

# 基于云计算的校园网视频直播系统设计

孙名松<sup>1</sup>, 赵修娜<sup>2</sup>, 孙西贝<sup>3</sup>, 田济源<sup>4</sup>

(1. 哈尔滨理工大学 网络信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150080; 2. 哈尔滨理工大学 计算机科学与技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 3. 哈尔滨理工大学 电气与电子工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150080; 4. 北京工业大学 软件学院, 北京 100124)

**摘要:**为了提高校园网视频直播系统的使用性能,充分发挥现有硬件设备资源,在目前校园网视频直播系统的架构基础上,通过分析数据在服务器上传的一些指标,结合云计算服务模式、基础架构以及关键技术,对现有的直播系统进行改造,提出了一种基于云计算的视频直播原型系统. 该系统解决了单点故障隐患,重点改善了负载不均衡问题,提高了服务器的利用率,实现整套系统的高可用性、弹性扩展等优势,为用户提供高质量的在线视频播放能力.

**关键词:**校园网; 云计算; 视频直播; 负载均衡; 高可用性

**中图分类号:** TP393.18 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2012)01-0058-05

## Design of Campus Network Live video System Based on Cloud Computing

SUN Ming-song<sup>1</sup>, ZHAO Xiu-na<sup>2</sup>, SUN Xi-bei<sup>3</sup>, TIAN Ji-yuan<sup>4</sup>

(1. Network Information Center, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China;

2. School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China;

3. School of Electrical and Electronic Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China;

4. School of Software Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

**Abstract:** In order to improve the use of campus network live video system performance, on the basis of the campus network live video system, through the analysis of some indicators of data on server transmission, combined with the cloud computing infrastructure, for existing broadcast system reform, put forward a prototype system of live video based on cloud computing. This system provides handling of the single point error, improving load unbalanced problem and the utilization rate of the server, reflecting the system availability and other advantages, thus providing the user with a smooth live video environment.

**Key words:** campus network; cloud computing; live video; load balance; high availability

## 0 引言

随着互联网技术的不断进步,对视频直播的要求也有所提高. 每个校园网用户都希望快速的收到高清的视频直播节目. 但是当突然新增许多用户时,一台服务器频繁的承受负载,其他服务器可能处于空闲状态,出现负载不均的情况,视频服务器无法迅速的提供服务,不能够保障用户端的服务质量<sup>[1]</sup>.

或当用户达超出预定的人数的時候,服务器将无法承载这些负载,也不能保证服务的质量. 我们为视频直播预留出很多台服务器,当我们在没有大型活动的时候,在现有的体系架构下,这些服务器不能够及时的为其他任务服务,将处于闲置状态,浪费了硬件资源. 目前搭建的视频直播系统,是基于 P2P 网络技术的,在一定程度上解决了视频直播服务器的负载,但是还是存在很多的问题.

随着云计算的迅速发展,引起了越来越多的关

收稿日期: 2011-09-11

作者简介: 孙名松(1963—),男,教授,硕士生导师, E-mail: sunms@hrbust.edu.cn;

赵修娜(1988—),女,硕士研究生.

注. 基于云计算的系统设计, 能够满足更加灵活的为用户端提供服务, 能够实现负载均衡, 高可用性<sup>[3]</sup>. 文中对云计算的特点和架构模型进行研究, 设计了一个基于云计算的视频直播的原型系统, 并对主要性能、高可用进行了测试.

## 1 云计算和视频直播系统技术分析

### 1.1 云计算架构模型

云计算是以服务的方式, 基于互联网的、大众参与的计算模型. 其计算资源带有动态性, 可伸缩性<sup>[3]</sup>. 云是一个包含大量可用虚拟资源的资源池. 这些虚拟资源根据负载动态的进行分配, 以达到高的资源利用率<sup>[4]</sup>. 它将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上, 使各种应用系统能够根据需要获取计算能力、存储空间和信息服务<sup>[5]</sup>. 云计算将 IT 资源进行整合, 通过将各种产品和服务集中化, 优化 IT 服务流程, 为用户提供快速的、安全的、端到端的按需服务.

