

# 云环境下基于多虚拟机的在线视频监控系统设计

夏栋梁, 王建奎, 赵伟艇

(平顶山学院 软件学院, 河南 平顶山 467000)

**摘要:** 针对常规视频监控系统在线实时性不强, 海量视频数据传输迟滞, 任务管理单一等问题, 提出了构建在云计算环下基于多虚拟机技术在线视频监控系统; 利用云计算平台中的物理资源与服务资源提升在线视频监控系统数据处理能力, 虚拟机可同时处理大量的视频监控数据, 并将视频数据以云存储的方式存储于云端服务器, 降低了设备建设成本, 可根据不同用户需求定制相关服务; 本系统基于云计算平台设计, 应用数十台乃至数百台虚拟机对在线视频监控数据进行处理, 设计实现了云平台下在线视频监控系统的结构设计、以太网通信接口设计、服务器硬件配置和虚拟机控制; 在软件设计方面通过对各虚拟机资源利用率的计算而动态分配资源, 从而可以有效减少网络传输系统状态信息的带宽开销; 通过系统功能与性能测试表明, 在常规公共网络 10 M 带宽的情况下, 本系统在线视频监控数据的传输延迟时间相比于传统视频监控减少了 85% 以上, 监控视频数据量减少了 75% 以上。

**关键词:** 云计算; 云存储; 虚拟机; 在线视频监控

## Online Video Surveillance System Designed Under Cloud of Virtual Machines Based on Multi

Xia Dongliang, Wang Jianxi, Zhao Weiting

(Pingdingshan Univrsity, School of Software, Pingdingshan 467000, China)

**Abstract:** Conventional video monitoring systems for real-time online is not strong, massive video data transmission delay, single issues such as task management, proposed to build in the cloud computing ring virtual machine technology based on multi-line video surveillance systems, the use of cloud computing platforms and physical resources service resources to enhance the online video surveillance system data processing capabilities, a virtual machine can handle large amounts of video surveillance data, and video data stored in the cloud storage cloud server, reducing the construction cost of equipment, related services can be customized according to the needs of different users. The system is cloud computing platform design, application dozens or even hundreds of virtual machines based on monitoring data for online video processing, design and implementation of the structural design of the cloud platform for online video surveillance system, Ethernet communication interface design, server hardware configuration and virtual Machine Control. By calculating each virtual machine resource utilization and dynamic allocation of resources in software design, which can effectively reduce the cost of network bandwidth transmission system status information. The system function and performance testing shows that in the case of a conventional public network bandwidth is 10M, the transmission line of the video surveillance system, the delay time of the data compared to traditional video surveillance reduced more than 85%, more than 75% reduction in monitoring the amount of video data.

**Keywords:** Cloud computing; cloud storage; virtual machine; online video monitoring

## 0 引言

通过构建在线视频监控系统网络, 可以有效地实现对于环境、交通、公共安全等各个方面的有效控制。常规的视频监控平台只能支持处理量较少的视频数据信息, 在面对大范围的视频监控区域与较多视频监控终端设备时, 往往会出现视频数据处理迟滞, 效率较低, 存储能力不足等问题。而云计算是以服务概念为主的新型计算方式, 利用云计算环境的强大网络、计算和存储资源, 可以为在线视频监控系统提供计算、存储和资源服务平台, 并使监控网络具有良好的可扩充性和稳定性<sup>[1-2]</sup>。通过虚拟机管理器则可以把一个硬件虚拟成多个硬件, 即将一台物理机器虚拟成多个虚拟机, 从而可以控制大量

