

多形态流媒体服务系统控制信令的研究与设计^①

刘玉梅, 董超, 王建勇, 孟卿卿, 陈淑兰

(公安部第一研究所 信息技术研发一部, 北京 100044)

摘要: 针对现有视频监控联网系统中传统流媒体服务器存在的问题, 提出了一种多形态流媒体服务系统. 其中, 将功能整合的传统媒体服务器架构进行拆分, 降低了各模块耦合性, 使系统具有易扩展、高稳定的特点. 基于此架构, 本文对系统所使用的控制信令进行了研究与设计. 实验结果表明可负载均衡、动态扩展的新架构和连通新架构的控制信令的使用可以进一步提高多形态流媒体服务系统的稳定性、可管理性.

关键词: 视频监控; 流媒体服务器; 控制信令; SIP 协议; 负载均衡

Research and Design of Control Signaling for Multi-Form Streaming Media Service System

LIU Yu-Mei, DONG Chao, WANF Jian-Yong, MENG Qing-Qing, CHEN Shu-Lan

(First Department of Information Technology Research and Development, The First Research Institute of Ministry of Public Security, Beijing 100044, China)

Abstract: A multi-form streaming media server system is proposed to overcome problems of traditional media server in Video Surveillance Networking System. This system has high expandability and stability by dividing traditional media server architecture into several modules according to its function. It can also realize the load balance and dynamic expansion. Based on this architecture, control protocol is designed, which includes Session Initial Protocol and private protocol. The experimental results show that this method of control can strengthen the reliability and manageability of the system.

Key words: video surveillance; streaming media server; control protocol; SIP protocol; load balance

随着视频监控联网系统^[1-3]建设的逐步推广和应用的深入, 对于视频服务的稳定性、易扩展性、可管理性提出了更高的要求. 流媒体服务器^[4,5]作为系统中媒体流管理的枢纽, 传统的单一服务器模式已经满足不了当前视频监控系统的需要. 另外, 随着视频资源的爆炸式增长, 传统的存储技术越来越无法满足未来社会发展的需求, 无法将视频存储数据相互之间进行联动、共享. 多形态流媒体服务器系统可动态弹性部署, 随时增加功能服务模块, 对于上层平台的各项任务, 都可以负载均衡的找到最优模块进行处理, 提高了系统的可靠性、稳定性. 因此, 研究多形态(支持多种部署方式)、集群化流媒体服务系统的关键技术十分重要和迫切. 作为连通整个系统、响应任务请求、使系统正常工作的神经网络, 控制信令的研究也显得尤为重要.

多形态流媒体服务系统与上层视频监控联网平台之间的交互信令采用支持 GB/T28181^[6]的 SIP 消息, 向下管理调度各子模块时采用私有信令, 文中称为控制管理信令.

1 多形态流媒体服务系统的架构

多形态流媒体服务系统可以作为社会治安动态监测、预警防范、综合处置系统集成平台软件系统的子系统之一, 既具有传统单一流媒体服务器对媒体流的转发、存储、回放、控制、下载等功能, 同时也支持集群部署、支持在云存储、普通服务器和 IPSAN 等多形态环境中运行.

1.1 传统流媒体服务器在视频监控联网系统中的架构

传统流媒体服务器在视频监控联网系统中的架构如图 1 所示.

^① 收稿时间:2016-05-24;收到修改稿时间:2016-07-10 [doi: 10.15888/j.cnki.csa.005614]

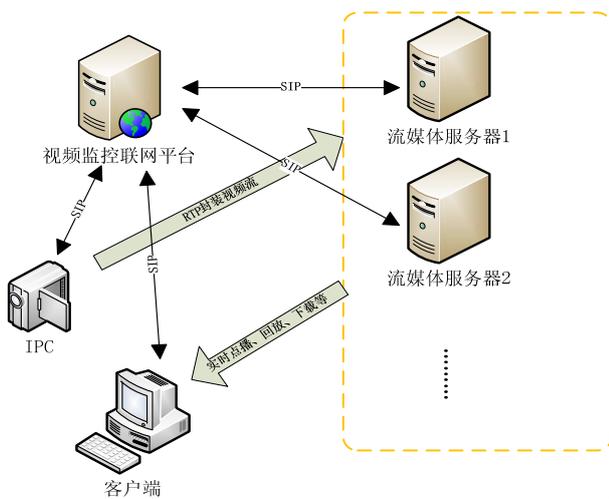


图 1 视频监控联网系统中传统流媒体服务器架构

如图 1 所示，传统流媒体服务器为独立部署，各个服务器之间无法互通，存在因并发导致的 I/O 负载严重，网络带宽不足和负载分配不均等诸多问题。另外，每个流媒体服务器均在视频监控联网平台进行注册，并由其进行管理。这一方面增加了视频监控联网平台的复杂性，不利于媒体服务器的动态扩展；另一方面，当其中一个媒体服务器出现异常时即会影响联网平台的正常运行。