云计算的架构模型包括三个层次<sup>[6-7]</sup>: 基础设施即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS), 平台即服务 (Platform as a Service, PaaS), 软件即服务 (Software as a Service, SaaS).

基础设施即服务 (IaaS) 是由底层硬件或是虚拟机资源构建成的. IaaS 即把厂商由多台服务器组成的“云端”基础设施, 作为计量服务提供给客户. 它将内存、I/O 设备、存储和计算能力整合成一个虚拟的资源池为整个业界提供所需要的存储资源和虚拟化等服务. 是一种托管型硬件方式, 用户需要付费才能使用厂商的硬件设施.

平台即服务 (PaaS) 是构建在云基础设施之上, 提供开发环境的一种服务. (PaaS) 是一种分布式平台服务, 厂商提供开发环境、服务器平台、硬件资源等服务给客户, 用户在其平台基础上定制开发自己的应用程序并通过其服务器和互联网传递给其他客户. PaaS 能够给企业或个人提供研发的中间件平台, 提供应用程序开发、数据库、应用服务器、试验、托管及应用服务.

软件即服务 (SaaS) 是基于云平台开发的各类应用服务<sup>[8-9]</sup>. SaaS 服务提供商将应用软件统一部署在自己的服务器上, 用户根据需求通过互联网向厂商订购应用软件服务, 服务提供商根据客户所定软件的数量、时间的长短等因素收费, 并且通过浏览器向客户提供软件的模式. 这种服务模式的优势是,

由服务提供商维护和管理软件、提供软件运行的硬件设施, 用户只需拥有能够接入互联网的终端, 即可随时随地使用软件. 这种模式下, 客户不再像传统模式那样花费大量资金在硬件、软件、维护人员, 只需要支出一定的租赁服务费用, 通过互联网就可以享受到相应的硬件、软件和维护服务, 这是网络应用最具效益的营运模式.

### 1.2 视频直播系统技术特点

视频直播系统的各个核心部分随着用户端直播数的增加和数据流量的快速增长, 要求其处理能力也随之增加<sup>[10]</sup>. 必须采用多台服务器协同工作, 提高计算机系统的处理能力和计算强度, 以满足当前的用户的需求. 均衡负载成为视频直播系统中的核心问题. 服务器的利用率都是需要解决的问题. 最终达到为客户提供良好视频环境的目的.

## 2 基于云计算的视频直播系统设计

### 2.1 系统结构

文中设计的视频直播系统主要是在硬件资源加过以及系统方式进行较大改变. 重点是采用底层采用虚拟化技术将服务器进行虚拟化, 将所有的硬件设备构成虚拟资源池, 进而实现动态分配服务器资源. 虚拟机共享现有资源以及这些资源在多个虚拟机之间优化使用<sup>[11]</sup>. 当一个应用所处的虚拟机遇到负载的增加时, 首先根据事先制订的资源分配规则, 判断该应用的优先级, 当确定符合要求后, 则分配增加的资源给该虚拟机. 为虚拟机增加资源可以通过迁移虚拟机到其他具有更多资源的服务器上, 或者通过将其其他虚拟机迁移至别的服务器上“省”出更多的资源等两种方法来实现. 原型系统如图 1 所示.

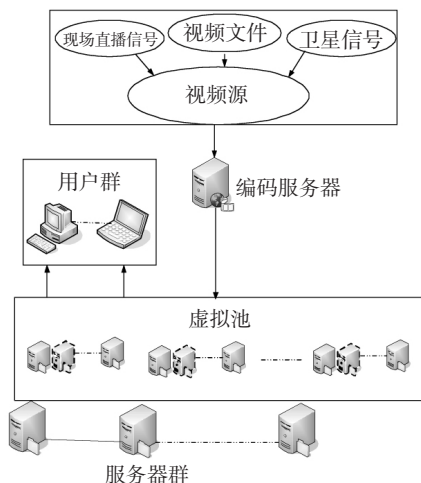


图1 基于云计算的视频直播系统结构

系统主要包括 4 个部分,服务器群(虚拟池)编码服务器、视频源、和用户群.