的视频监控终端设备, 且各虚拟机之间是完全隔离的, 使在线视频监控系统的虚拟化能力、计算能力、可靠性、可扩展性等方面都大大提高, 建设成本却可以大幅度降低。

## 1 云环境下在线视频监控系统总体设计

### 1.1 视频监控系统的组成部署

面对视频监控网络中大量 IP 摄像机采集的海量视频数据, 系统服务器需要对这些视频数据进行存储、搜索、智能分析、数据挖掘等复杂操作, 常规的视频监控系统在计算能力和数据存储能力方面都是无法满足需求的。基于在线视频监控系统的动态需求的特点, 采用基于云环境下的计算模式处理视频数据是非常适合的, 在云环境下视频监控网络可以共享包括通信、服务器、数据存储、应用服务等资源, 按需求进行自由配置<sup>[3-4]</sup>。基于云计算平台的大型网络视频监控系统通常由多个分布式的监控节点组成, 每个监控节点的组成为: 多个网络 IP 摄像机、流媒体服务器、存储服务器、接入服务器。视频

收稿日期: 2014-08-26; 修回日期: 2014-09-28。

作者简介: 夏栋梁(1981-), 男, 河南鄢陵人, 硕士, 讲师, 主要从事网络安全, 云计算, 数据挖掘方向的研究。

智能分析通常由单独的硬件或嵌入到 CMS 中的软件来实现。每个监控节点通过以太网接入到中心服务器, 并通过云计算平台处理在线视频数据, 远程客户端可通过云平台管理整个视频监控网络。云计算环境下的在线视频监控系统组成与部署如图 1 所示。

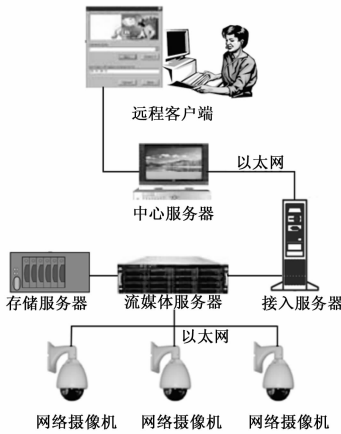


图 1 系统部署方案

### 1.2 云平台架构下的视频监控结构设计

云计算环境下的多虚拟机控制在线视频监控结构如图 2 所示, 整个系统按照功能分为四层, 分别为: 应用层、支撑层、传输层和采集层, 系统在云平台架构下设计, 虚拟机技术主要应用于应用层和支撑层。

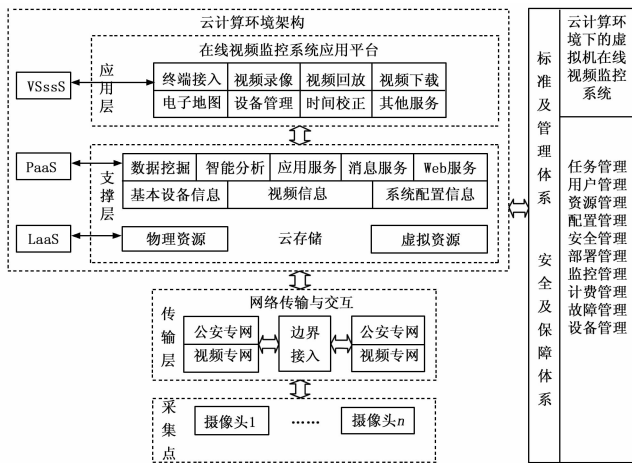


图 2 基于云架构的视频监控系统结构

采集层主要任务是通过 IP 摄像头采集视频监控信号并处理视频画面。VSaaS 会把视频监控画面统一接入云计算平台, 客户端通过互联网可以操作所需要的服务。

传输层的任务是将视频监控信号通过以太网进行网络传输, 并进行数据汇集, 与支撑层进行通信交互。

支撑层主要任务是提供服务平台 (PaaS) 与基础设施 (IaaS)。其中包括: 云存储、软件系统、物理资源与虚拟资源、数据挖掘与智能分析等内容。提供的服务包括数据库服务、Web 服务、应用服务、消息服务等<sup>[5-6]</sup>。