1.2 多形态流媒体服务系统架构

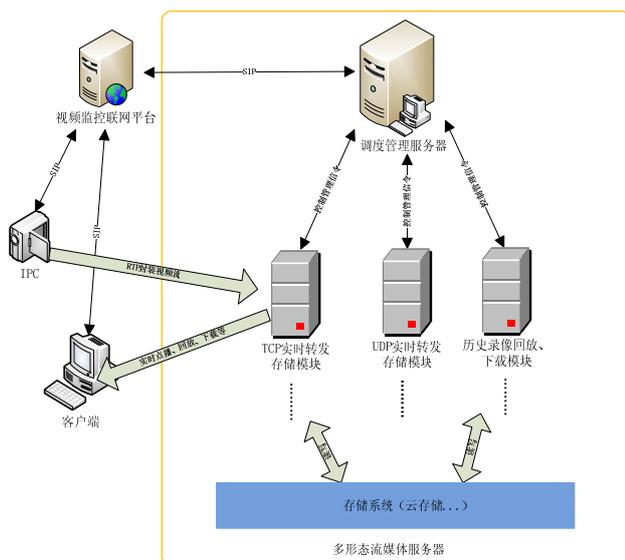


图 2 视频监控联网系统中多形态流媒体服务系统的架构

多形态流媒体服务系统如图 2 所示。上层平台为

支持 GB/T28181 的视频监控联网平台。IPC 为符合 GB/T28181 的前端设备，包括标清、高清 IP 摄像机、枪机或球机等。客户端则支持实时点播、历史视频回放、下载等功能。多形态流媒体服务系统将传统流媒体服务器按功能模块精细划分为：TCP 实时转发存储模块、UDP 实时转发存储模块和历史录像回放下模块。降低了各模块耦合性，使得系统具有易扩展和高稳定性。

调度管理服务器是多形态流媒体服务系统的核心组件，是系统对上层平台的唯一交互组件。因此多形态流媒体服务系统具有较强的独立性，故系统可以作为独立产品接入任何支持 GB/T28181 的平台。另外，视频监控联网平台无需管理流媒体功能服务模块，也无需维护前端设备和各个流媒体功能服务模块之间的对应关系，降低了上层平台的复杂性。当流媒体服务系统中某个模块出现故障时，不会影响联网平台的正常使用。

在多形态流媒体服务系统内部，各个功能模块由调度管理服务器统一管理，不但整合了前端资源，而且对网络资源、CPU、内存等进行优化，实现了资源利用的最优化以及负载均衡。

2 控制信令

2.1 SIP

SIP^[7-9]信令适合 IP 视频监控大规模联网、分布式部署的要求，具有可扩展性、灵活性、互操作性、可重用性等多种优良特性，将其作为监控会话控制标准已成业界共识^[10,11]。多形态流媒体服务系统与视频监控平台的交互采用的是 SIP 信令，市场上大多数视频监控厂家都在使用这一协议，具有很强的通用性。作为系统对上层平台的交互组件，调度管理服务器的核心组件之一即为 SIP 交互模块。SIP 交互模块接收来自外部系统的媒体业务请求，并对请求作出回应，并实现注册、注销和心跳保活等功能。

SIP 交互模块包括了 UAC 功能和 UAS 功能。其中 UAC 部分负责 SIP 信令的主动发起功能，包括主动发送注册信息 (REGISTER)，主动发送会话呼叫 (INVITE)，主动发送消息 (MESSAGE)。通过这三种 SIP 信令的传输，来实现不同的功能。UAS 功能是被动的接收 SIP 信令并进行处理的功能部分，它是一个循环等待的程序来实现的。当新事件到来时，根据事件类

型,做出相应处理,事件类型包括:注册超时、会话消息(INVITE、200OK、ACK 等事件)及 MESSAGE 消息等。

2.2 控制管理信令

调度管理服务器的另一个核心组件为控制管理模块,该模块用于对各功能服务器进行控制管理,交互方式为控制管理信令,一种轻量级的数据交换格式。信令主要分为两类:控制类、管理类。