1) 服务器群是这个系统设计的主要部分,采用虚拟化技术是解决视频直播中存在问题的单点故障、负载不均衡、设备资源空闲期资源浪费等关键问题.通过采用虚拟化软件将物理机进行整合,形成虚拟资源池,在资源池虚拟出多台虚拟机服务器,虚拟服务器之间协同合作,重点解决了视频直播中的负载均衡,单点故障等问题的同时还节省了物理服务器,减少硬件上的浪费,降低能耗.且具有高可用性、灵活性、可扩展等优势.

2) 编码服务器需要服务器提供很高的性能,采集能力、数据的处理转发能力,必要时还可以增加缓存功能.如果考虑到可移动性的话,也可以采用高端笔记本来实现.

3) 视频源主要来自现场直播信号,卫星信号,已经存储的视频文件和在其他媒体流中得到的视频流.在这里我们忽略了视频的质量问题.所以不需要客户端使用较好的机器性能.

4) 为用户群,节点的加入与退出受到传输调度服务器的控制.其优先级是最低的,高清视频流是由与之直接连接的服务器通过软件实现的组播来提供.

## 2.2 负载均衡算法

### 2.2.1 基于蜂窝算法

基于蜂窝的负载均衡算法<sup>[2]</sup>应用在教育层,用于资源优化分配,这个工作是在一个大规模的面向服务的体系结构(service-oriented architecture, SOA)中检测服务的分配问题.分配服务器对于 web 应用来说是对能力和使用的极大的提高.这个算法应用到云计算中.适用于每个用户节点,负责 web 服务的服务器的协调工作.

蜜蜂觅食的行为:当蜜蜂发现食物源的时候,他们会返回蜂窝,通过他们特定的舞蹈通知其他蜜蜂,它们发现的食物,包括食物的多少、方向、离蜂窝的远近等信息.将这个思想应用在负载均衡上,对于 web 服务流的需求,动态分配服务器去调节系统不利的请求,考虑到基于蜂窝的负载均衡技术,使用服务器采集安排到虚拟服务器中,每个虚拟服务器都有一个要请求队列.计算出每个服务器的队列请求的代价,(用食物的质量来衡量).这个代价的衡量是每个虚拟服务器基于服务的代价(例如 cpu 使用时间),考虑到虚拟服务器对于时间的分配.分布式共享空间公告板(相当于蜂窝的舞池)(如图 2).这个公告板的作用是和全局的虚拟服务器进行通信,和对

有效资源的衡量.依靠特殊域的要求,可能根据个人服务器的 cpu 上的限制,对于时间做一个简单的聚合.或者使用其他的度量标准,像平均服务队列长度.

在负载均衡的操作中,每个服务器采用算法的概率是  $p_x$  或是  $p_y$ .一个服务器成功的实现一个请求,张贴在公告版上的概率是  $p_r$ .一个服务器可能随机的选择一个虚拟服务器队列的概率是  $p_x$ (开采),否则检查公告版(类似蜜蜂看摇摆舞).简单的,空闲服务器(等待的蜜蜂)有两种行为模式:一种服务器是读公告版然后选择公告,然后服务器为这个公告板的请求提供服务.令一个服务器不能读取公告版重新寻找服务.