应用层的主要工作是根据用户不同的视频监控需求从而对应用服务进行配置, 从而构成一个符合用户需求的应用子系

统, 为远程客户提供在线视频监控服务 (VSaaS)。在云计算环境下, 终端适配器可以灵活组合定制, 从而使前端视频采集设备变得容易部署。

## 2 云平台在线视频监控系统的主要模块设计

### 2.1 服务器设置与虚拟机控制策略

基于云计算环境构建以 Opennebula 工具集、Xen 虚拟化技术以及其它以云环境为基础的相关软件等设施组成的在线视频监控系统平台。此系统平台中按照 IP 摄像机的数量设置多台服务器并对虚拟机进行资源分配与部署, 每台服务器的硬件配置和软件配置情况如下。

1) 硬件配置。处理器: 英特尔 至强 E7-8870 @ 2.40 GHz; 内存: 16G; 硬盘: 2TB。

2) 软件配置。OS: CentOS 5. 8x86 64bit; Kernel: 2. 6. 18-164. 6. 1. el5xen; Xen: xen v3. 0. 3; Hypervisor Mangement Tool: Opennebula v1. 4。

云平台根据服务器上物理资源的利用率通过 Opennebula 软件调用 Xen 进行虚拟化管理。虚拟化管理的目的为了对资源进行统一管理与调配, 将每台服务器的物理资源以虚拟机的形式进行分配。当某个虚拟机服务器中的视频数据负载突然增大时, 系统可以自动实现虚拟机的迁移操作, 从而保证资源的负载均衡<sup>[7]</sup>。基于虚拟机的在线视频监控管理平台, 其虚拟机控制与资源分配策略如图 3 所示。

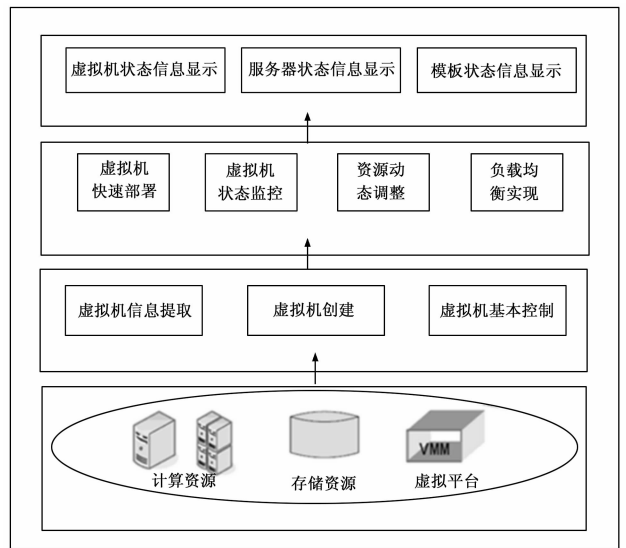


图 3 虚拟机控制与资源分配策略设计

首先, 要在云环境下对集群节点上的计算资源、存储资源以及虚拟平台进行分配管理。为在视频监控系统提供 IaaS 服务模式的底层支持, 管理网络接口、实现对 IP 摄像机虚拟化管理。

其次, 为系统提供大量的云平台管理工具, 包含了虚拟机快速部署、虚拟机状态监控、资源动态调整、负载均衡实现 4 个核心模块。

然后, 系统通过客户端界面或者 Web 界面与用户产生交互, 用户可通过云平台控制、管理、浏览、下载在线视频监控数据。

云平台下的多虚拟机在线视频监控管理平台的核心功能包

括：系统运行监控、负载动态调整、动态资源调整、虚拟机快速部署。对于虚拟机控制包括：启动与关闭、重启与暂停、虚拟机恢复、虚拟机动态迁移等。在创建虚拟机的时候，管理器会为其分配一个 RFB Server 的网络地址与端口，RFB Server 只要绑定地址 127.0.0.1 就可以控制本地的虚拟机；要控制远程节点上的虚拟机，则远程的 RFB Server 需要绑定 RFB Client 能够访问的地址。