当多形态流媒体服务系统接收到视频监控联网平台的实时接收、实时转发存储等请求时,调度管理服务器需要向实时转发模块发送控制类信令。针对扩展 GB/T28181,控制信令除了支持 RTP over UDP 的传输方式,还扩展支持 RTP over TCP 的传输。以 TCP 实时接收为例,说明控制信令的具体流程:1)获取接收模块的 IP 地址和端口信息;2)启动实时接收,接收请求信令主要包括:任务名称、任务 ID 号,码流唯一标识 ssrc,前端信息等;3)实时接收响应,信令中主要包括:任务名称、任务 ID 号,任务处理结果等。信令具有很好地可读性、可扩展性,并且编码、解码难度较低,具有很高的有效数据率。

多形态流媒体服务系统工作时,各流媒体功能服务模块向调度管理服务器发送管理类信令,主要信令包括:模块注册、模块心跳、模块注销。

(1) 模块注册

当前端设备数量较大需要增加新的流媒体功能服务模块时,新增的流媒体功能服务模块向调度管理服务器发送注册消息。调度管理服务器收到此消息后,将注册上来的服务模块作为下次用户业务请求时的负载均衡调度选择模块。因此可以在不需停电的条件下,实现流媒体功能服务模块的动态扩展。

(2) 模块心跳

各流媒体功能服务模块定时向调度管理服务器发送心跳消息,用于各模块的保活检测,如果功能模块在一定时间内,未发送心跳保活信息,则视为故障,调度管理服务器自动注销此服务模块。另外,心跳消息中携带功能模块的链路负载、CPU 负载、内存负载等系统关键信息。功能模块将自身负载信息以占用百分比的形式发送给调度管理服务器,调度管理服务器将这些负载信息从信令中解析出来,并作为记录存储在内存中。下次用户请求实时点播、录像回放下载等业务时,调度管理服务器首先对各个功能模块的链路

负载进行分析,选出当前最为空闲的功能服务模块对用户请求进行处理。实际情况下,网络占用情况即链路负载是各服务模块大并发码流处理的瓶颈。因此,在选用空闲模块时,将链路负载作为关键因素进行评估,CPU 负载和内存负载作为辅助因素进行考虑。

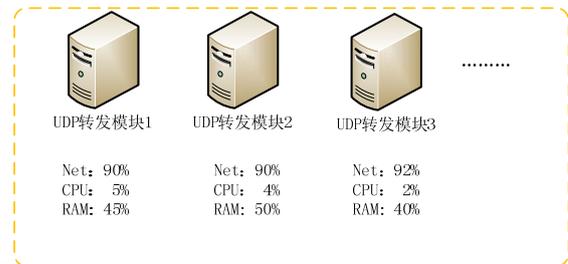


图 3 模块负载占用情况

$$L = 0.6 * r\% + 0.4 * c\% \quad (1)$$

如图 3 所示,虽然 UDP 转发模块 1、2 的内存负载和 CPU 负载比模块 3 大,但其链路负载较小,因此在选择空闲模块的时候,我们优先选用模块 1、2 进行转发。当存在两个链路负载值相同且最小时,则按照公式(1)计算内存和 CPU 的综合负载值,其中 r 为内存占用百分值, c 为 CPU 占用百分值。在模块 1、2 中选择综合负载值最小的模块执行转发业务,实现资源利用的最优化以及负载均衡。

(3) 模块注销

需要删除某个功能模块时,该功能模块向调度管理服务器发送注销消息。调度管理服务器收到此消息后,在功能服务模块列表中删除此模块信息,对新来的用户业务请求不再调用此模块。

3 多形态流媒体服务系统实时点播流程

以用户请求某一前端设备的实时点播操作为例,说明多形态流媒体服务系统的运行以及信令的交互流程,如图 4 所示。多形态流媒体系统与上层平台交互采用 SIP 信令,内部交互采用控制管理信令。信令 1 为管理类心跳消息,消息中携带功能模块的链路负载、CPU 负载等状态信息,调度管理服务器根据这些状态信息对各功能模块进行评估、检测,如果某个模块出现异常,调度管理服务器则将此模块标记为不可用状态,并发出报警信息,增强了系统的可管理性。另外,当某一模块出现故障时,对于新的点播、存储等任务,调度管理服务器将根据状态信息选用其他模块执行;

对于故障模块之前存在的任务,调度管理服务器将对其进行异常重连.这些操作均在多形态流媒体服务系统内部完成,无需上层平台管理调度.这一方面提高了流媒体系统的稳定性,另一方面也提高了整个视频监控系统的稳定性;信令 2-5 完成了系统接收码流链路的建立,即流媒体系统接收来自前端的国标码流;信令 6-9 完成了系统转发码流链路的建立,即流媒体系统将国标码流转发给客户端,实现实时点播;信令 10-12 断开转发码流链路,信令 13-15 断开接收码流链路.