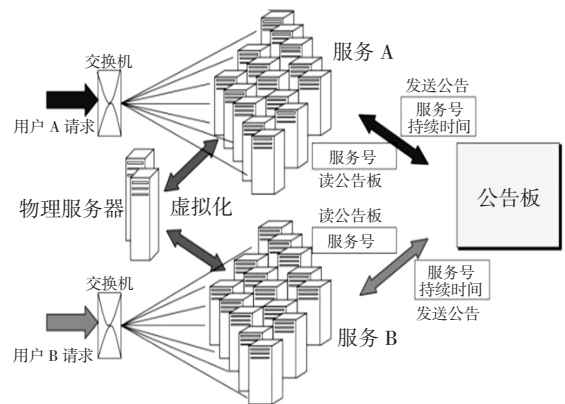


图 2 虚拟服务和公告板

### 2.2.2 主动聚簇算法

蜜蜂觅食在教育层的负载均衡问题引起了资源层的拓扑变化.利用云资源的拓扑解决负载均衡问题.主动聚簇被称为自我聚合算法<sup>[3]</sup>.这个算法是把类似的服务聚集在一起.主动聚簇算法在网络中的每个节点上进行迭代:

1) 在一个随机时间点,一个节点变成一个发起人,从它当前的邻居节点选择一个 matchmaker,唯一的条件就是 matchmaker 节点与源节点是不同类型的节点.

2) matchmaker 节点发起一个连接.条件是在 matchmaker 的邻居节点中和发起节点相似的节点之间发起一个连接.

3) 这个 matchmaker 移动连接在它自己和发起人节点.这个算法显示了一个复杂网络的组织朝向一个稳定的方向发展.快速算法不能够在相似节点之间移动,然而,当前的算法维持一定数目的连接,迫使在不相似节点增加,假如在不同节点之间的连接在移动.这些复杂算法的细节在主动的快速的变化的.具体算法流程如图 3 所示.

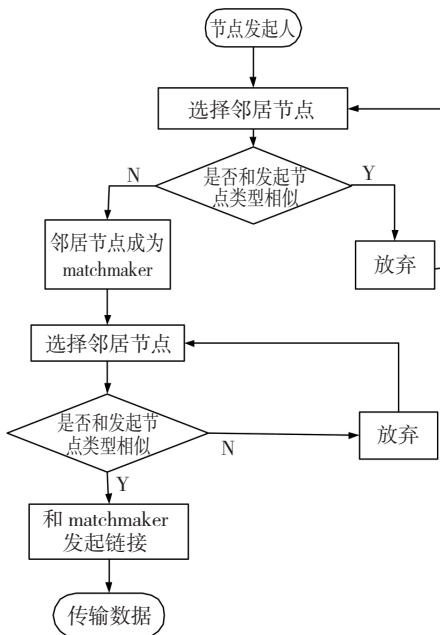


图3 主动聚簇算法流程

### 2.3 视频系统的高可用

在图1中容易产生故障的地方主要有: 编码服务器和服务群, 其中编码服务器一旦停止工作, 整个直播的过程将从源头被切断。服务器群如果出现故障, 用户同样不能正常的观看视频。这里主要从服务器群解决故障问题来说明。这也体现出基于云计算的视频直播系统的灵活性。

传统直播系统在系统运行的时候, 尤其是一些特殊场合, 比如: 现场直播、视频会议等都会考虑到异常的发生, 所以基本上都会具有备用服务器, 采用双机热备方式进行系统冗余, 而基于云计算的视频直播系统, 将视频直播系统部署在虚拟资源池的虚拟机中, 虚拟机根据实际性能分别部署在不同的物理机中, 当虚拟机所在的物理机出现宕机时, 资源管理平台会根据预警机制以及调度策略, 将虚拟机动态迁移到正常运行物理机上, 提供原有服务支撑, 通过负载均衡软件将流量进行动态调配, 保证整套系统的高冗余、高可用性, 提供稳定的在线直播服务。

### 2.4 动态迁移机制

服务器的高可用性是指一台服务器空闲时, 可以为其他的任务提供服务, 减少停工时间, 可以充分均衡硬件资源, 进而实现资源的动态迁移。当运行物理服务器宕机时, 所有运行于该服务器的虚拟机可以自动切换到其它的服务器上, 相对传统的双机容错方案, 两台主机同时运行各自的服务工作且相互监测情况, 当任一主机宕机时, 另一台主机立即接管它的一切工作, 保证工作实时性, 应用服务系统的