### 2.2 视频数据的网络通信以太网接口电路

以太网接口电路是整个视频数据网络通信的核心，本系统基于 DP83848I 以太网收发芯片设计实现了网络通信接口电路，具体的电路原理图如图 4 所示。

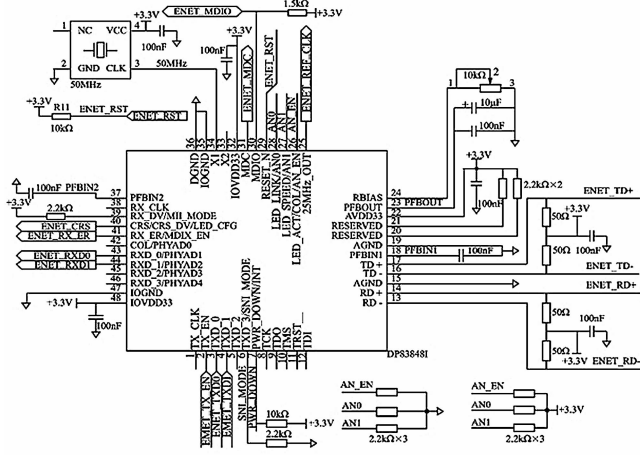


图 4 以太网硬件接口电路

该接口电路中使用 I/O 的工作方式，以便利用 8-bit 数据总线与单片机的 I/O 接口。DP83848I 所有控制寄存器的基地址都是 300H，因此在连接地址线的时候，高位都是连接在固定的高电平或者低电平的，只有 AN0、AN1、AN\_EN 连接到单片机的 I/O 管脚上，ENET\_CRS 和 ENET\_ER 是控制线，用来传送读或写的命令给 DP83848I 芯片。ENET\_TXD0、ENET\_TXD1、ENET\_RXD0、ENET\_RXD1、ENET\_TD-、ENET\_RD+ 为通信管脚。

电路中 X1 为 DP83848I 提供运行需要的时钟，该晶振的频率为 50 MHz，且无需加接地电容，ENET\_RST 为复位管脚，在系统上电时所有模块同时复位，不需要单片机去等待外围模块的复位；选用发送为 1:2.5 接收为 1:1 的网卡变压器，为 +3.3 V 的供电模式，起到转换电平抑制高频干扰接入以太网的作用；接口电路采用标准的带 LED 指示灯的 RJ45 插座。由于 DP83848I 芯片的通信 LED 指示灯的控制管脚为漏极开路输出模式，因此，需要外加上拉电阻，否则其驱动能力不够。

### 3 虚拟机配置流程与虚拟资源利用率计算

基于云平台的虚拟机管理在线视频监控系统分为物理资源与虚拟资源两类。物理资源包括服务器的硬件信息、物理资源利用率、内存利用率等，虚拟机信息包括虚拟硬件信息、虚拟资源利用率、虚拟内存利用率等。由于整个在线视频监控系统网络中各个 IP 摄像头的工作时间不同，整个服务器的资源需要动态调整，以保证系统的稳定运行，资源利用率的计算是虚拟机部署策略的重要依据。

对于虚拟机 CPU 资源的动态分配影响整个系统的数据处理能力，因此，需要对虚拟机的资源利用率进行实时计算。Xen 软件能够统计虚拟机的每个 CPU 的实际工作时间，将第  $j(0 \leq i < m)$  台虚拟机在  $t$  时刻全部 CPU 工作时间记为  $T_j(t)$ ，该虚拟机分配的虚拟 CPU 的个数为  $n$ ，第  $i(0 \leq i < n)$  个虚拟 CPU 的工作时间记为  $T_{i,j}(t)$ ，则有：

$$T_j(t) = \sum_{i=0}^{n-1} T_{i,j}(t) \tag{1}$$

在实际运行中虚拟机的 CPU 个数可变的，因此，式中 (1) 的  $n$  实际上是时间  $t$  的函数，令  $n = k(t)$ ，则：

$$T_j(t) = \sum_{i=0}^{k(t)-1} T_{i,j}(t) \tag{2}$$

将从开机到  $t$  时刻的第  $i(0 \leq i < n)$  个 CPU 工作时间记为  $T_i(t)$ ，CPU 总数记为  $n(t)$ ，则单个 CPU 利用率与所有 CPU 的总利用率的计算公式分别为 (CPU 工作时间的单位为秒)：

$$U_i^{CPU}(t) = T_i(t) - T_i(t-1) \tag{3}$$

$$U^{CPU}(t) = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} T_i(t) - \sum_{i=0}^{n-1} T_i(t-1)}{n} \tag{4}$$