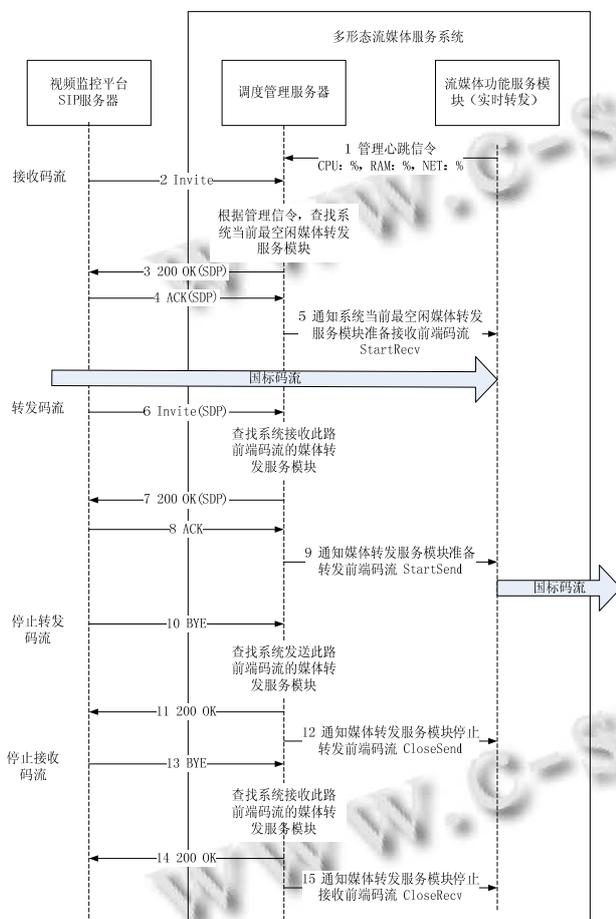


图4 多形态流媒体服务系统实时点播信令流程图

4 结语

本文针对传统流媒体服务器存在的负载分配、网

络带宽等问题,结合视频监控联网系统自身特点,研究设计了一种多形态流媒体服务系统,系统将传统流媒体服务器各功能模块细分,降低了模块间的耦合性.根据系统自身特点,设计了 SIP 信令和控制管理信令相结合的控制方法,实现了高可靠、高可管理、易扩展、负载均衡的多形态流媒体服务系统.另外,系统可作为独立产品接入任何支持 GB/T28181 的视频监控联网平台.

参考文献

- 杜若飞,徐雅静,徐惠民.互联互通视频监控系统的架构设计.计算机应用,2011,31(S2):197-199.
- 王克飞.基于 SIP 的跨网视频监控系统的研究与实现[硕士学位论文].武汉:武汉理工大学,2014.
- 茅炎菲,黄忠东.基于 RTSP 协议网络监控系统的设计与实现.计算机工程与设计,2011,32(7):2523-2526,2530.
- Yang G, Liao JX, Zhu XM, Fan XM. Survey of key technologies of distribution system for streaming media. Acta Electronica Sinica, 2009, 37(1): 137-145.
- 余学涛.基于云计算背景下高效流媒体服务器的研究与实现[硕士学位论文].上海:上海交通大学,2012.
- GB/T28181-2011.安全防范视频监控联网系统信息传输,交换,控制技术要求.
- Rosenberg J, Schulzrinne H, Camanilo G, et al. SIP: Session initiation protocol. IETF RFC 3261. 2002.
- 蒋华,杨磊,胡荣磊.基于 SIP 协议的安全网关设计.计算机技术与发展,2015,25(7):120-123.
- 张功国,陈莹星.实时视频中 SIP 与 RTSP 的应用.电视技术, 2013,37(9):116-118.
- 何青林,陈朝武,卢煜,崔云红,王艳艳.基于 SIP 的视频监控联网系统的设计与实现.视频应用与工程,2009,33(5): 116-118,126.
- 王艳艳,房子河,郅晨,何青林,夏宇.基于数字网络视频监控的 SIP 信令系统设计.视频应用与工程,2008,(32):77-78.