关键数据存放在共享存储系统中。基于虚拟机的高可用性可以最大程度减少因硬件故障造成的服务器宕机和服务中断时间, 充分利用现有硬件资源。高可用性的运作过程如图4所示。

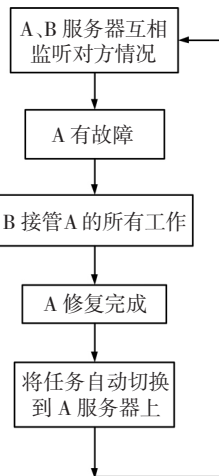


图4 高可用性的运作过程

另一种情况就是当某虚拟机上的承受视频直播访问量负载符合预定的范围时, 才允许虚拟机从该计算机上加入或退出。在总体物理资源有限的情况下, 按照视频直播系统申请虚拟资源比例共享集群中的物理资源。以 CPU 为例, 控制算法为:

$$vCPU_{eq} = \frac{\text{集群中物理 CPU 总核数}}{\text{已申请的虚拟 vCPU 总核数}}$$

如果 i 号服务器满足式(1)的条件, 那么它就可以加入服务器集群中。如果满足式(2), 它可以退出服务器集群, 以便供其他服务使用此服务器。

$$vCPU_i > (1 - k) \times vCPU_{eq} \quad (1)$$

$$vCPU_i < (1 - k) \times vCPU_{eq} \quad (2)$$

其中,  $k$  为容纳系数, 加入与退出条件中,  $k$  的值可以不同。

## 3 测试与分析

### 3.1 测试目标

运行基于虚拟服务器的原型系统, 测试是否可以在局域网环境内实现在线视频直播, 是否实现负载均衡、高可用性以及是否能为用户提供流畅的视频服务。

### 3.2 测试环境及测试过程

测试环境采用开源的 Xen 虚拟化底层, 以及开源的 Eucalyptus 调度管理平台, 通过 LVS 负载均衡器进行实现资源的动态调度, 并采用 Loadrunner 测试软件模拟视频直播系统的访问压力。

在测试环境中分为物理视频直播系统以及虚拟视频直播系统,其中一套部署在物理服务器上,另外一套的部署在通过 Xen 虚拟化软件,组成的虚拟资源池中.整套系统完全部署在虚拟资源池上虚拟出虚拟机中,并且通过 Eucalyptus 对该资源池的负载以及运行情况进行监控,LVS 负责根据流量情况进行流量的负载均衡.

测试主要分为两个部分,用 Loadrunner 负责随机产生同等在线视频直播的访问任务.在测试的过程中,访问任务逐步增加,并通过 Eucalyptus 对虚拟视频直播系统进行实施监控.

通过 LVS 负载均衡器结合 Eucalyptus 管理平台实时监控、调度系统所承载的访问压力以及服务压力,实现整套系统的负载均衡、高可用.

### 3.3 性能测试

当访问压力较大时,发现物理视频直播系统的硬件资源利用率达到 80% 时候,并且发现视频延时、停顿等现象,而虚拟视频直播系统的资源利用率根据策略设计始终保持在 50% 左右,即使访问压力逐渐增大时,通过 Eucalyptus 能够动态的调整设备资源,并通过 LVS 进行访问负载均衡保证了视频直播质量.图 5 为资源使用情况.



(a) 监控物理机资源使用情况



(b) 监控虚拟机资源使用情况

图 5 资源使用情况

从图 6 我们可以看出,通过 Loadrunner 模拟访

问流量,当任务数达到 1 500 个的时候,蜂窝算法基本达到平衡,其余的算法在任务到达 3 000 个的时候才趋于平衡.且蜂窝算法在任何一个任务数点上,都低于其他的算法,具有更好的负载均衡效果.