根据式 (2) 和式 (3)，可以得到第  $j$  个虚拟机的第  $i$  个 CPU 在  $t$  时刻的利用率：

$$U_{j,i}^{VCPU}(t) = \sum_{i=0}^{k(t)-1} T_{i,j}(t) - \sum_{i=0}^{k(t-1)-1} T_{i,j}(t-1) \tag{5}$$

根据式 (4) 和式 (5)，得第  $j$  台虚拟机的虚拟处 CPU 在  $t$  时刻的总利用率：

$$U_j^{VCPU}(t) = \frac{\sum_{i=0}^{k(t)-1} T_{i,j}(t) - \sum_{i=0}^{k(t-1)-1} T_{i,j}(t-1)}{\max(k(t), k(t-1))} \tag{6}$$

### 4 系统功能与性能测试

在公共宽度网络 10 M 带宽的情况下，通过远程客户端 Web 在线测试视频监控系统的运行状况，使用普通 PC 电脑，对画面的流程程度、视频画面的下载、回放等操作进行测试，实验结果表明，本系统运行正常，在线视频监控画面流程，无卡顿现象。

通过仿真软件对本基于云计算环境下虚拟机的在线视频监控系统与常规视频监控系统做对比，分别从在线视频数据网络传输延迟时间与视频数据处理量方面进行比较，测试对比结果如图 5 与图 6 所示。

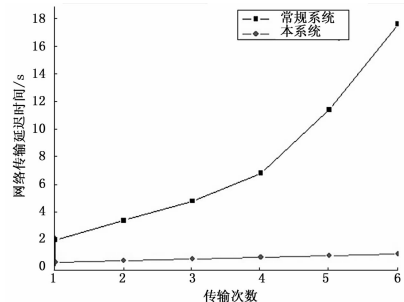


图 5 在线视频监控数据传输延时对比

通过图 5 和图 6 的实验结果可以看出，在带宽足够的情况

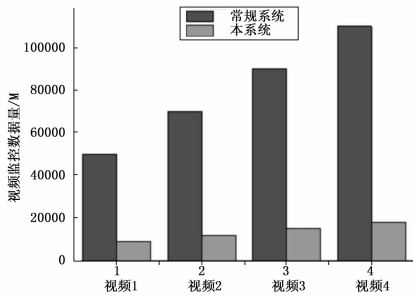


图 6 监控视频数据处理量对比

下, 本系统在线视频监控的网络数据的传输延迟时间相比于传统常规视频监控减少了 85% 以上, 监控视频数据量减少了 75% 以上, 各项测试数据都要优于常规视频监控。

### 5 结语

随着高清时代的到来, 视频监控技术也在向着高清化、数字化、网络化、智能化的方向发展。在云环境下基于多虚拟机的在线视频监控系统, 构造了多个虚拟机计算环境管理 IP 摄像机, 部分或者完全模拟服务器资源, 分时复用计算机资源,

(上接第 75 页)

