时间较长,保存了 3 个文件。

对于每一个组呼会话,都有固定的群组号,为了区分不同时间段的会话,将“/会话群组号/时间段/”作为组呼的文件存储路径。如图 13 所示,组号为“0012”在“2012 年 10 月 22 日”的 3 个时间段的会话记录存储路径。

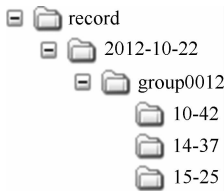


图 13 组呼记录文件

由于群组呼叫的每一个会话中,会出现 2 个及以上发言人的情况,且每个发言人有可能会存储多个文件,所以文件命名需要区分发言人及发言的先后顺序,考虑到文件大小及音频、视频文件类型,按照“发言序列号_caller_序号.artp”的格式命名音频文件,按照“发言序列号_caller_序号.vrtp”的格式命名视频文件。某日某时间段的某会话组的呼叫记录如图 14 所示。例如“2_028-105_2.artp”,代表此文件是 callID 为 028-105 发言的音频数据,它在当前会话中是第 2 个发言人,因为发言数据过长,此文件是 028-105 当前发言的第 2 个文件。



图 14 组呼记录文件

4.4 录音信息存储

为了提供方便的查询,利用数据库存储录音信息,设表名为 RecordInform,SQL 语句如下所述。

```
CREATE TABLE RecordInform
(
```

```
callID character varying(20),
starttime timestamp without time zone,
stoptime timestamp without time zone,
calltype character varying(5),
callernum character varying(20),
calleenum character varying(20),
audiotype character varying(5),
videotype character varying(5),
filepath character varying(100)
)
```

callID 是一个会话的唯一标识;starttime 和 stoptime 是会话的开始和结束时间;calltype 是会话类型,有单呼、组呼两种;callernum 和 calleenum 是会话的主叫和被叫,如果会话类型是组呼,则被叫号为组号;audiotype 是语音的编码类型;videotype 是视频的编码类型;filepath 是当前会话文件的存储路径。

有查询需求时,查询数据库 RecordInform 表,定位文件存储路径,将查询结果(包括录音开始时间、录音结束时间、数据文件及信息列表)返回给客户端,如果客户端要回放文件,则调用解码库函数,将得到的 RTP 数据解析,得到音频或视频。

5 实验结果

笔者对本文提出的方法进行了实验:主要在 IP 语音电话双方、群聊的通话过程中,录音服务器在协商好的通话端口号下抓取语音数据,分组提取解析 RTP 报文,并保存于文件中。录音服务器处理 1、2、5、10 路语音数据(10 s/G.711 语音格式)所用时间见表 1。可以看出,4 组实验耗时基本相同,为 15~16 s。其中,录音开始时间是服务器接收到第一个会话记录的时间;录音结束时间是将会话数据存储到指定文件结束的时间。

表 1 录音服务器存储多路会话消耗的时间

语音数据	录音开始时间	录音结束时间	录音服务器消耗时间
1 路	09:55:46	09:56:01	15 s
2 路	09:52:39	09:52:54	15 s
5 路	10:00:53	10:01:08	15 s
10 路	10:37:54	10:38:10	16 s

通过数据库查询“时间”/“呼叫人”条件定位目标文件。实验中通过数据库查找到的一路语音数据,经解码所得的 Wav 文件波形如图 14 所示,回放时基本没有失真。



图 14 回放波形

6 结束语

本文简单分析了宽带集群系统中录音服务器对多会话业务的需求,提出了一种存储策略,并验证了方法的可行性。但由于 RTP 的多样性,需要分别处理;宽带集群系统的数据量大,需要考虑录音服务器的性能问题;视频数据需要考虑同步问题等。因此,在实际研究工作中,对录音服务器会话数据的处理及存储方法需要进一步分析。

参考文献

- 1 吴微,黄焱. IP over DVB 中 RTP 音频数据的提取与恢复. 信息工程大学学报, 2009(3)
- 2 RFC3550. RTP: a Transport Protocol for Real-Time Applications, 2003
- 3 严俊,马小骏,顾冠群. RTP 的研究与实现. 计算机工程与应用, 2000, 36(9)
- 4 王备战,牛振喜,楼润瑜等. 基于 RTP 的 IP 实时音频传输研究. 西北工业大学学报, 2001,19(1):48~51
- 5 刘佳翔. RTP 流媒体识别算法的设计与实现. 电脑知识与技术, 2011(2)
- 6 赵浩然. 论数据分区对海量数据处理的必要性. 科学之友, 2011(11)

[作者简介]



窦春斌,女,西南交通大学硕士研究生,主要研究方向为通信与信息系统。

肖志辉,男,迈普通信技术股份有限公司首席执行官、研究院院长,中国通信标准化协会(CCSA)理事。

陈一山,男,迈普通信技术股份有限公司研究院系统级工程师。

(收稿日期:2013-04-20)

(上接第 89 页)

[作者简介]



胡荣贻,男,北京邮电大学硕士研究生,主要研究方向为无线信号处理与网络。



彭木根,男,博士,北京邮电大学教授、博士生导师,2012 年度获得首届国家自然科学基金优秀青年基金项目资助,北京市科技新星,教育部新世纪优秀人才,IEEE 高级会员。一直从事时分双工(TDD)无线网络信息理论、协同网络编码、无线网络自组织技术、TDD 高效无线传输和组网技术、TD-SCDMA 及增强演进系统的传输和组网增强技术的研发工作。荣获高等学校科学研究优秀成果奖(科学技术)技术发明奖一等奖,中国通信学会科技进步奖二等奖和北京青年优秀科技论文奖二等奖,同时荣获国际学术会议最佳论文奖 3 次。在

国际学术期刊和国际会议上发表学术论文 180 余篇,其中 SCI 学术期刊论文 40 余篇;申请科技发明专利 60 余项,授权专利 20 余项;提交标准技术文稿 30 余篇,出版学术专著和译著 10 余部。



张洪岩,男,北京邮电大学硕士研究生,主要研究方向为无线信号处理与网络。



李远,男,北京邮电大学博士研究生,主要研究方向为 LTE-Advanced 异构无线网络干扰管理。

(收稿日期:2013-03-21)