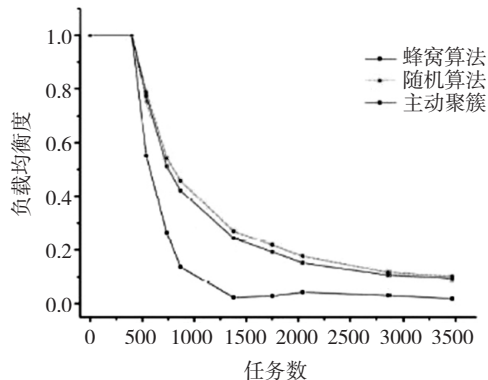


图 6 各算法负载均衡度比较

空闲时间百分比 = 1 - 各个服务器完成任务的时间 \* 任务数的总和 / 所有服务器的个数 \* 完成任务数.从图 7 我们可以看出,基于蜂窝算法的空闲时间百分比在任意任务数上都是最低的.说明服务器的利用率很高.

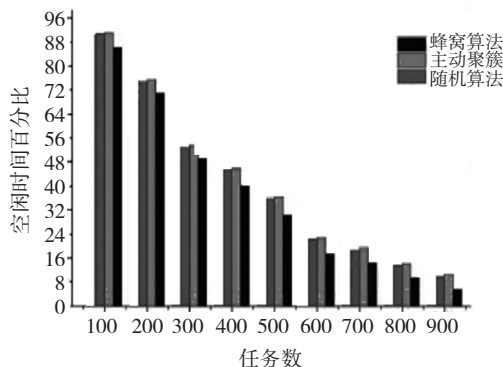


图 7 各算法的停工时间比较

### 3.4 高可用测试

根据系统部署以及访问用户的情况,视频直播系统共占用 8 台虚拟机,这 8 台虚拟机分别部署在物理服务器 A、B、C 上,其余三台服务器空闲.按照测试计划,用户正在观看视频直播时,将物理服务器 A 进行断电,在资源管理平台上能够看到物理服务器 A 上的 2 台虚拟机在断电后,自动迁移到服务器 D 上,并且用户观看的视频直播正常播放.测试结果满足基于云计算的视频直播高可用设计要求.

## 4 结 语

在分析学校现有网络以及视频直播系统的状况  
(下转第 67 页)

测试案例与训练样本中采用的数据为日常搜集的电子邮件,同时进行了人工挑选分类。五次案例采用为同一测试数据集,包括垃圾邮件 267 封,非垃圾邮件 133 封。通过上表实验数据分析,通过朴素贝叶斯算法和概率加权贝叶斯算法进行邮件过滤,查准率、查全率进行分析比较,概率加权贝叶斯算法过滤邮件相对朴素贝叶斯算法效果更好。

## 5 结 语

朴素贝叶斯分类方法在信息过滤领域广泛使用,收到了较好的效果,在朴素贝叶斯算法的基础上通过概率加权的方式可以有效提高过滤的查全率和查准率等评价指标,在此基础上进行的最小风险评估使得结果更为客观,减少了词语关联因素,最终结果较为理想。

在后续的工作中作者还将充分发挥 Lucene 的优势,将信息过滤与信息检索做以更深程度的结合,同时针对现有垃圾邮件特点对基于行为的垃圾邮件过滤技术进行研究,对邮件的各个组成部分中的数据进行分析,提高垃圾邮件过滤的准确性。