升时间变短和调整时间都要短于 MFAC, 具有更快的系统的收敛速度。说明使用多新息对无模型控制律的改进是有效可行的。

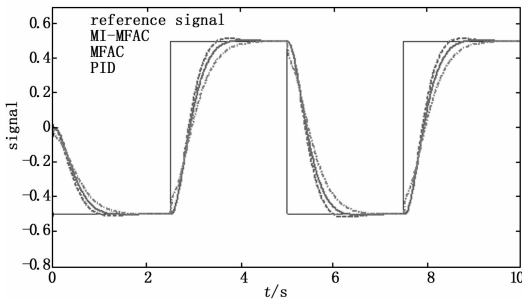


图 5 非线性系统的仿真结果

### 3 结束语

本文利用 truetype 工具箱搭建了一个基于以太网的网络控制系统仿真平台, 在网络控制系统中引入了无模型自适应控制算法, 该算法仅用系统 I/O 数据, 控制器中不包含受控过程数学模型的任何信息, 可不事先建立系统精确的数学模型, 针对性的解决网络控制系统难以建立受控系统数学模型的问题。同时, 考虑到 MFAC 的计算仅使用当前的系统数据, 而并未对历史数据加以利用, 本文使用多新息理论改进了 MFAC 的控制律, 将历史数据参与计算, 加快控制律收敛速度。仿真结果表明, 将无模型自适应控制算法应用到网络控制系统, 能够保证网络控制系统的性能, 尤其是在控制非线性系统时, MFAC 的控制效果明显优于 PID 控制算法。另外, 也证实了 MI-MFAC 算法的有效性。

从而可以实现海量视频监控数据的智能化分析与管理, 并通过云存储降低了基础设施的建设成本, 同时实现了视频监控数据的资源共享, 这些优势决定了该系统具有较为广阔的发展前景。

#### 参考文献:

- [1] 柳长源, 杨龙, 卢迪. 降雨衰减对移动卫星通信的影响及补偿 [J]. 信息技术, 2004, 28 (6): 19-20.
- [2] 徐兵. 基于网络的智能定时视频监控系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 8: 46-48.
- [3] 马燕, 范植华. 基于神经网络的基因分类器 [J]. 计算机工程与设计, 2005, 26 (2): 308-311.
- [4] 董慧慧, 郭亚军. 一种基于节点多角度信任的无线传感器网络 [J]. 计算机科学, 2009, 36 (9): 43-45.
- [5] 李胜广, 张小波, 朱元硕. 云计算在城市安防应急系统中的应用 [J]. 中国安防, 2011, 7: 37-39.
- [6] 王龙, 万振凯. 基于服务架构的云计算研究及其实现 [J]. 计算机与数字工程, 2009, 37 (7): 88-91.
- [7] 元传伟, 陈素霞. 校园大型点云数据库的优化挖掘算法分析 [J]. 科技通报, 2014, 30 (2): 170-172.

#### 参考文献:

- [1] Walsh G C, Ye H, Bushnell L G. Stability Analysis of Net-worked Control Systems [J]. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 2002, 10 (3): 438-445.
- [2] 于水情, 李俊民. 变采样周期网络控制系统的量化状态反馈控制 [J]. 北京理工大学学报, 2011, 31 (7): 814-817.
- [3] Mkondweni N S, Tzoneva R. Labns2-co-simulation, co-emulation, and real-time control toolkit for investigation of network induced time delays and packet loss in networked control systems [J]. International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 2014, 10 (1): 1-18.
- [4] Hou Z, Zhu Y. Controller-Dynamic-Linearization Based Model Free Adaptive Control for Discrete-Time Nonlinear Systems [J]. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2013, 9 (4): 2301-2309.
- [5] Qin P, Lin Y, Chen M. Improvement of tracking performance in model-free adaptive controller based on multi-innovation and particle swarm optimization [J]. International Journal of Innovative Computing, Information and Control. 2009, 5 (5): 1367-1377.
- [6] Hou Z, Jin S. Data-Driven Model-Free Adaptive Control for a Class of MIMO Nonlinear Discrete-Time Systems [J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 2011, 22 (12): 2173-2188.
- [7] Ding F, Liu X. Hierarchical gradient based and hierarchical least squares based iterative parameter identification for CARARMA systems [J]. Signal Processing. 2014, 8 (1): 31-39.
- [8] Qin P, Han X, Lin Y. Convergence analysis about improved model-free adaptive controller based on multi-innovation theory [J]. ICIC Express Letters. 2009, 3 (3A): 301-306.
- [9] Ahmed E M, Ismail M M. PID controller tuning scheme for TRMS using AI techniques [A]. Computer Engineering Conference (ICENCO) [C]. Giza Cairo, Egypt; 2012: 37-42.
- [10] 马洁, 陈智勇, 侯忠生. 大型舰船综合减摇系统无模型自适应控制 [J]. 控制理论与应用, 2009, 26 (11): 1289-1292.