## 参 考 文 献:

- [1] 孙艳华. 垃圾邮件过滤技术的研究 [D]. 大连海事大学学院, 2007: 16 - 17.
- [2] 王斌,潘文锋. 基于内容的垃圾邮件过滤技术综述 [J]. 中文信息学报, 2005, 19(5): 1 - 10.
- [3] 白似雪,梅君,吴穹. 一种基于概率加权的朴素贝叶斯分类 [J]. 南昌大学学报: 理科版, 2009, 33(2): 191 - 194.
- [4] 许建明,杨磊,黄同成. 基于贝叶斯方法的邮件分类技术研究 [J]. 科学技术与工程, 2008, 8(7): 1875 - 1878.
- [5] 陈勇,张汉国,成筠. 基于 Lucene 的全文搜索引擎. 现代计算机: 专业版, 2009(11): 125 - 127.
- [6] 匡振国,倪宏,嵇智辉,等. 一种基于 Lucene 的影片搜索引擎的研究和应用 [J]. 计算机工程与应用, 2008(29): 8 - 10.
- [7] 温艳鸿. 基于 lucene 的文件搜索引擎的设计与扩展 [J]. 福建电脑, 2007(8): 34 - 35.
- [8] 邓维斌,王国胤,王燕. 基于 Rough Set 的加权朴素贝叶斯分类算法 [J]. 计算机科学, 2007(2): 204 - 206.
- [9] 宋德昌,姚莉. 基于数据仓库的决策支持系统初探 [C] // Systems Engineering, Systems Science and Complexity Research-Proceeding of 11th Annual Conference of Systems Engineering Society of China, 2000: 56 - 59.
- [10] 董立岩,刘光远,苑森森,等. 混合式朴素贝叶斯分类模型 [J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2007(1): 57 - 61.

(编辑: 付长缨)

(上接第 62 页)

下,提出一种基于云计算的校园网视频直播原型系统,主要从视频服务器的虚拟化、负载均衡算法、高可用性等方面重点介绍其工作原理,能够有效的解决一些关键问题。通过仿真环境进行测试,证明了基于云计算的负载均衡效果比较明显,体现在服务器的利用率以及负载均衡度上,有效的提高了视频服务器的性能。将多台服务器的虚拟计算能力和存储能力进行资源集中发挥整体性能,从而为用户提供一个流畅的视频直播系统运行环境。

## 参 考 文 献:

- [1] 崔红燕. P2P 视频直播系统中的分布式负载均衡算法 [J]. 计算机系统应用, 2009(12): 95 - 97.
- [2] YANG-hua Chu, SANJAY G. RAO, Hui Zhang. A Case for End System Multicast [J]. ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review, 2000, 28(1): 1 - 12.
- [3] GROSSMAN R L. The Case for Cloud Computing [J]. IEEE Computer Society, IT Professional, 2009(11): 23 - 27.
- [4] TYRONE Grandison, EMichael Maximilien, SEAN Thorpe, et al. Towards a Formal Definition of a Computing Cloud [C] // IEEE 6th World Congress on Services, 2010: 191 - 192.
- [5] GROSSMAN R L. The Case for Cloud Computing [J]. IEEE

Computer Society, IT Professional, 2009(11): 23 - 27.

- [6] 陈康,郑伟民. 云计算: 系统实例与研究现状 [J]. 软件学报, 2009, 20(5): 1337 - 1348.
- [7] LAMIA Youseff, MARIA Butrico, Dilma Da Silva. Toward a Unified Ontology of Cloud Computing [J]. Proc of Grid Computing Environments Workshop, 2009: 1 - 10.
- [8] 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(7): 88 - 91.
- [9] Hyun Jung La Si Won Choi Soo Dong Kim, Technical Challenge-sand Solution Space for Developing SaaS and Mash-Up CloudServices [J]. Macau. IEEE International Conference on e-BusinessEngineering ICEBE, 2009: 359 - 364.
- [10] 李长利,应小昆. 基于 P2P 网络技术视频直播系统的实现与测试 [J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(10): 83 - 86.
- [11] 罗建光,张萌,赵黎,等. 基于 P2P 网络的大规模视频直播系统 [J]. 软件学报, 2007, 18(2): 391 - 399.
- [12] NAKRANI S, TOVEY C. On Honey Bees and Dynamic Server Allocation in Internet Hosting Centers [J]. Adaptive Behavior, 2004, 12: 223 - 240.
- [13] MARTIN Randles, DAVID Lamb, A. Table-Bendiab. A Comparative Study into Distributed Load Balancing Algorithms for Cloud Computing [J]. IEEE Computer Society, 2010: 551 - 556.

(编辑: 王 萍)